

## KARAKTERISASI PATI UBI JALAR PUTIH, ORANGE, DAN UNGU

Yuliansar<sup>1</sup>, Ridwan<sup>2</sup>, Hermawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

<sup>2,3</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

email: [ansarbaso1992@gmail.com](mailto:ansarbaso1992@gmail.com), Mobile : 085242241082

### Abstrak

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman yang mudah tumbuh di berbagai tempat dengan lama waktu tumbuh hingga panen sekitar 3 bulan. Komponen utama pada ubi jalar adalah karbohidrat. Ubi jalar sebagai tanaman umbi banyak mengandung pati. Pati alami sangat terbatas penggunaannya dalam industri pangan karena memiliki sifat viskositas yang tinggi, sangat kohesif, stabil pada temperatur yang rendah, dan tidak stabil jika diaplikasikan pada makanan dengan pH rendah. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kandungan (rendamen) pati, mendapatkan karakteristik fisik dan kimia pati dari tiga jenis ubi jalar yang berbeda warna daging umbinya, yaitu putih, orange, dan ungu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni mengekstraksi pati ubi jalar dari ketiga jenis (putih, orange, dan ungu) untuk kandungan rendamen, kemudian pati hasil ekstraksi tersebut dilakukan karakterisasi sifat fisik dan kimianya (kadar air, kadar pati, kadar amilosa dan amilopektin, viskositas, suhu gelatinisasi, dan ukuran granula). Besarnya rendamen pati yang diperoleh dari penelitian ini yakni tertinggi diperoleh dari pati ubi jalar putih dan ungu yakni masing-masing (17,2619 % dan 12,5139 %) dan terendah pada pati ubi jalar orange (7,60563 %). Pati dari ketiga jenis sesuai untuk bahan produk olahan yang memerlukan kadar amilosa dan stabilitas gel tertinggi, jenis ubi jalar orange dan ungu sesuai untuk produk yang memerlukan pati yang viskositas tinggi pada perlakuan suhu yang relatif rendah. Kemudian untuk karakterisasi sifat fisik dan kimianya yakni kadar air pati ubi jalar putih (0.184305), orange (0.13843), dan ungu (0.149215). Kadar pati ubi jalar putih (85.15836), orange (78.14348), dan ungu (46.98916). Kadar amilosa dan amilopektin pati ubi jalar putih (54.8366 dan 45.1634), orange (63.08276 dan 36.91724), dan ungu (46.13232 dan 53.86768). Viskositas pati ubi jalar putih (4173.16), orange (14884), dan ungu (11664). Suhu gelatinisasi pati ubi jalar putih (76 °C), orange (73 °C) dan ungu (68 °C). Ukuran granula pati ubi jalar putih (4,39535  $\mu\text{m}$ ), orange (2,8576  $\mu\text{m}$ ), dan ungu (3,84195  $\mu\text{m}$ ).

**Kata kunci :** Ubi jalar, pati, rendamen, karakter fisik dan kimia,

### PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman yang mudah tumbuh di berbagai tempat dengan lama waktu tumbuh hingga panen sekitar 3 bulan. Komponen utama pada ubi jalar adalah karbohidrat. Sewaktu dipanen, ubi jalar kering dengan kadar air 16-40% mengandung sekitar 75-90% adalah karbohidrat. Oleh masyarakat, tanaman ini hanya dimanfaatkan sebagai sumber pangan, sehingga nilai ekonomisnya kurang.

Ubi jalar sebagai tanaman umbi banyak mengandung pati. Menurut Bouwkamp (1985), ubi jalar mengandung pati 20% sampai 30% pati. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu pati yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi.

Pati yang belum dimodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar misalnya tepung tapioka (EbookPangan.com,2006).

Sekitar 87% produksi ubi jalar di Indonesia digunakan sebagai bahan pangan dengan tingkat konsumsi 7,1 kg/kapita/tahun (FAOSTAT 2001). Sebagai bahan pangan, ubi jalar umumnya diolah secara tradisional dengan produk yang dihasilkan berupa ubi rebus, ubi goreng, kolak, dan kripik, sehingga citranya masi kalah dibanding dengan produk-produk makanan yang berasal dari terigu. Untuk bahan baku industri, penggunaan ubi jalar juga masi terbatas pada produk saos (santoa *et al.* 1997). Kurangnya informasi mengenai bentuk olahan ubi jalar dan belum berkembangnya industri pengolahan komoditas ini sebagai bahan baku pangan menyebabkan permintaan terhadap ubi jalar relatif rendah. Salah satu kelemahan ubi jalar adalah tidak dapat disimpan lama. Hal ini berdampak terhadap melimpahnya produksi dan merosotnya harga ubi jalar pada saat panen raya.

Belum berkembangnya pemanfaatan pati ubi jalar sebagai bahan pangan dan industri disebabkan oleh kurangnya informasi hasil

penelitian dibanding dengan hasil penelitian tepung ubi jalar yang telah mencakup teknologi pengolahan. Varietas yang sesuai, berbagai jenis produk olahan, dan prospek pengembangannya ditingkat industri (Deniwati 1997, Santoso *et al.* 1994, Widowati *et al.* 1994, Antarlina 1997, Antarlina dan Utomo 1999, Hariyanto *et al.* 2002). Sejauh ini, penelitian pati ubi jalar masih terbatas pada karakterisasi pati dan biokonversi menjadi sirup fruktosa (Sastrodipuro 1986, Santosa .1997, Utomo dan Antarlina 1997). Semetara itu, varietas unggul ubi jalar terus dihasilkan oleh penelitian dengan sifat fisik dan kimia pati ubi jalar dari beberapa jenis unggul lokal, dan introduksi. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam pengolahan pangan dan nonpangan.

U.S Patent No. 3,912,590 tentang pembuatan maltodekstrin menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase (*Bacillus licheniformis*) didapatkan pH optimum 6. Dalam penelitian hidrolisis pati ubi jalar menjadi gula menggunakan HCL 0,5 diperlukan waktu selama 2 jam (Azhar dan Hamdy, 1996). Maltodekstrin merupakan salah satu produk hasil hidrolisa pati dengan menggunakan asam maupun enzim, yang terdiri dari campuran glukosa, maltose, oligosakarida, dan dekstrin (Deman, 1993).

Karakteristik maltodekstrin yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh karakteristik pati yang digunakan dan proses yang dipilih. Maltodekstrin dapat diproduksi dengan proses yaitu secara enzimatis (Ebook pangan, 2006). Beberapa variabel proses yang perlu diperhatikan dalam produksi maltodekstrin dari pati ubi jalar antara lain yaitu waktu dan temperatur. Lion dan Nelson, 1984 dan Kennedy *et al.*, 1995 dalam ebook pangan menyatakan bahwa produk hasil hidrolisis enzimatis pati mempunyai karakteristik yaitu tidak hidrokopis, meningkatkan viskositas produk, membuat matrik hidrogel, mempunyai daya rekat, dan ada yang dapat larut dalam air seperti laktosa.

Sifat fisiko dan kimia pati berpengaruh dalam konversi pati menjadi turunannya seperti konversi maltodekstrin dan maltosa. Suhu gelatinisasi erat hubungannya dengan viskositas yang berpengaruh terhadap kondisi operasi likuifikasi pati menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. Enzim  $\alpha$ -amilase dapat memotong ikatan pada pati ketika mencapai suhu gelatinisasi sempurna, ditandai dengan menurunnya viskositas suspensi pati. Sedangkan kadar pati berpengaruh terhadap seberapa banyak enzim  $\alpha$ -amilase yang harus digunakan. Adapun amilosa, amilopektin berpengaruh terhadap penggunaan jenis enzim. Fraksi yg terlarut dalam air yakni amilosa memiliki struktur lurus yang

dominan dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan fraksi yg tidak terlarut dalam air yakni amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa. Kedua fraksi tersebut berguna untuk mengoptimalisasi pemutusan ikatan. Pati dari sumber yang berbeda akan berbeda pula karakteristik patinya sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

### RUMUSAN MASALAH

Dari uraian diatas dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

- Berapa besar kandungan rendamen pada pati ubi jalar putih, orange, dan ungu?
- Bagaimana karakteristik fisika kimia pada pati ubi jalar putih, orange, dan ungu?

### TUJUAN PENELITIAN

Dengan mengacu pada uraian latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- Menentukan kandungan rendemen pati pada ubi jalar putih, orange, dan ungu.
- Mendapatkan karakterisasi fisiko kimia pada pati ubi jalar putih, orange, dan ungu, yang meliputi kadar air, kadar pati, kadar amilosa amilopektin, viskositas, suhu gelatinisasi, dan ukuran granula pati.

### MAMFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

- Mendapatkan kandungan rendamen pati ubi jalar putih, orange, dan ungu.
- Mendapatkan karakteristik fisiko kimia pada pati ubi jalar putih, orange, dan ungu, yang meliputi kadar air, kadar pati, kadar amilosa amilopektin, viskositas, suhu gelatinisasi, dan ukuran granula pati
- Sebagai bahan literatur pemanfaatan ubi jalar putih, orange, dan ungu.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan salah satu tanaman pangan tropis yang banyak terdapat di Indonesia. Ubi jalar memiliki potensi yang sangat layak untuk dipertimbangkan dalam menunjang program diversifikasi pangan yang berbasiskan pada produk tepung dan pati (Honestin 2007). Pati ubi jalar belum banyak dimanfaatkan di Indonesia seperti pati ubi kayu, jagung dan garut. Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) mempunyai daya adaptasi lingkungan yang luas, dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis pada ketinggian 0

sampai 3000 m diatas permukaan laut dan pada berbagai kondisi tanah (Rahayuningsih dkk., 2000). Ubi jalar adalah jenis tanaman yang mempunyai daya tumbuh yang tinggi (97-100 %) dan mempunyai daya tahan dari serangan hama. Ubi jalar memiliki empat varietas (klon) yang berbeda warna daging umbinya, yaitu Sukuh (putih), Pakhong (kuning muda) dan Ayamurasaki (ungu tua) (Rahayuningsih dkk. 2000).Tabel 1.hasil penelitian Dewa Ngurah Suprpta tahun 2003 :

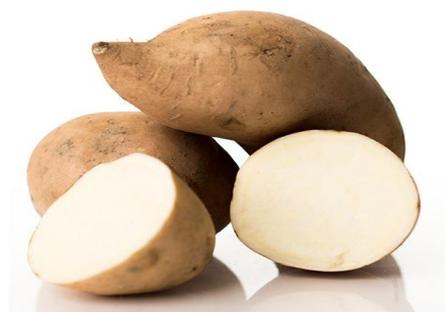
JENIS	Ubi jalar putih	Ubi jalar kuning	Ubi jalar ungu
Kalori	123 kkal	136 kkal	123 kkal
Karbohidrat	28,79%	24,47%	12,64%
Gula reduksi	0,32%	0,11%	0,30%
Lemak	0,77%	0,68%	0,94%
Protein	0,89%	0,49%	0,77%
Air	62,24%	68,78%	70,46%
Abu	0,93%	0,99%	0,84%
Serat	2,5%	2,79%	3%

Satu buah sedang (100 g) ubi jalar ungu kukus hanya mengandung 123 kalori, ¼ jumlah kalori dari sepotong *black forest cake*.

Ubi jalar tahan disimpan hingga tiga bulan. Kadar bahan kering bervariasi dari 16 hingga 40% dibanding ubi jalar segar. Sukrosa umumnya terdapat pada umbi dalam bentuk segar. Kadar maltosa pada ubi jalar meningkat saat ditanak, karena aktivitas enzim beta-Amilase.(Takagi *et al.*, 1996).Berdasarkan penelitian Marsono dkk (2002), ubi jalar sebagai sumber karbohidrat memiliki indeks glikemik 54.Nilai indeks glikemik (IG) < 55 termasuk kelompok yang rendah, IG 55-70 sedang, dan >70 tinggi, jadi IG ubi jalar termasuk rendah. Tepung ubi jalar mengandung serat makanan yang relatif tinggi disertai dengan indeks glikemik yang rendah, artinya, tepung ubi jalar atau makanan berbasis tepung ubi jalar lebih lambat dicerna dan lambat meningkatkan kadar gula darah.Ubi jalar juga mengandung berbagai antioksidan yaitu sebagai berikut :Tabel 2. Hasil penelitian Marson dkk (2002) :

ANTIOKSIDA N per 100 gram	Ubi jalar putih	Ubi jalar kuning g	Ubi jalar ungu
Betakaroten	260 mkg (869 SI)	2900 mkg (9675 SI)	9900 mkg (32967 SI)
Vitamin C	28,68 mg/100 gr	29,22 mg/100 gr	21,43 mg/100 gr
Antosianin	0,06 mg/100 gr	4,56 mg/100 gr	110,51 mg/100 gr
Vitamin A			7.700 mg

Dari ketiga jenis ubi jalar itu yang paling tinggi kadar antosianinnya adalah ubi jalar ungu.Ubi jalar ungu merupakan umbi-umbian yang mengandung senyawa antioksidan paling komplet. Makin pekat warna jingganya, makin tinggi kadar betakaroten yang merupakan bahan pembentuk vitamin A dalam tubuh. Kandungan betakaroten ubi jalar adalah yang paling tinggi di antara padi-padian, umbi-umbian, dan hasil olahannya. Varietas ubi jalar ungu lebih kaya akan kandungan vitamin A mencapai 7.700 mg per 100 gr, ratusan kali lipat dari kandungan vitamin A dalam bit dan 3 kali lipat dari tomat. Ubi jalar yang digoreng akan mmeningkat bioavailabilitas betakarotennya karena minyak berperan sebagai pelarut senyawa tersebut. Di dalam tubuh, betakaroten menjadi lebih mudah diserap dan akan mengalami metabolisme lanjutan.





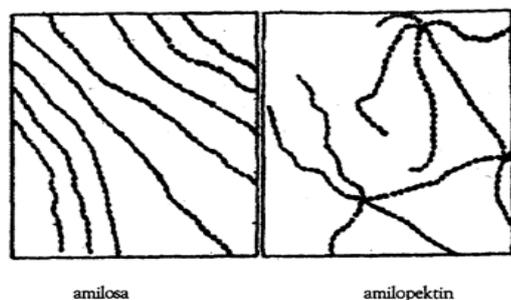
**Gambar 1.** Ubi jalar putih (sukuh), orange (phakong), dan ungu (ayamurasaki)

Pati varietas Sukuh (putih) memiliki tingkat kekerasan dan kekuatan gel tertinggi, berkaitan dengan kadar amilosanya yang tertinggi juga (39% bk). Waktu dan suhu gelatinisasi pati bervariasi di antara varietas, dengan nilai tertinggi pada pati dari varietas Sukuh (39 menit, 88,5°C). Sementara itu, viskositas puncak tertinggi tampak pada pati asal varietas Sari. Pati dari ketiga varietas sesuai untuk bahan produk olahan yang memerlukan kadar amilosa dan stabilitas gel tinggi, seperti sohon dan bahun. Varietas Pakhong, dan Ayamurasaki juga sesuai untuk produk yang memerlukan pati yang berviskositas tinggi pada perlakuan suhu yang relatif rendah. Berdasarkan rendemennya, varietas Sukuh paling sesuai untuk sumber pati produk olahan, walaupun warna pati masih perlu diperbaiki. Varietas Ayamurasaki juga baik untuk sumber pati, tetapi patinya lebih sesuai untuk bahan produk olahan yang tidak memerlukan warna cerah sebagai tolak ukur mutu (Widodo et al. 2005). Osundahunsi et al. (2003) dalam Honestin (2007) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan suhu gelatinisasi dan kapasitas penyerapan air yang signifikan antara jenis ubi jalar merah dengan ubi jalar putih, namun umumnya suhu gelatinisasi pati ubi jalar lebih rendah dibandingkan dengan tepungnya. Jangchud et al. (2003) dalam Honestin (2007) menjelaskan bahwa viskositas puncak tepung ubi jalar lebih rendah dibandingkan patinya, namun kisaran suhu gelatinisasi tepung lebih tinggi yang dipengaruhi oleh granula-granula yang membengkak dan adanya partikel lain (misalnya protein pada permukaan granula) pada tepung. Ubi jalar dapat

dipanen dua sampai tiga kali setahun dengan produktifitas yang cukup tingginya rata-rata 25,30 t/ha (Limbongan dan Soplanit, 2007). Tepung dan kadar pati ubi jalar tergantung dari varietas serta usia selama panen. Pemanenan 120 hari dianggap optimal untuk mendapatkan hasil pati yang tinggi. Kadar pati turun signifikan ketika panen tertunda melebihi 150 hari (Ukom et al., 2009). Pati merupakan suatu karbohidrat yang tersusun atas atom – atom karbon, hidrogen dan oksigen ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Pati merupakan polimer kondensasi dari suatu glukosa yang tersusun dari suatu unit – unit anhidroglukosa. Unit – unit glukosa terikat satu dengan lainnya melalui C1 oksigen yang dikenal sebagai ikatan glikosida (Swinkels, 1985). Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa), selain itu beberapa kultivar juga mengandung karotenoid yang tinggi (Ukom et al., 2009). Kadar pati di dalam ubi jalar segar sekitar 20%. Pati ubi jalar berbentuk bulat sampai oval, dengan diameter 3 – 40  $\mu$ m dengan kandungan fraksi amilosa sekitar 15 – 25% (Ukom et al., 2009). Pengolahan ubi jalar menjadi tepung, warna daging mempengaruhi tepung ubi jalar yang dihasilkan. Secara umum, ubi jalar dengan warna daging putih atau kekuningan putih lebih disukai daripada daging yang dengan warna orange. Perendaman irisan umbi di dalam air selama 20 jam dengan penggunaan 0,5-1 persen natrium bisulfit menghasilkan warna tepung yang cerah (Rahayuningsih dkk. 2000).

#### Sifat Kimia Molekul Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati disusun oleh unit D-glukopiranososa. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa memiliki struktur lurus yang dominan dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa (Winarno 2008). Sifat-sifat fisik dan kimia pati berbeda-beda, bergantung pada bahan dasarnya. Perbedaan tersebut menentukan kesesuaian penggunaannya untuk bahan olahan pangan dan nonpangan (Widodo et al. 2005).



**Gambar 2.** Fraksi Amilosa dan Amilopektin

Sifat pati dan parameter proses saling berinteraksi dalam proses produksi dan hal tersebut menentukan komposisi produk akhir yang selanjutnya akan menentukan kespesifikan arah dan nilai pemanfaatannya (La Ega 2002). Sifat fungsional pati yang penting adalah kemampuan mengentalkan dan membentuk gel. Sifat pengental pati ditunjukkan dengan kemampuan pati mencapai viskositas tinggi, yang mampu dibentuk oleh pati selama pemanasan (Swinkels 1985 dalam Honestin 2007). Molekul pati mempunyai dua ujung berbeda, yakni ujung non-pereduksi dengan gugus OH bebas yang terikat pada atom karbon nomor empat dan ujung pereduksi dengan gugus OH bebas anomerik. Gugus hidroksil dari polimer berantai lurus atau bagian lurus dari struktur berbentuk cabang yang terletak sejajar akan berasosiasi melalui ikatan hidrogen yang mendorong pembentukan kristal pati (Swinkels, 1985). Pada daerah dimana rantai-rantai polimer tersusun secara teratur di dalam molekul pati dinyatakan sebagai daerah kristal. Di antara daerah-daerah teratur tersebut, terdapat susunan rantai-rantai polimer tidak teratur yang disebut sebagai daerah amorf. Daerah kristal dapat terjadi jika rantai-rantai polimer mampu saling mendekati sampai jarak sedemikian dekat, sehingga menyebabkan gaya tarik menarik yang kuat antar rantai molekul. Rantai-rantai lurus dapat saling mendekati dengan jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan rantai bercabang dalam polimer yang sama (Cowd dan Stark, 1991 dan Fennema, 1996). Daerah amorf terdiri dari komponen amilosa dan senyawa lain yang terdapat di antara kristal, seperti senyawa kompleks fosfolipid-amilosa dan fosfolipid. Pada daerah kristal terjadi integrasi antara rantai cabang amilopektin dengan rantai lurus dari molekul amilosa (Biliaderis, 1992). Pati merupakan suatu polimer yang tersusun oleh dua komponen utama, yakni amilosa dan amilopektin. Kedua komponen penyusun tersebut jumlahnya bervariasi berdasarkan sumbernya (Tabel 1). Misalnya ubi

jalar, jagung, kentang dan tapioka mengandung amilopektin masing-masing sebesar 67,8-82,5, 72, 79 dan 83 % (b/b) dan kandungan amilosa sebesar 28, 21 dan 17 % (b/b) (Swinkels, 1985). Tabel 3. Kandungan Amilosa dan Amilopektin dari Berbagai Sumber Pati

Sumber Pati	Amilosa (% b/b)	Amilopektin (% b/b)
Jagung	28	72
Kentang	21	79
Gandum	28	72
Tapioka	17	83
Jagung lilin	0	100
Sorgum	28	72
Beras	17	83
Sagu	17	83
Ubi jalar	17,5 – 32,2	67,8 -82,5

**Sumber :** Swinkle (1985) dan Doremus *et al.*, (1985)

Komponen dominan yang terdapat dalam granula yang berperan dalam menentukan sifat fisiko kimia setiap jenis pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer yang tersusun dari monomer glukosa, antara satu unit glukosa dengan glukosa lainnya dihubungkan oleh ikatan  $\alpha$ -1.4 dengan membentuk rantai lurus (Whisler dan Daniel, 1985). Derajat polimerisasi amilosa yakni antara 500-5000 (Doelle *et al.*, 1992). Banyaknya gugus hidroksil yang terdapat dalam senyawa polimer glukosa menyebabkan polimer tersebut bersifat hidrofilik, oleh karena itu molekul amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain melalui ikatan hidrogen dan dengan gaya *van der Waals* (Aurand dan Woods, 1973). Amilosa mampu membentuk struktur kristal karena adanya interaksi molekuler yang kuat. Kristalisasi muncul dengan adanya pembentukan *spherulite*. Hal ini terjadi bila larutan pekat amilosa didinginkan perlahan-lahan. Kristalisasi sering pula dilihat sebagai retrogradasi, proses yang menyebabkan molekul pati menjadi tidak larut dalam air yang bersifat tidak dapat balik karena terjadinya pembentukan ikatan intermolekuler yang kuat (Klucinec *et al.*, 1999). Amilopektin sama halnya dengan amilosa merupakan polimer yang tersusun dari unit glukosa dengan struktur bercabang. Rantai dasarnya adalah konformasi antara glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -1.4 dengan titik percabangan pada ikatan  $\alpha$ -1.6 dan rata-rata panjang setiap rantai cabang sekitar 20-25 unit glukosa (Pomeranz, 1985). Pola percabangan

amilopektin spesifik untuk setiap jenis pati (Pomeranz, 1985). Amilopektin mempunyai viskositas intrinsik tinggi, sesuai dengan bobot molekulnya yang tinggi dan strukturnya yang bercabang. Bobot molekul amilopektin dapat mencapai hingga  $10^9$  g/mol (Doelle *et al.*, 1992).

### Aplikasi Sifat Fisik, Kimia dan Amilografi Pati

Pemanfaatan pati ubi jalar sangat ditentukan oleh sifat fungsionalnya, yang dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia, dan amilografi bahan dasar serta teknik pengolahan pati. Penggunaan sifat fungsional pati bergantung pada produk olahan yang dihasilkan, sehingga kriteria yang dikehendaki berbeda untuk masing – masing produk, seperti gula cair, sohun, roti/kue, bahan pengental, perekat, tabel, kosmetik, dan lain – lain. Dalam prakteknya, pati dapat langsung digunakan sebagai bahan baku/campuran, namun beberapa produk memerlukan pati yang dimodifikasi (secara fisik maupun kimia) untuk mendapatkan sifat – sifat yang dikehendaki (BIOTEC 2003). Rendamen tinggi merupakan kriteria utama dalam pemilihan varietas/klon ubi jalar sebagai bahan baku pati. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa varietas Suku dan Pakhong memiliki kadar pati tinggi sehingga sesuai untuk pembuatan pati. Selanjutnya, ukuran granula merupakan salah satu sifat fungsional yang turut menentukan pemanfaatan pati. Pati dengan ukuran granula kecil memiliki kemampuan menyerap air lebih baik dan lebih mudah dicerna oleh enzim. Hal ini paling penting artinya dalam pembuatan gula cair (glukosa, fruktosa, dekstrin) dari pati. Demikian pula untuk pembuatan sohun, pati dengan ukuran granula kecil lebih disukai karena dapat meningkatkan penyerapan air dan kekuatan sohun sebelum dimasak, sehingga tidak mudah patah/rapuh (Lee *et al.* 1987 dalam Piyachomkwan *et al.* 2004). Selain itu, granula pati yang ukurannya kecil (< 10 mm) dan relatif sama dengan globula lemak potensial digunakan sebagai pengganti lemak (*fat replacer*) dalam industri makanan (BIOTEC 2003). Upaya modifikasi secara fisik untuk mengecilkan ukuran granula pati telah dilakukan pada pati jagung, terigu, kentang dan ubi kayu dalam upaya penggunaannya pada industri makanan, bahan pengemas yang bersifat *biodegradable*, farmasi, kosmetik, detergen, kertas, dan tekstil. Diameter granula pati ubi jalar pada penelitian ini cukup kecil (rata – rata 10 mm), sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku gula cair dan sohun. Namun, upaya modifikasi fisik juga dapat

memperluas pemanfaatannya. Berdasarkan sifat amilografi juga dapat ditentukan jenis produk yang dapat diolah dari pati ubi jalar. Untuk pembuatan sohun, diperlukan pati yang kadar amilosanya tinggi, seperti pati kacang hijau. Namun di Indonesia, sohun biasanya diolah dari pati aren (Suryani 2001). Demikian pula untuk bihun, biasanya diolah dari beras yang kadar amilosanya tinggi (Munarso dan Wibowa 1998). Kedua produk ini menghendaki viskositas dan stabilitas gel yang tinggi serta tidak banyak padatan yang hilang/terlarut pada saat pemasakan dan tidak mudah hancur setelah dingin (Collado and Corke 1997). Kadar amilosa yang tinggi menghasilkan gel yang kokoh dan tetap utuh setelah dingin karena retrogradasi berlangsung cepat. Pati dari varietas suku, pakhong, dan Ayamurasaki dengan kadar amilosa yang relative tinggi (46.13-63.08%) tampaknya sesuai untuk produk sohun dan bihun. Hal ini juga didukung oleh viskositas puncak pati yang cukup tinggi dan relative kecil penurunannya setelah dingin (table 7), atau tingkat kestabilan gel tinggi pada saat dan setelah pemanasan. Suryani (2001) melaporkan bahwa campuran pati ganyong dan ubi jalar (1:1) dapat menghasilkan sohun yang sifat fisiknya relative sama dengan sohun dari pati aren. Oleh karena itu, penggunaan pati ubi jalar sebagai bahan baku atau campuran dalam pembuatan sohun dan bihun menarik untuk diteliti lebih lanjut. Untuk produk saus, selai, bahan pengental dan perekat yang memerlukan viskositas tinggi pada pemanasan dengan suhu dan waktu yang relative pendek, pati dari varietas pakhong dan ayamurasaki dapat digunakan. Menurut Suismono (2001), pati dengan viskositas puncak lebih dari 1000 BU sebagaimana halnya pati varietas suku, Pakhong, dan Ayamurasaki, juga sesuai untuk produk ekstrusi seperti kerupuk dan chiky. Pati ubi jalar juga berpeluang untuk mensubstitusi maizena pada pembuatan kue kering untuk memperbaiki teksturnya. Pati varietas Ayamurasaki yang warnanya relative gelap lebih sesuai untuk bahan campuran produk yang tidak memprioritaskan warna putih/cerah sebagai tolak ukur mutu, seperti selai.

### METODE PENELITIAN

#### Bahan Dan Alat Yang Digunakan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar, ubi jalar merah muda, ubi jalar ungu. Bahan kimia utama yang digunakan antara lain adalah Pb-asetat,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , PbO, asam dinitrosalisilat (DNS), NaOH,

NaK-tartrat, fenol dan Na-metabisulfit. Alat-alat yang digunakan untuk ekstraksi pati ubi jalar meliputi pisau, mesin pamarut, ayakan 150-200 mesh dan peralatan ekstraksi. Sedangkan peralatan di laboratorium untuk pembuatan maltodekstrin dan sirup gula dekstrosa (glukosa): hot plate stirer, shaker inkubator, kolom penyaringan, evaporator, oven, spektrofotometer, pH meter, mikropipet, kuvet, sentrifugasi, erlemeyer dan peralatan gelas lainnya.

### Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengekstraksi pati ubi jalar dari beberapa jenis (klon) yakni pati ubi jalar putih, kuning, dan ungu. Pati hasil ekstraksi tersebut dilakukan karakterisasi sifat fisika-kimiawinya. Selanjutnya pati ubi jalar yang kandungan patihnya lebih dari hasil ekstraksi digunakan sebagai bahan baku untuk produksi maltodekstrin.

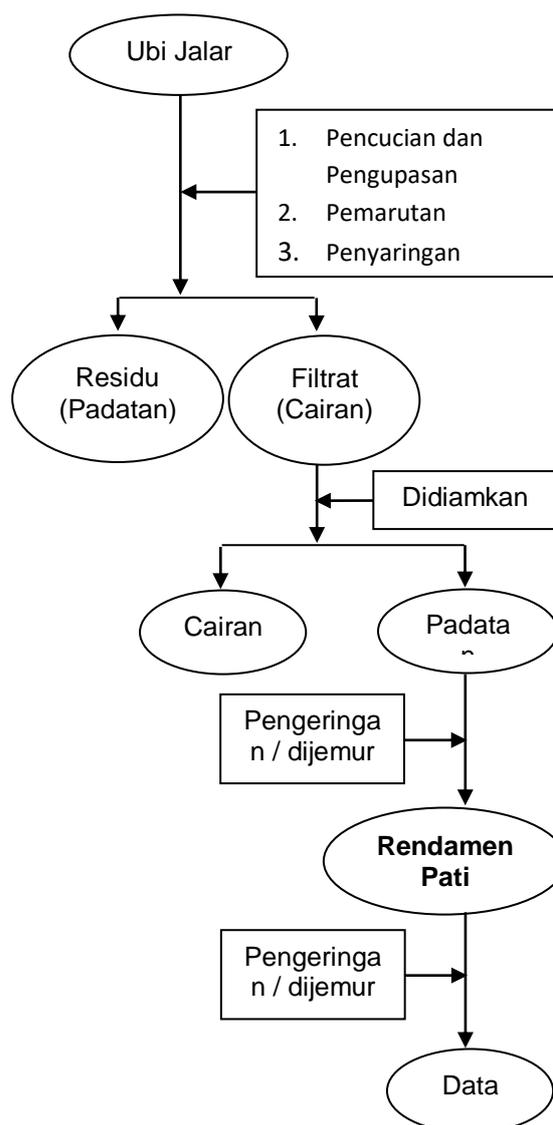
### Ekstraksi Pati Ubi Jalar

Ubi jalar dengan jenis klon/varitas (putih, kuning, ungu) dikupas lalu diparut. Hasil parutan diperas, ampas ditambahkan air untuk diperas ulang. Selanjutnya ampas yang tersisa diblender kembali untuk mengekstrak pati yang masih tersisa. Hasil ekstrak dibiarkan selama 6 jam untuk pengendapan pati. Setelah pengendapan, cairan dibuang lalu ditambahkan air untuk pencucian lalu diendapkan kembali. Pencucian tersebut dilakukan sebanyak dua kali. Pati hasil endapan kemudian dikeringkan pada suhu 45 – 50 °C selama 12 jam. Setelah kering pati dihaluskan dan diayak dengan ayakan 150 – 200 mesh.

### Karakterisasi Pati Ubi Jalar

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakterisasi fisiko kimia pati dari berbagai klon/varitas (putih, kuning, dan ungu). Pati yang diperoleh dianalisa sifat fisiko-kimianya. Parameter yang dianalisa meliputi rendamen, kadar pati, amilosa, amilopektin, dan derajat putih. Ubi jalar dengan kandungan pati tertinggi akan diekstrak lebih lanjut untuk digunakan pada produksi maltodekstrin dan gula dekstrosa. Parameter yang diukur selama proses karakterisasi pati ubi jalar adalah sebagai berikut: Kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), Kadar Amilosa dan Amilopektin, Viskositas hidrolisat menggunakan alat viskosimeter, Suhu Glatinisasi, Ukuran Granula pati menggunakan Mikroskop Fluorescen merek Laica, Kadar air menggunakan metode oven.

### Skema Desain Penelitian



Gambar 3. skematis desain penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa untuk menentukan kandungan rendamen ketiga jenis ubi jalar dan analisa sifat fisik dan kimia pati ketiga jenis ubi jalar meliputi, Kadar Air, Kadar Pati, kadar

Amilosa Amilopektin, viskositas, suhu glatinisasi, bentuk dan ukuran diameter granula. Hasil dari analisis tersebut sebagai berikut :

#### Rendamen

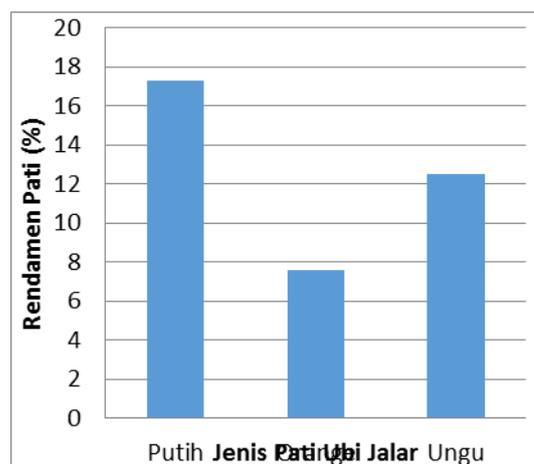
Hasil analisis rendamen ketiga varietas ubi jalar ditampilkan pada Tabel 4. Rendemen pati yang dihasilkan nyata dipengaruhi oleh varietas dengan nilai tertinggi pada ubi jalar putih (17.2619%) dan ubi jalar ungu (12.5139%), sedang nilai terendah pada ubi jalar orange (7.60563%). Ubi jalar putih dengan kadar pati

relatif tinggi menghasilkan rendemen pati yang tinggi pula. Selain itu, rendemen juga dipengaruhi oleh jumlah granula pati berukuran kecil (sekitar 5% dari total granula pati) yang membentuk koloid di dalam air, sehingga mudah hilang/terbuang pada saat ekstraksi, pencucian, dan pengendapan pati (Woolfe 1992). Fenomena ini tampak jelas pada ubi jalar putih yang butiran patinya cepat mengendap dan cenderung lengket di dasar bak pengendapan. Pada ubi jalar orange, sebagian besar butiran patinya terdispersi di dalam air, sehingga hasil ekstraksi dan pengendapan pati juga rendah. Besarnya angka rendemen berdampak pada aspek ekonomi pengolahan pati. Varietas ubi jalar yang menghasilkan rendemen pati tinggi lebih disukai karena lebih menguntungkan.

Rendemen pati yang diperoleh pada penelitian relatif lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Santosa *et al.* (1997) yang besarnya 17,211% untuk varietas Bentul dan 19,5% untuk varietas Ciceh, namun relatif sama dengan hasil penelitian Utomo dan Antarlina (1997), yakni 14,1%. Selain factor varietas dan umur tanaman, perbedaan berat bahan baku yang diolah menjadi pati juga dapat menyebabkan perbedaan tersebut. Makin banyak jumlah bahan yang dipakai dalam ekstraksi pati, lebih representative angka rendemennya untuk digunakan pada skala industri. Maneepun *et al.* (1992) penelitian ini menggunakan 10 kg umbi segar untuk setiap perlakuan dan menyaring bubur pati dengan *vibro-separator* (150 – 200 mesh) serta memisahkan pati dengan *centrifuge* mendapatkan rendemen rata-rata 17,211% dari 3 jenis ubi jalar yang dievaluasi. Ekstraksi dengan cara manual menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, namun memerlukan tenaga dan waktu yang lebih banyak. Saat ekstraksi pati, penambahan 0,05 N NaOH disarankan untuk meningkatkan rendemen, karena memudahkan pengendapan pati (Sutrisno 1983 dalam Widowati *et al.* 1997).

**Tabel 5.** Hasil analisis Rendamen ketiga jenis ubi jalar

Jenis Ubi Jalar	Rendamen (%)
Putih	17,2619 %
Orange	7,60563 %
Ungu	12,5139 %



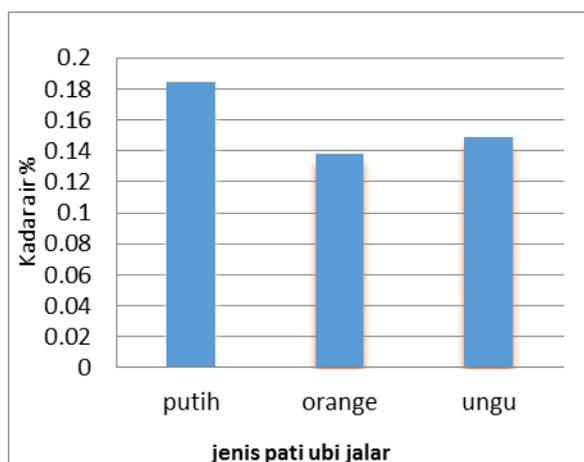
**Gambar 5.** Grafik Rendamen

#### Kadar air

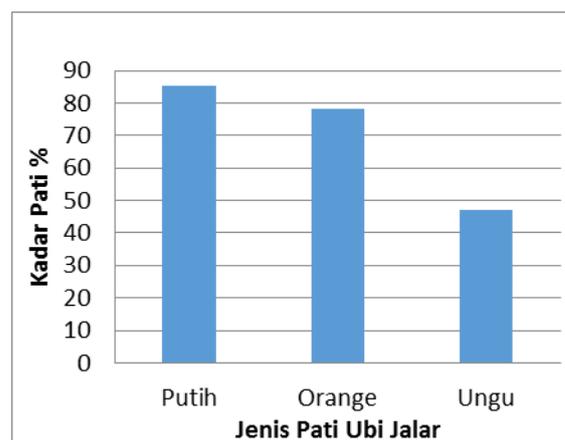
Kadar air berpengaruh terhadap tekstur umbi setelah dimasak. Umbi dengan kadar air >70% umumnya memiliki tekstur lunak dan cenderung basah, sedangkan yang kandungannya <60% memiliki daging umbi agak kering dan kesat (Onwueme 1978). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Antarlina (1997) yang melaporkan bahwa kadar kering ubi jalar segar berkorelasi negatif dengan kadar air. Perbedaan kadar bahan kering ini terutama disebabkan oleh perbedaan jenis ubi jalar. Meskipun kadar bahan kering meningkat dengan meningkatnya umur tanaman (Antarlina 1991), namun karena umur panen ubi jalar relatif sama, maka faktor jenis ubi jalar tampaknya lebih dominan. Perbedaan nyata juga tampak pada kadar air ubi jalar, dengan nilai tertinggi (0,184305%) pada ubi jalar putih dan terendah (0,13843%) pada ubi jalar orange. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan kemampuan granula pati dalam menyerap dan menyimpan air, terutama kandungan amilosanya. Ubi jalar orange diketahui memiliki kandungan amilosa tertinggi (Tabel 7). Kadar air pati berpengaruh terhadap mutu pati, terutama daya simpan. Secara umum, kadar pati ketiga jenis ubi jalar telah memenuhi standar mutu untuk pati ubi kayu (SNI 1991), maksimum 15%. Standar ini digunakan sebagai acuan karena standar mutu untuk pati ubi jalar belum tersedia.

**Tabel 4.** Kadar Air ketiga jenis ubi jalar

Jenis ubi jalar	Kadar air (%)
Putih	0.184305
Orange	0.13843
Ungu	0.149215



Gambar 4. Grafik kadar air



Gambar 6. Grafik Kadar Pati

**Kadar Pati**

Kadar pati yang nilai tertingginya ditunjukkan oleh ubi jalar putih (85.15836%) dan terendah pada ubi jalar ungu (46.98916%). Untuk kadar pati, nilainya relatif lebih kecil dibanding hasil penelitian Antarlina (1997) berkisar antara 48,1 – 60,3 %, namun relatif sama dengan varietas Bentul dan Ciceh yang nilainya masing-masing 30,9 % dan 31,4 % ( Santosa *et al.* 1997).

Kadar pati sangat nyata dipengaruhi oleh jenis ubi jalar yang digunakan. Nilai tertinggi pada ubi jalar sangat berkaitan dengan kadar pati umbi segar yang juga paling tinggi (Tabel 4). Selain itu, kadar pati juga dipengaruhi oleh cara ekstraksi, sehingga adanya ikatan senyawa lain seperti protein, lemak, serat hal ini tampak jelas pada ubi jalar ungu yang kadar patinya paling rendah, meskipun kadar pati umbi segarnya cukup tinggi. Terbawanya senyawa pigmen warna ungu (antosianin) ke dalam pati saat ekstraksi menurunkan tingkat kemurnian pati. Hal ini dapat terjadi karena senyawa antosianin larut dalam air (Bruneton 1999).

**Tabel 6.** Kadar Pati ketiga jenis ubi jalar

Warna ubi jalar	Kadar pati (%)
Putih	85.15836
Orange	78.14348
Ungu	46.98916

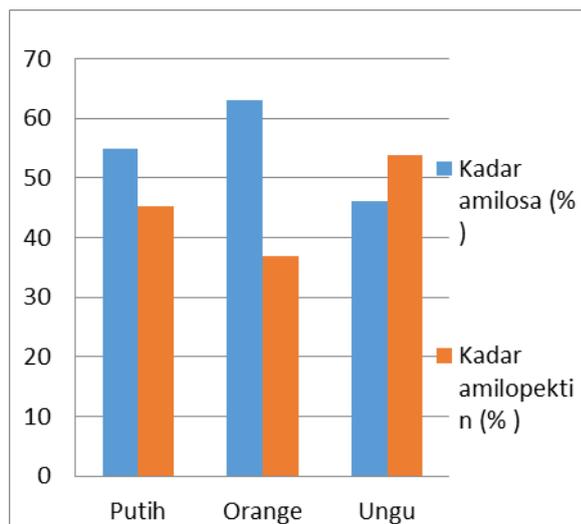
**Amilosa dan Amilopektin**

Hasil analisis kadar amilosa dan amilopektin tersaji pada tabel 5. Kadar amilosa menentukan tingkat penyerapan air pati. Makin tinggi kadar amilosa makin tinggi pula kemampuannya menyerap air (Matz 1959 *dalam* Widowati *et al.* 1997). Nilai penyerapan air pati dari ketiga jenis ubi jalar relative sama meskipun. Kadar amilopektin didapatkan dari 100% pati kurang % amilosa, dimana kandungan amilopektin yaitu ubi jalar putih (45.1634%), Orange (53.86768%), dan ubi jalar ungu (36.91724%)

Kadar amilosa pati Orange mencapai nilai tertinggi (63.08276%) meski tidak berbeda nyata dengan ubi jalar putih, sementara ubi jalar ungu memiliki nilai terendah (46.13232%) namun tidak berbeda nyata dengan ubi putih dan Orange. Kadar amilosa pati ketiga jenis ubi jalar yang diteliti relatif lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Bentul (33,2% bk) dan Ciceh (31,7% bk) (Santosa *et al.* 1997), demikian pula dengan hasil penelitian di Thailand dengan kisaran 11,8 – 30,5% bk (Maneepun *et al.* 1992).

Utomo dan Antarlina (1997) dan Suryani (2001) juga menemukan kadar amilosa yang relatif lebih rendah pada pati ubi jalar masing – masing 31,8 % dan 29,5 % bk. Kadar amilosa berpengaruh terhadap kemudahan pembentukan gel. Pati dengan kadar amilosa rendah jika dibuat pasta akan bersifat lunak dan relatif tidak membentuk gel yang kokoh (Suryani 2001). Tabel 7. Kadar Amilosa dan Amilopektin ketiga jenis ubi jalar

Jenis ubi jalar	Kadar amilosa (%)	Kadar amilopektin (%)
Putih	54.8366	45.1634
Orange	63.08276	36.91724
Ungu	46.13232	53.86768



Gambar 7. Garafik Kadar Amilosa dan Kadar Amilopektin

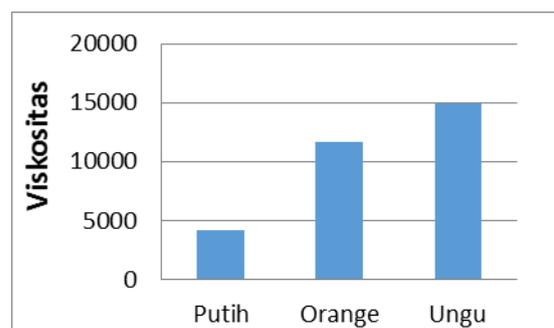
**Viskositas**

Pada tabel 8 menunjukkan bahwa viskositas puncak pati bervariasi untuk masing – masing jenis ubi jalar dengan nilai tertinggi pada jenis ubi jalar orange dan terendah pada ubi jalar putih. Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya kadar amilosa pati ubi jalar ungu. Ishiguro dan Yamakawa (2000) juga mengamati nilai viskositas puncak yang tinggi pada dua klon ubi jalar yang kadar amilosanya rendah, meski tidak diperoleh korelasi positif antara kadar amilosa dengan viskositas puncak pada 18 klon yang diuji. Menurut Luh dan Liu (1980) dalam Munarso dan Jumali (1998), pati dengan kadar amilosa tinggi umumnya mempunyai viskositas puncak rendah (viskositas balik tinggi) dan sebaliknya. Pati ubi jalar putih dan orange yang kadar amilosanya relatif tinggi menunjukkan viskositas puncak lebih rendah dibanding ubi jalar ungu. Menurut Stone dan Lorent (1984) dalam Afdi (1991), kadar amilosa yang tinggi menyebabkan viskositas pasta

pati tidak mencapai maksimum karena ikatan internal yang kuat antar molekul amilosa dapat menghalangi penetrasi air ke dalam granula pati. Viskositas puncak pati ubi jalar pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibanding penelitian Santosa *et al.* (1997), Utomo dan Antarlina (1997), Suganuma dan Kitahara (1998), Suryani (2001) dan Suismono (2001) yang berkisar antara 450 – 860 BU. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis ubi jalar, terutama kadar amilosa pati, di samping umur fisiologis tanaman ubi jalar (Noda *et al.* 1995).

Tabel 8. Viskositas ketiga jenis Ubi Jalar

Jenis Ubi Jalar	Viskositas
Putih	4173.16
Orange	14884
Ungu	11664



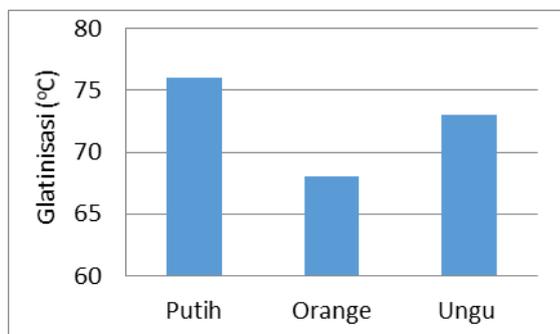
Gambar 8. Grafik viskositas

**Suhu Gelatinisasi**

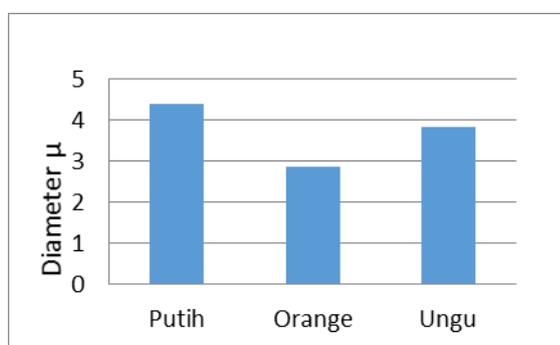
Pada gelatinisasi terjadi penyerapan air dalam jumlah besar dan pembengkakan granula pati. Bila pemanasan dilanjutkan, pembengkakan granula pati terus berlangsung dan akhirnya pecah karena tidak mampu lagi menahan keluar masuknya air dan molekul – molekul pati, diikuti penurunan viskositas (Winarno 1992). Viskositas puncak yang diukur pada saat granula pati pecah merupakan indikator kemudian pati bila dimasak, sedangkan viskositas balik menunjukkan kemampuan molekul pati berikatan kembali (retrogradasi) pada saat pendinginan setelah mengalami gelatinisasi (Munarso dan Jumali 1998).

**Tabel 9.** Suhu Gelatinisasi ketiga jenis Pati ubi jalar

Jenis Ubi Jalar	Gelatinisasi (°C)
Putih	76
Orange	73
Ungu	68

**Gambar 9.** Grafik Suhu Glatinisasi**Ukuran dan Bentuk Granula Pati**

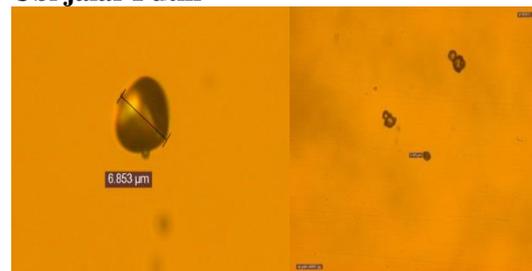
Jenis Ubi Jalar	Diameter ( $\mu\text{m}$ )
Putih	4,39535
Orange	2,8576
Ungu	3,84195

**Gambar 10.** Grafik Ukuran Granula Pati (Diameter  $\mu$ )

Hasil Mikroskop Fluorescen dengan pembesaran 400 kali menunjukkan bahwa bentuk granula pati dari tiga varietas ubi jalar relatif sama, yakni bulat dan poligonal (Gambar 8) dengan diameter rata – rata 10 mm. Namun, tingkat keseragaman bentuk dan ukuran granula pati masing – masing jenis pati ubi jalar berbeda. dimana ubi jalar putih berbentuk bulat lonjong dan berwarna orange terlihat dari alat yang digunakan (Mikroskop Fluorescen) ini mempengaruhi karena tingginya kandungan pati

di dalam ubi jalar putih, lalu kemudian ubi jalar orange berbentuk bulat hampir sempurna dan terlihat dari alat yang digunakan pinggiran dari bentuk granula berwarna hijau dan tengahnya hijau keputiputian, ubi jalar ungu berbentuk bulat dengan pinggiran yg tidak rata nampak dari alat yang digunakan pinggirannya berwarna ungu dan tengahnya hijau keputih-putihan. Bentuk granula pati yang bulat lebih banyak pada pati ubi jalar orange dibanding pati ubi putih dan ubi ungu. Sukanuma dan Kitahara (1998) yang mengevaluasi pati dari 16 jenis ubi jalar melaporkan bentuk granula yang sama dengan diameter sedikit lebih besar (11,1 – 19,4 mm). Menurut Madamba *et al.* (1975) dalam Woolfe (1992), ukuran granula pati dalam satu varietas ubi jalar dapat berkisar antara 7 – 43 mm dan rata – rata antar varietas 12,3 – 21,5 mm.

Penelitian Sukanuma dan Kitahara (1998) terhadap pati dari 16 varietas ubi jalar tidak menunjukkan konsistensi peningkatan suhu gelatinisasi dengan makin kecilnya ukuran granula pati. Noda *et al.* (1995) yang mengamati terjadinya pembesaran ukuran granula pati seiring dengan meningkatnya umur fisiologis tanaman ubi jalar juga tidak menemukan adanya penurunan suhu gelatinisasi pati. Demikian pula pada penelitian ini, suhu gelatinisasi juga dipengaruhi oleh kadar amilosa dan komponen lain yang terdapat dalam pati, seperti protein, lemak, dan gula (Hodge and Osman 1976 dalam Afdi 1991, Haryadi 1994).

**Ubi jalar Putih****Ubi jalar Orange****Ubi jalar Ungu**



**Gambar 11.** Bentuk dan ukuran Granula pati ubi jalar dengan pembesaran 400 kali. (a) Ubi jalar Putih (b) ubi jalar orange (c) ubi jalar ungu

## KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ubi jalar putih dan ubi jalar ungu memiliki rendamen pati paling tinggi (17,2619 % dan 12,5139 %), dan ubi jalar orange memiliki rendamen paling rendah yakni (7,60563%).
2. Kadar air ubi jalar, dengan nilai tertinggi (0.184305%) pada ubi jalar putih dan terendah (0.13843%) pada ubi jalar orange, dan kadar air pati ubi jalar ungu (0.149215%).
3. Kadar pati tertinggi pada ubi jalar putih (85.15836%), kemudian ubi jalar orange (78.14348%), dan terendah pada ubi jalar ungu (46.98916%).
4. Kadar amilosa menentukan tingkat penyerapan air pati. Makin tinggi kadar amilosa makin tinggi pula kemampuannya menyerap air, kadar amilosa dari ketiga jenis ubi jalar yg di analisis yakni ubi jalar putih (54.8366%), orange (63.08276%), dan ungu (46.13232%). Kemudian kadar Amilopektin (100% pati kurang %amilosa) yaitu ubi jalar putih (45.1634%), Orange (53.86768%), dan ubi jalar ungu (36.91724%).
5. Hasil viskositas pati yang diamati yakni ubi jalar putih (4173.16), ubi jalar orange (14884), dan ubi jalar ungu (11664).
6. Dari data analisis di dapatkan suhu gelatinisasi awal yakni pati ubi jalar putih (45°C), orange (60°C), dan ungu (55°C). Lalu kemudian suhu gelatinisasi sempurna yakni pati ubi jalar putih (76°C), orange (73°C), dan ungu (68°C).
7. Hasil analisa menggunakan Mikroskop Florensces dengan pembesaran 400 kali di dapatkan diameter yakni batiran pati ubi jalar putih (4,39535μm), orange (2,8576 μm), dan ungu (3,84195 μm).

## DAFTAR PUSTAKA

- Antarlina S.S. 1997. Pengaruh umur panen dan beberapa klon terhadap sifat sensoris, fisik dan kimiawi tepung ubi jalar. Thesis S2 Fakultas Pascasarjana, Program KPK UGM, Universitas Brawijaya. 100p.
- Deniwanti. 1991. Pengaruh varietas perendaman bersulfat dalam pembuatan tepung ubi jalar. Skripsi S1 (tidak dipublikasikan). Universitas Pasundan, Bandung 100p.
- Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Depdiknas. ISBN 979-99182-6-X. p 38-51.
- Erlina G. Yudi W. Siti A.R. dan M. Jusuf. 2003. Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Kendalpayak, Kotak Pos 66, Malang 65101.
- Haryadi. 1994. Dasar – dasar pemanfaatan ilmu dan teknologi pati. *Agritech* 13(3):37-42.
- Kanno T. 1988. *Manufacture of Glucose*, p 198-203. *Di dalam* The amylase research society of Japan (ed). *Handbook of amylases and related enzymes*. Pergamon Press. Oxford.
- Kluicinec JD and DB Thompson, 1999. Amylose and Amylopectin Interact in Retrogradation of Dispersed High-Amylose Starch. *J. Cereal Chemistry*. 76 (2) : 282-291.
- Laga A. dan J. Langkong. 2006. Study of Enzymatic Dextrin Production by Using Tapioca. *Proceeding of Research and Studies II. Research Grant II. Technological and Profesional Skill Development Sector Project*.
- Limbongan J. dan A. Soplanit. 2007. Ketersediaan Teknologi Dan Potensi Pengembangan ubi jalar (*Ipomoea Batatas L*) di papua, j. Litbang Pertanian, 26(4). P11-138
- Lloyd EN and WJ Nelson. 1984. Glucose and fructose containing sweeteners from starch. *Di dalam* Starch (2nd). Academic Press, Inc.
- Muljoharjo M. 1984. Pengolahan Tapioka. Bahan Kuliah Teknologi pengolahan umb –umbian FTP-UGM. Yogyakarta. 33p.
- Munarso S.J. dan Jumali. 1998. Pengaruh perbedaan kadar amilosa tepung beras (*Oryza Sativa*) terhadap mutu kwe tiau yang dihasilkan. Dalam S. Raharjo, D.W. Marseno dan W. Supartono (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi*. Yogyakarta, 15 Desember 1998. PATPI. p. 518-527.
- Puslitbang Tanaman Pangan. 2002. Deskripsi Varietas unggul padidan palawija 2001-2002. Bogor.

- Parker K., M. Salas and V. C. Nwosu. 2010. High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns. *J. of Biotechnology and Molecular Biology Review* Vol. 5(5), pp. 71 – 78.
- Rahayuningsih, Y. Widodo dan T. S. Wahyuni. 2000. Evaluasi daya hasil klon Harapan ubi jalar dan kondisi terdara kekeringan di muneg. Edisi khusus Balitkabi No. 16-2000.
- Richana, N. 2006. *Gula Dari Kasava*, Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pasca Panen, Badan litbang Pertanian, Jakarta.
- Richardson T.H., X. Tan, G. Frey, W. Callen, M. Cabell, D. Lam, J. Macomber, J. M. Short, D. E. Robertson, and C. Miller. 2002. A Novel, High Performance Enzyme for Starch Liquefaction. Discovery and Optimization of a Low pH, Thermostable  $\alpha$ -Amylase. *J. of Biological Chemistry*. Vol. 277 (29). pp. 26501–26507.
- Santos B.A.S. Narta dan S. Widowati. 1997. Studi karakteristik pati ubi jalar. Dalam S. Budijanto, F. Zakaria, R.D. Haryadi, dan B. Satiawiharja (eds). *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*. Buku I. Denpasar, Bali, 16-17 juli 1997. PATPI-Kantor Menpangan. P.301-307.
- Ukom A.N., P.C. Ojmelukwe1 and D.A. Okpara. 2009. Nutrient Composition of Selected Sweet Potato [*Ipomea batatas (L) Lam*] Varieties as Influenced by Different Levels of Nitrogen Fertilizer Application. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (11): 1791-1795.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.