

PENGARUH KONSENTRASI PATI DAN JENIS PELARUT PADA MODIFIKASI PATI UWI PUTIH (*Dioscorea Alata*) MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI TERHADAP SIFAT FISIK PATI

Ulyarti¹, J Situmorang¹, Mursyid¹, Nazarudin²,

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

²Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Jambi

Email: ulyarti@unj.ac.id

ABSTRAK

Uwi memiliki kandungan pati cukup tinggi dengan ukuran granula pati cukup besar berada pada kisaran 25-45 μ m. Ukuran granula pati diketahui berpengaruh terhadap aplikasi pati dalam industri. Ukuran granula pati yang kecil lebih disukai karena memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang besar sehingga meningkatkan interaksinya dengan komponen lain dalam sistem pangan. Untuk mendapatkan granula pati yang berukuran lebih kecil dapat dilakukan modifikasi dengan menggunakan metode presipitasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati dan jenis pelarut terhadap sifat fisik pati uwi putih yang dimodifikasi menggunakan metode presipitasi serta untuk mendapatkan konsentrasi pati yang dapat menghasilkan pati modifikasi dengan ukuran paling kecil. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu ekstraksi pati uwi, modifikasi pati uwi dengan metode presipitasi. Penelitian ini didesain menggunakan 3 taraf konsentrasi pati yaitu 1%, 3%, dan 5% dengan 2 jenis pelarut berbeda yaitu pelarut akuades dan pelarut campuran akuades dan etanol dengan perbandingan 1:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelarut akuades menghasilkan pati modifikasi dengan karakteristik terbaik dan konsentrasi pati pada taraf 3% menghasilkan pati modifikasi dengan ukuran terkecil yaitu (3.848- 33.273 μ m), rendemen tertinggi (87,11% \pm 0,18), *swelling power* sebesar 18,91 (65°C), dan 21,89 (85°C), *solubility* sebesar 1,08% (65°C), dan 0,55% (85°C), daya serap air tertinggi (995%) dan daya serap minyak tertinggi (617,5%).

Kata kunci-pati uwi putih; presipitasi; konsentrasi pati; pelarut

PENDAHULUAN

Umbi uwi (*Dioscorea alata*) merupakan salah satu tanaman umbi-umbian tidak beracun yang dibudidayakan di Indonesia. Umbi uwi memiliki keragaman bentuk dan warna daun serta ukuran dan warna umbinya (cokelat, hitam, putih, krem, dan ungu). Baah (2009) mengungkapkan bahwa kandungan gizi pada uwi memiliki kisaran 4,3–8,7% protein kasar, 2,9–4,1% abu, 3,6–11% gula, 60,3–74,4% pati, dan serat makanan total sebesar 4,1–11%. Pati uwi dapat dimanfaatkan dalam beberapa industri baik pangan maupun non pangan. Peroni *et al.* (2006) mengungkapkan bahwa granula pati uwi alami memiliki bentuk, ketebalan, ukuran yang beragam dan tidak rata. Ukuran granula pati berada pada kisaran 5-100 μ m, dengan kisaran rata-rata yaitu 25-45 μ m (Jayakody, 2007). Ukuran granula pati yang kecil lebih disukai karena memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang besar sehingga meningkatkan interaksinya dengan komponen lain dalam sistem pangan. Untuk mendapatkan granula pati yang berukuran lebih kecil dapat dilakukan modifikasi pati menggunakan beberapa metode, yaitu metode presipitasi, metode hidrolisis asam, metode modifikasi enzimatik, metode oksidasi dan metode ikatan silang (Miyazaki *et al.*, 2006). Kelebihan metode presipitasi dibandingkan metode modifikasi pati yang lainnya yaitu tidak menggunakan bahan kimia berbahaya seperti asam kuat yang tidak aman jika dikonsumsi, tidak membutuhkan peralatan canggih dan tidak rumit (Winarti *et al.*, 2011).

Metode presipitasi merupakan metode modifikasi pati yang tergolong dalam modifikasi secara fisik dan mekanik, dimana metode presipitasi ini didasarkan pada prinsip gelatinisasi pati dan pengendapan pati dengan menggunakan pelarut. Gelatinisasi pati terjadi ketika larutan pati alami dipanaskan hingga granula pati menyerap air kemudian mengembang, dan struktur kristalinya terganggu (Copeland *et al.*, 2009), yang menyebabkan granula pati semakin mengembang dan terjadi pelepasan amilosa dari dalam granula pati (*Leaching*). Proses *leaching* pada granula pati diikuti dengan terjadinya retrogradasi atau penyusunan ulang struktur pati yang telah tergelatinisasi menjadi kristal pati. Metode presipitasi menghasilkan pati modifikasi yang lebih aktif dari pati alami, hal ini karena pati modifikasi mempunyai luas permukaan yang lebih besar (Chen *et al.*, 2006).

Pelarut yang digunakan dalam metode presipitasi ini adalah akuades dan etanol. Akuades merupakan air murni yang mempunyai kemampuan melarutkan zat-zat kimia seperti glukosa, asam, garam-garam sehingga akuades sering disebut pelarut universal. Etanol disebut juga etil alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH memiliki sifat tidak berwarna, volatil dan dapat bercampur dengan air. Etanol dapat mengikat air dengan baik sehingga pada saat proses pengendapan pati yang telah tergelatinisasi dapat terpisah dengan air (Ma et al., 2008). Lebih lanjut Ma et al. (2008) mengungkapkan bahwa perlakuan pemanasan dari proses gelatinisasi pati dan penambahan etanol secara perlahan, serta pengadukan secara cepat dari magnetic stirrer menyebabkan pati teretrogradasi dengan cepat dan membentuk partikel pati yang tidak larut air.

Konsentrasi pati juga dapat berpengaruh terhadap ukuran partikel pati (Saari et al., 2016) melakukan modifikasi pati sagu dengan metode presipitasi menggunakan konsentrasi pati sebesar 1% mendapat ukuran partikel pati sebesar 300-400 nm, hal serupa dilakukan oleh Ma et al. (2008) dengan memodifikasi pati jagung pada taraf konsentrasi pati 5% didapatkan pati dengan ukuran 50-300 nm. Panjaitan, et al. (2019) melakukan modifikasi pati uwi menggunakan metode presipitasi dengan taraf konsentrasi pati yang berbeda yaitu pada taraf 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, dari kelima taraf konsentrasi pati tersebut didapat bahwa ukuran partikel pati yang terkecil terdapat pada taraf konsentrasi 3% yaitu sebesar $(0,888 \times 1,313 \mu m)$ sampai dengan $(13,334 \times 24,701 \mu m)$. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati dan jenis pelarut terhadap sifat fisik pati uwi putih modifikasi.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi uwi putih, akuades, etanol teknis 96% dan etanol absolut. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini berupa timbangan analitik, ayakan 200 mesh dan 60 mesh, baskom, talenan, pisau, oven, termometer, *autoclave reaktor*, vortex, sentrifuge, tabung reaksi, gelas ukur, gelas piala, batang pengaduk, cawan petri dan SEM.

B. Rancangan Penelitian

Penelitian ini didesain dengan metode presipitasi menggunakan 2 teknik gelatinisasi dengan beberapa taraf konsentrasi pati. teknik gelatinisasi yang digunakan pada metode ini menggunakan autoclave reactor dengan 2 jenis pelarut yang berbeda yaitu pelarut akuades dan pelarut campuran antara akuades dan etanol dengan perbandingan 1:1. Pada penelitian ini konsentrasi pati yang digunakan terdapat pada tiga taraf konsentrasi yang berbeda, yaitu 1%, 3%, dan 5% dengan pengulangan sebanyak 2 kali untuk setiap perlakuan. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif.

C. Prosedur Penelitian

1. Ekstraksi Pati Umbi Uwi (Ulyarti et al., 2016)

Umbi uwi dibersihkan kulit luarnya dan dicuci untuk menghilangkan getah dan bekas tanah pada umbi, selanjutnya uwi dipotong dan diiris dengan ketebalan 2-3 mm, kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan lendirnya lalu ditiriskan. Irisan umbi kemudian direndam dalam larutan air garam 15% selama 30 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir sebanyak 3 kali hingga lendirnya menghilang. Irisan umbi dihaluskan menggunakan blender hingga halus. Bubur umbi yang dihasilkan disaring menggunakan saringan 200 mesh. Suspensi diendapkan selama 6 jam dan disimpan di lemari pendingin. Endapan selanjutnya dibilas dengan akuades untuk memurnikan pati. Pati kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan ketebalan suspensi pati 0,5 cm pada suhu $50^\circ C$ selama 6 jam. Pati yang sudah kering kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan saringan 60 mesh dan disimpan dalam wadah kedap udara

2. Modifikasi Pati (Saari et al., 2016 dengan modifikasi)

Jumlah pati uwi yang digunakan (1gr, 3gr, 5gr) dilarutkan dalam pelarut sesuai perlakuan (akuades atau pelarut campuran akuades dan etanol dengan rasio 1:1) hingga mencapai volume larutan 100 ml. Larutan ini dimasukkan dalam autoclave reactor dan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 140° selama 60 menit. Larutan pasta pati yang telah dipanaskan ditambahkan dengan 500 ml etanol teknis sedikit demi sedikit sambil terus diaduk. Proses pengadukan dilanjutkan selama 8 jam

menggunakan magnetic stirrer. Larutan pasta pati kemudian disentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Endapan pati yang didapat dicuci menggunakan etanol absolut sebanyak 3 kali. Endapan pati lalu dikeringkan menggunakan pengeringan udara refrigerator selama 7 hari hingga didapat pati modifikasi.

D. Parameter yang dianalisis

1. Rendemen Pati (Hartati, 2006)

Rendemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) antara jumlah pati yang dihasilkan dengan jumlah pati yang di ekstrak. Rendemen pati biasa dinyatakan dalam bentuk persen (%). Rendemen pati uwi hasil modifikasi pati dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir pati setelah di modifikasi}}{\text{Berat awal pati sebelum dimodifikasi}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Morfologi Granula Pati

Analisis morfologi terhadap granula pati hasil modifikasi dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) JEOL JSM-6360 LA. Sampel pati modifikasi ditempelkan pada set holder dengan perekat ganda, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Sampel kemudian dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM, kemudian Gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 250 dan 1000 X. Pengamatan morfologi pati dilakukan dengan bantuan aplikasi *Image J* versi 1.5.2 dengan pengkalibrasian skala yang terdapat pada *image* SEM.

3. Ukuran Granula Pati

Pengukuran granula pati dilakukan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) JEOL JSM-6360 LA dengan aplikasi *Image J* versi 1.5.2 sebagai pengkalibrasi skala yang terdapat pada *image* SEM. Pengamatan ini dilakukan untuk melihat ukuran partikel pati pada setiap percobaan. Pengukuran pada pati modifikasi dilakukan dengan melakukan kalibrasi skala *image* SEM pada menu *set scale* dengan *known distance* 10 dan dengan mengubah satuan pengukuran pada μm .

4. Swelling Power (SP) dan Solubility (S) (Adebowale et al., 2009)

Pati seberat 0,1 gram disuspensi ke dalam 10 ml akuades dimasak pada suhu (65 dan 85 °C) dan dibiarkan konstan pada suhu tersebut selama 30 menit. Sampel kemudian didinginkan segera hingga mencapai suhu ruang dan disentrifugasi dalam tabung tertutup dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Berat sedimen dan berat padatan dalam supernatan diukur. Caranya adalah dengan menuangkan supernatan ke dalam *petri dish* dan ditempatkan dalam air mendidih agar menguap cairannya. *Petri dish* kemudian dikeringkan pada suhu 105 °C dan ditimbang.

$$SP \text{ (gr/gr)} = \frac{\text{Berat sedimen basah}}{(\text{Berat pati awal} - \text{Berat supernatant kering})} \quad (2)$$

$$S \text{ (\%)} = \frac{\text{Berat supernatant kering}}{\text{Berat sedimen basah}} \times 100\% \quad (3)$$

5. Daya Serap Air (Water Absorption Capacity) (Falade dan Christopher, 2015)

Sebanyak 0,1 gram sampel pati disuspensi ke dalam 5 ml air destilat dalam tabung sentrifuge yang telah diketahui beratnya. Suspensi kemudian divortex 3 kali dengan jeda waktu antar vortex selama 10 menit. Suspensi kemudian disentrifugasi pada 2000 rpm selama 30 menit. Supernatan kemudian dibuang dan tabung dikering udarkan. Selisih berat tabung adalah jumlah air yang diserap oleh pati. Daya serap air dinyatakan dalam persentase air yang diserap oleh 100 gram bahan.

$$\% \text{ WAC} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

a = berat tabung kosong

b = berat sampel

c = berat tabung dan pati basah

6. Daya Serap Minyak (*Oil Absorption Capacity*) (Falade dan Christopher, 2015)

Sebanyak 0,1 gram sampel pati disuspensi ke dalam 5 ml minyak goreng dalam tabung sentrifuge yang telah diketahui beratnya. Suspensi kemudian divortex 3 kali dengan jeda waktu antar vortex selama 10 menit. Suspensi kemudian disentrifugasi pada 2000 rpm selama 30 menit. Supernatan kemudian dibuang dan tabung dibersihkan dengan kain kering. Selisih berat tabung adalah jumlah minyak yang diserap oleh pati. Daya serap minyak dinyatakan dalam persentase minyak yang diserap oleh 100 gram bahan.

$$\% \text{ OAC} = \frac{(c-a)-b}{b} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

a = berat tabung kosong

b = berat sampel

c = berat tabung dan pati basah

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen Pati

Rendemen merupakan persentase hasil perbandingan berat kering pati modifikasi yang dihasilkan dengan berat pati alami yang digunakan (Yuniarifin *et al.*, 2006). Rendemen biasa digunakan sebagai acuan untuk dapat memperkirakan jumlah bahan baku untuk memproduksi produk dalam waktu tertentu (Haris, 2008). Besarnya nilai rendemen setiap perlakuan sangat dipengaruhi peristiwa terdifusinya amilosa dari dalam granula pati yang menghasilkan pati dengan ukuran kecil. Pati modifikasi berukuran kecil dihasilkan ketika pati mendapat perlakuan gelatinisasi pada suhu tinggi (Ma *et al.*, 2008). Pembentukan pati berukuran kecil dihasilkan dari pemutusan ikatan hidrogen pada daerah amorf memiliki ikatan yang lemah (Le Corre *et al.*, 2010). Rendemen pati hasil modifikasi menggunakan metode presipitasi dengan 3 level konsentrasi pati dan 2 jenis pelarut yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rendemen pati hasil modifikasi

Perlakuan		Rendemen (%)
Pati (%)	Pelarut	
1	akuades	71,63
1	akuades dan etanol	67,97
3	akuades	87,11
3	akuades dan etanol	77,05
5	akuades	82,19
5	akuades dan etanol	85,6

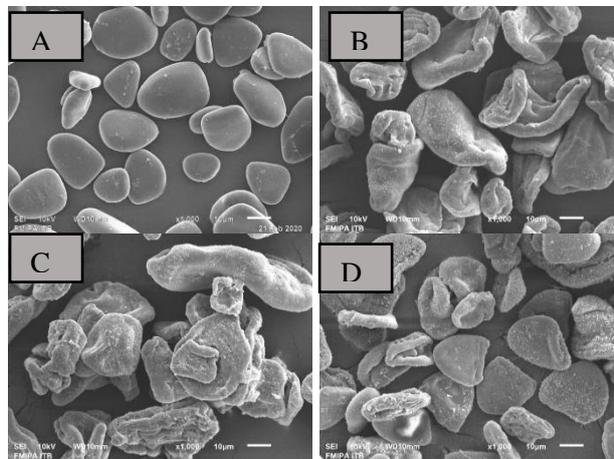
Dilihat dari konsentrasi pati yang digunakan, nilai rendemen pati modifikasi mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi pati yang digunakan. Nilai rendemen yang dihasilkan berkisar antara 67,97% - 87,11%. Pada konsentrasi 1%, nilai rendemen yang didapatkan pada penelitian ini lebih rendah dari yang pernah dilaporkan sebelumnya oleh Ulyarti *et al* (2021) pada pati uwi dengan rendemen sebesar 74% untuk perlakuan dengan pelarut akuades dan 76% untuk perlakuan dengan pelarut campuran akuades dan etanol.

Perbedaan nilai rendemen juga terjadi berdasarkan pelarut yang digunakan pada saat gelatinisasi. Penggunaan pelarut campuran akuades dan etanol mengakibatkan tidak tercapainya proses gelatinisasi yang sempurna. Kombinasi penggunaan air dan etanol juga memberikan efek yang cukup signifikan terhadap nilai rendemen dan morfologi yang dihasilkan. Penggunaan pelarut campuran akuades dan etanol menimbulkan perubahan struktur pada daerah kristal granula pati namun morfologi granula yang dihasilkan tetap utuh, hal ini terjadi karena air bertindak untuk menginduksi pemutusan ikatan amilosa dan amilopektin sementara etanol menghambat pembengkakan granula pati (Zhang *et al.*, 2012).

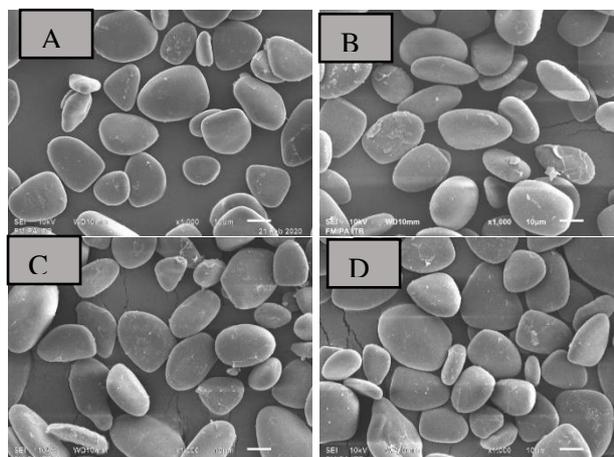
B. Morfologi Granula Pati

Morfologi granula pati yang dihasilkan pada proses modifikasi pati dengan teknik gelatinisasi dilanjutkan dengan proses presipitasi dapat dianalisa dengan alat berupa *scanning electron microscope* (SEM). Uwi memiliki granula pati alami berbentuk oval, elips dan bulat (Nadia *et al.*, 2014). Perubahan pada morfologi pati terjadi ketika pati mendapat perlakuan suhu tinggi selama proses gelatinisasi. Dengan adanya energi termal pada pati selama proses pemanasan di atas suhu gelatinisasi, ikatan kovalen dan hidrogen pada Struktur *double helix* granula pati akan rusak dan terjadi pelelehan pada bagian kristalin pati sehingga menghasilkan granula pati berukuran kecil (Wulandari, 2013).

Dari image SEM terlihat bahwa granula pati modifikasi yang dihasilkan menggunakan pelarut akuades (Gambar 1) memiliki morfologi granula yang tidak beraturan dan saling mengikat antara granula satu dengan lain. Morfologi granula pati yang dihasilkan pada perlakuan ini sekilas lebih besar dibandingkan dengan perlakuan dengan pelarut campuran antara etanol dengan akuades dengan perbandingan 1:1 (Gambar 2) hal ini menunjukkan bahwa pati hasil presipitasi menggunakan pelarut yang berbeda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda (Wulandari 2013). Perubahan pada morfologi granula pati ini terjadi dimulai dari swelling granula pati saat pemanasan karena masuknya air kedalam granula pati. Air yang masuk ke dalam granula kemudian berikatan dengan komponen penyusun granula. Proses gelatinisasi pada perlakuan ini tidak terjadi secara sempurna sehingga granula pati tidak sampai pada proses leaching secara sempurna, yaitu proses keluarnya komponen pati dari dalam granula pati akibat tercapainya suhu maksimum gelatinisasi sehingga granula pati pecah pada saat pemanasan



Gambar 1: Image SEM granula pati uwi modifikasi menggunakan pelarut akuades perbesaran 1000x, A (pati alami uwi putih), B (konsentrasi 1%), C (konsentrasi 3%), D (konsentrasi 5%)



Gambar 2: Image SEM granula pati uwi modifikasi menggunakan pelarut campuran akuades dan etanol (1:1) perbesaran 1000x, A (pati alami uwi putih), B (konsentrasi 1%), C (konsentrasi 3%), D (konsentrasi 5%)

Morfologi granula pati pada perlakuan dengan menggunakan campuran pelarut akuades dengan etanol dengan perbandingan 1:1 (Gambar 2) terlihat lebih seragam dengan bentuk oval seperti pati alami. Nadia et al (2014) berpendapat bahwa umbi uwi memiliki granula pati alami berbentuk oval, elips dan bulat seperti pada gambar A. Bentuk morfologi ini tidak berbeda jauh dengan morfologi granula pati uwi alami dapat disebabkan karena terhambat atau bahkan tidak terjadinya pembengkakan granula pada saat gelatinisasi. Tidak terjadinya pembengkakan granula pada saat gelatinisasi dapat terjadi akibat dari efek pelarut etanol. Penggunaan etanol sebagai pelarut dapat menyebabkan terhambatnya pembengkakan granula pati pada saat proses gelatinisasi (Zhang et al., 2012). Morfologi granula pati pada perlakuan konsentrasi pati 3% terlihat memiliki lebih banyak partikel granula pati yang berukuran kecil dibandingkan konsentrasi lainnya, namun partikel pati pada konsentrasi 3% saling mengikat sehingga cukup sulit untuk melihatnya. Morfologi granula yang tampak lebih besar adalah morfologi granula pati pada perlakuan dengan konsentrasi pati 1%, bertambahnya ukuran morfologi granula pati pada perlakuan ini dapat disebabkan oleh terjadinya pembengkakan granula pati pada saat pemanasan namun tidak sampai pecah dikarenakan gelatinisasi yang terjadi tidak mencapai maksimum.

C. Ukuran Granula Pati

Ukuran granula pati didapat melalui aplikasi image J menggunakan data image *scanning electron microscope* (SEM). Ukuran granula pati uwi modifikasi hasil penelitian pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran granula pati hasil modifikasi

Perlakuan		Ukuran granula (μm)
Konsentrasi Pati (%)	Pelarut	
Pati alami	-	4,926-23,544
1	akuades	7.134-31.473
1	akuades dan etanol	5.732-22.642
3	akuades	3.848-33.273
3	akuades dan etanol	3.976-24.468
5	akuades	6.657-23.111
5	akuades dan etanol	6.832-26.102

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pati modifikasi dengan pelarut akuades memiliki rata-rata panjang yang lebih tinggi dibandingkan panjang granula pati yang dihasilkan dengan pelarut campuran. Perbedaan nilai panjang pada pati hasil modifikasi ini karena pada saat gelatinisasi granula pati yang dilarutkan dengan pelarut akuades mengalami pengembangan ukuran selama pemanasan. Pemberian energi termal terhadap larutan pati akan merusak struktur kristalin pada pati. Molekul air yang terserap akan berikatan dengan ikatan hidrogen pada gugus hidroksil amilosa dan amilopektin yang menyebabkan pengembangan pada granula. Pada perlakuan dengan pelarut campuran, ukuran panjang granulanya tidak jauh berbeda dengan pati alami karena keberadaan etanol dapat menghambat proses pembengkakan granula (Zhang et al., 2012).

Dilihat dari konsentrasi pati yang digunakan, ukuran granula pati terkecil didapat pada konsentrasi pati 3%. Ukuran panjang granula yang dihasilkan pada perlakuan ini sebesar 3.848-33.273 μm dengan pelarut akuades dan 3.976-24.468 μm dengan pelarut campuran akuades dan etanol. Kecilnya ukuran granula pada konsentrasi 3% dikarenakan tercapainya gelatinisasi sehingga terjadi leaching pada granula pati. Banyaknya air yang terserap kedalam granula pati pada saat proses gelatinisasi terjadi sehingga pembengkakan granula pati menjadi maksimal. Pembengkakan yang maksimal pada granula pati tersebut membuat pati tidak mampu untuk menampung air sehingga granula pati pecah dan menghasilkan ukuran pati yang lebih kecil. Perlakuan dengan konsentrasi 5% pati menghasilkan ukuran granula pati yang lebih besar dibandingkan konsentrasi 3% terjadi karena peningkatan konsentrasi pati yang semakin besar dapat menyulitkan suhu gelatinisasi tercapai. Semakin kental larutan yang digunakan maka suhu gelatinisasi akan semakin sulit tercapai sehingga pembengkakan pada granula pati tidak mencapai titik optimal. Hasil penelitian yang didapat tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan, et al (2019) yang menyatakan bahwa terjadi penurunan ukuran pada penggunaan konsentrasi 3% dan mengalami kenaikan ukuran pada penggunaan konsentrasi 4% dan 5%.

D. Swelling Power dan Solubility

Swelling power adalah penambahan volume dan berat maksimum pati dalam air yang menunjukkan kemampuan pati untuk mengembang di dalam air pada saat pemanasan. Nilai *swelling power* yang tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak air yang terserap oleh granula pati selama pemasakan. Kadar amilosa yang terkandung dalam pati sangat berpengaruh terhadap nilai *swelling power* karena semakin tinggi kadar amilosa maka nilai volume pengembangan juga mengalami peningkatan (Murillo, 2008) *solubility* atau kelarutan adalah kemampuan padatan pati untuk larut dalam air (Falade dan Christopher, 2015). *Swelling power* dan *solubility* pati uwi putih modifikasi hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Swelling power dan solubility pati uwi putih modifikasi

Pati (%)	Perlakuan	<i>Swelling Power</i> (g/g)		<i>Solubility</i> (%)	
		65°C	85 °C	65 °C	85 °C
1	Akuades	9,29	15,87	5,49	0,05
1	Akuades dan Etanol	2,49	11,46	1,35	0,37
3	Akuades	18,91	21,89	1,08	0,55
3	Akuades dan Etanol	3,18	13,34	1,23	0,76
5	Akuades	13,18	18,48	1,44	0,31
5	Akuades dan Etanol	3,19	10,21	0,64	0,32

Pada Tabel 3 diketahui bahwa nilai *swelling power* mengalami kenaikan sejalan dengan meningkatnya suhu pemanasan. Pada suhu 65°C nilai *swelling power* pati modifikasi dengan perlakuan menggunakan pelarut campuran lebih kecil dibandingkan nilai *swelling power* pati modifikasi dengan perlakuan dengan pelarut akuades. Nilai *swelling power* pati uwi putih modifikasi yang didapat melalui penelitian ini lebih tinggi dibanding nilai *swelling power* pati uwi putih alami seperti yang dilaporkan Juhana (2018). Nilai *swelling Power* pati uwi putih alami sebesar 2,54 (g/g) untuk suhu pemanasan 65°C dan 10,78 (g/g) untuk suhu pemanasan 85°C. Peningkatan *swelling power* pada pati hasil modifikasi disebabkan granula pati yang telah dimodifikasi memiliki ukuran yang lebih kecil sehingga ikatan hidrogen pada granula mudah terganggu dan granula mudah membengkak.

Pada Tabel 3 diketahui nilai *swelling power* pada perlakuan menggunakan pelarut akuades lebih besar dibanding perlakuan dengan pelarut campuran. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan menggunakan pelarut akuades dengan konsentrasi pati 3%, dimana nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai *swelling power* pada suhu pemanasan 65°C. Hal ini mengindikasikan bahwa pada penggunaan suhu 65°C pati hampir menyerap air dengan maksimum. Peningkatan nilai *swelling power* pada suhu 85°C yang besar dibandingkan nilai *swelling power* pada suhu 65°C mungkin disebabkan oleh suhu 85°C sudah melewati suhu gelatinisasi pati. Tingginya suhu yang digunakan berakibat juga terhadap jumlah penyerapan air oleh pati pada saat pemanasan.

Nilai *solubility* pati uwi hasil modifikasi pada suhu pemanasan 65°C pada perlakuan dengan pelarut akuades berkisar antara 1,08% - 5,49%, dengan nilai tertinggi didapatkan pada perlakuan menggunakan pati alami dengan konsentrasi 1%. Pada perlakuan dengan pelarut campuran antara akuades dan etanol nilai *solubility* yang didapatkan berkisar antara 0,64% - 1,35% dengan nilai tertinggi dihasilkan pada perlakuan dengan menggunakan konsentrasi pati 1%. Nilai *solubility* pada suhu 85°C mengalami penurunan dibanding pada suhu pemanasan 65°C. Nilai *solubility* pada perlakuan menggunakan pelarut akuades sekitar 0,05% - 0,31%, dan 0,32% - 0,76% untuk perlakuan dengan pelarut campuran akuades dengan etanol.

Menurut Juhana (2018), nilai *solubility* pati uwi putih alami sebesar 1,65% pada suhu pemanasan 65°C dan 0,26% pada suhu pemanasan 85°C. Pada suhu pemanasan 85°C nilai *solubility* pati uwi putih hasil modifikasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan nilai *solubility* pati uwi alami, kecuali pada perlakuan dengan 1% pati dengan pelarut akuades, dengan nilai yang dihasilkan sebesar 0,05%. Tingginya nilai *solubility* sangat dipengaruhi oleh jumlah ikatan rantai hidrogen penyusun pati yang melemah dan terputus pada saat modifikasi. Granula pati dengan berat molekul amilosa yang rendah lebih mudah terlarut dan keluar dari granula. Nilai *solubility* tertinggi pada suhu 85°C didapatkan pada perlakuan menggunakan pelarut 3%. Besar nilai yang didapatkan sebesar 0,55% untuk perlakuan dengan pelarut akuades dan 0,76% untuk perlakuan dengan pelarut campuran akuades

dan etanol. Tingginya nilai solubility pada konsentrasi ini disebabkan karena perusakan ikatan hidrogen pada granula pati yang maksimal selama gelatinisasi. Ikatan hidrogen yang terputus akan keluar dari dalam granula dan terlarut dalam air.

E. Daya Serap Air (*Water Absorption Capacity*)

Daya serap air (*water absorption capacity*) merupakan kemampuan granula dalam menyerap dan mengikat air. Daya serap air menunjukkan kemampuan suatu komponen untuk berikatan dengan air dalam kondisi jumlah air yang terbatas (Rauf dan Sarbini, 2015). Struktur kimia dan komponen lain yang bersifat hidrofilik pada pati seperti serat dan protein juga mempengaruhi kapasitas daya serap air (Wulandari, 2013). Daya serap air pati uwi putih modifikasi hasil penelitian pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya serap air pati uwi putih modifikasi

Perlakuan		Daya serap air (%)
Pati (%)	Pelarut	
1	Akuades	970
1	Akuades dan Etanol	175
3	Akuades	995
3	Akuades dan Etanol	287,5
5	Akuades	735
5	Akuades dan Etanol	237,5

Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa daya serap air pati uwi putih hasil modifikasi lebih tinggi dibandingkan nilai daya serap air pati uwi putih alami seperti yang dilaporkan Juhana (2018) yaitu sebesar 99,09%. Ukuran partikel yang lebih kecil hasil dari modifikasi pati diduga mempengaruhi daya serap pati terhadap air. Ukuran molekul pati yang lebih kecil memudahkan air masuk kedalam molekul pati sehingga akan terjadi peningkatan daya serapnya terhadap air.

Daya serap air pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan pelarut yang berbeda pada saat gelatinisasi mempengaruhi nilai daya serap air tiap perlakuan. Nilai daya serap air pada perlakuan dengan menggunakan pelarut akuades lebih besar jika dibandingkan dengan nilai daya serap air pada pati hasil modifikasi dengan menggunakan pelarut campuran akuades dan etanol. Pada perlakuan dengan pelarut akuades nilai daya serap air didapat pada kisaran 735% - 995%, dan sebesar 175% - 287,5% untuk nilai hasil analisis daya serap air pada pati hasil modifikasi dengan menggunakan pelarut campuran akuades dan etanol. Rauf dan Sarbini (2015) yang melaporkan bahwa adanya variasi struktur granula pada masing-masing pati hasil modifikasi serta komponen lain yang bersifat hidrofilik dapat menyebabkan terjadinya perbedaan nilai daya serap air yang dihasilkan

Dilihat dari konsentrasi pati yang digunakan, nilai daya serap air tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan konsentrasi pati 3% yaitu sebesar 995% untuk perlakuan dengan pelarut akuades dan 287,5% untuk perlakuan dengan pelarut campuran antara akuades dan etanol. Tingginya nilai daya serap air pada perlakuan dengan konsentrasi pati 3% dipengaruhi oleh adanya partikel pati dengan ukuran kecil dibandingkan partikel pati hasil modifikasi pada perlakuan konsentrasi pati 1% dan 5%. Ukuran partikel yang lebih kecil hasil dari modifikasi pati akan meningkatkan daya serap air.

F. Daya Serap Minyak (*Oil Absorption Capacity*)

Kemampuan pati dalam menyerap minyak menunjukkan bahwa komponen penyusun pati bersifat lipofilik (Falade *et al.*, 2015). Daya serap minyak ditentukan berdasarkan selisih berat pati setelah berinteraksi dengan minyak dan berat awal pati. Daya serap minyak pati uwi putih modifikasi hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 terlihat bahwa nilai daya serap minyak pada perlakuan dengan pelarut akuades lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai daya serap minyak pati hasil modifikasi menggunakan pelarut campuran. Perbedaan ini dapat terjadi akibat proses gelatinisasi pada penggunaan pelarut akuades terjadi lebih maksimal dibanding gelatinisasi pati dengan menggunakan pelarut campuran akuades dan etanol. Gelatinisasi yang terjadi dengan maksimal ini mengakibatkan sisi hidrofobik pati terekspose keluar.

Tabel 5. Daya serap minyak pati uwi putih modifikasi

Perlakuan		Daya serap minyak (%)
Pati (%)	Pelarut	
1	Akuades	460
1	Akuades dan etanol	350
3	Akuades	617,5
3	Akuades dan etanol	350
5	Akuades	447,5
5	Akuades dan etanol	305

Dilihat dari konsentrasi pati yang digunakan, nilai daya serap minyak nilai tertinggi pada parameter daya serap air ini didapatkan pada perlakuan konsentrasi pati 3% yaitu sebesar 617,5% pada perlakuan dengan pelarut akuades dan 350% pada perlakuan dengan pelarut campuran akuades dan etanol. Nilai daya serap minyak yang cukup tinggi pada konsentrasi 3% menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini didapatkan pati hasil modifikasi dengan exposure sisi hidrofobik paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 1% dan 5%. Nilai daya serap minyak pati hasil modifikasi pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai daya serap minyak pati uwi alami pada penelitian Juhana (2018) yaitu sebesar 128,33%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa jenis pelarut mempengaruhi morfologi granula pati. Pelarut akuades menghasilkan pati modifikasi dengan karakteristik terbaik yaitu *swelling power*, daya serap air dan daya serap minyak yang lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut campuran akuades dan etanol. Modifikasi pati menggunakan konsentrasi pati 3% menghasilkan pati modifikasi dengan ukuran paling kecil yaitu sebesar 3.848 μ m hingga 33.273 μ m serta *swelling power*, daya serap air dan daya serap minyak yang paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi pati 1% dan 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., Henle, T., Schwarzenbolz, U., Doert, T. (2009). Modification and properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa Hochst. Ex. A. Rich.*) Harms starch. I: Heat moisture treatment and annealing. *Food Hydrocolloids* 23:1947-1957.
- Baah, F. D. (2009). Characterization of Water Yam (*Dioscorea alata*) For Existing and Potential Food Products. Faculty of Biosciences. Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Kumasi. Ghana.
- Chen, H., Weiss, J., Shahidi, F. (2006). Nanotechnology in nutraceuticals and functionals foods. *Food Techno.* 60:30-6
- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., Tang, M.C. (2009). Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids* 23:1527-1534
- Falade, K.O., Christopher, A.S. (2015). Physical, functional, pasting and thermal properties of flours and starches of six Nigerian rice cultivars. *Food Hydrocolloids.* 44: 478-490
- Haris, M.A. (2008). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Nila Sebagai Gelatin Dan Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Hartati, P. (2006). Pengaruh penambahan berbagai jenis bahan pengikat terhadap mutu nugget rajungan. *Jurnal Agrisistem* 2 (1): 1-5.
- Jayakody, L., Hoover, R. (2002). The effect of lintnerization on cereal starch granules. *Food Res. Int.* 35:665-680.
- Le Corre, D., Bras, J., Dufresne, A. (2010). Starch Nanoparticles: A Review. *Biomacromolecules.* 11: 1139-1153.

- Ma, X., Jiar, R., Chang, P.R., Yu J. (2008). Fabrication and Characterization of Citric Acid-Modified Starch Nanoparticles/ Plasticized-Starch Composites. *Biomacromolecules*;9(11):33, 14-20.
- Miyazaki, V.H., Megumi, M., Tomoko, M., Naofumi. (2006). Recent Advances in Application of Modified Starches for Breadmaking, *Trend in Food Science & Technology* 17: 591-599.
- Murillo, C.E.C., Wang, Y.J., and Perez, L.A.B. (2008). Morphological, Physicochemical and Structural Characteristics of Oxidized Barley and Corn Starches. *Starch/Stärke* Vol. 60, 634-645
- Nadia, L., Wirakartakusumah, M., A., Andarwulan, N., Purnomo, E., H., Koaze, H. and Noda, T. (2014). Characterization of Physicochemical and Functional Properties of Starch from Five Yam (*Dioscorea alata*) Cultivars in Indonesia. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 5 (6): 489-496
- Panjaitan. N, Ulyarti, Mursyid., Nazarudin. (2019). Modifikasi pati uwi kuning (*Dioscorea Alata*) menggunakan metode presipitasi serta aplikasinya untuk *edible film*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 23(2):196-204
- Peroni, F. H.G., Rocha, T.S., Franco, C.M.L. (2006). Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. *Food Science and Technology International*. 12(6): 505-513.
- Rauf, R., Sarbini, D. (2015). Daya Serap Air Sebagai Acuan Untuk Menentukan Volume Air Dalam Pembuatan Adonan Roti Dari Campuran Tepung Terigu Dan Tepung Singkong. *AGRITECH*. 35(3):324-330
- Saari, H., Fuentes, C., Sjoo, M., Rayner, M., Wahlgren, M. (2016). Productions of starch nanoparticles by dissolution and non-solvent precipitation for use in food-flade pickering emulsions. *Carbohydrate Polymers*. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.10.003
- Ulyarti, Lavlinesia, D. Fortuna, Surhaini. (2016). The study of physical properties of *discorea alata*'s starch from Jambi Province. *Journal Advanced Science Engineering Information Technology*. 6 (4):456-459
- Ulyarti, U., Lisani, L., Surhaini, S., Lumbanraja, P., Satrio, B., Supriyadi, S., Nazarudin, N. (2021). The application of gelatinization techniques in modification of cassava and yam starches using precipitation method. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05134-0>
- Winarti, C., Sunarti, T., Richana, N. (2011). Produksi dan Aplikasi Pati Nanopartikel. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 7 (2): 104-114.
- Wulandari, K. (2013). Penyiapan Dan Karakterisasi pati Nanokristalin Dari Sagu Dan Tapioka. Skripsi. Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB
- Yuniarifin, H., Bintoro, V., P. dan Suwarastuti, A. (2006). Pengaruh berbagai konsentrasi asam fosfat pada proses perendaman tulang sapi terhadap rendemen, kadar abu dan viskositas gelatin. *J. Indo.Trop. Anim. Agric*. 31 (1): 55-61.
- Zhang, B., Dhital, S., Haque, E., Gidley, M.J. (2012). Preparation and characterization of gelatinised granular starch es from aqueous ethanol treatment. *Carbohydrate Polymers* (90):1587-1594