

Karakteristik Fisik dan Fungsional Pati Keladi (*Xanthosoma sagittifolium*) dari Beberapa Lokasi di Maluku

*Physical and Functional Characteristic of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) Starches from some locations in Mollucas*

Cynthia G. C. Lopulalan^{1,3}, Djagal W. Marseno², Yustinus Marsono², Yudi Pranoto²

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Jl. Mr. Putuhena, Kampus Poka 97233, Ambon, Maluku Indonesia

²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

³Mahasiswa Pendidikan Doktor, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281 Indonesia

*Penulis Korespondensi: Djagal W. Marseno, e-mail: djagal@ugm.ac.id

Tanggal submisi: 27 Juli 2020; Tanggal penerimaan: 5 April 2021

ABSTRACT

This study aimed to characterize the physical and functional properties of cocoyam starch from several locations in Maluku. The use of starch in the processed food and non-food industries will be determined by its various characteristics depending on the starch source. It is expected from this research that data can be used to assess the potential of cocoyam starch in its use in the food and non-food industries. Cocoyam tubers from Maluku, i.e. Buru Island, Saparua Island, and Saumlaki Island were used as samples in this research.. The wet extraction method was used to produce cocoyam starch in this research. Physical properties such as tuber length and diameter, tuber skin color, yield were analyzed. Swelling power and solubility, water holding capacity (WHC), paste clarity, pH and color were among functional properties observed. The results showed that the length of cocoyam tubers from the three sample locations was in the range of 8.75-36 cm with a diameter of 8-22 cm. The skin color of the tubers was found to be blackish-brown, and the color of the tubers is white with a starch yield of 12-16%. Based on the statistical analysis results, starch's functional properties like swelling power, solubility, WHC, paste clarity, pH, and color for the three starches were not significantly different from one another. This shows that differences in growing locations within an archipelago did not affect cocoyam starch's functional properties.

Keywords: Cocoyam starch; functional property; location; physical property

© The Authors. Publisher Universitas Pattimura. Open access under CC-BY-SA license.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian adalah mengkarakterisasi sifat fisik dan fungsional pati keladi yang berasal dari beberapa lokasi di Maluku. Karakteristik yang berbeda berdasarkan sumber pati akan menentukan kesesuaian pemanfaatannya dalam industri pangan olahan maupun non pangan. Diharapkan dari penelitian ini adalah diperoleh data yang dapat digunakan untuk mengkaji potensi pati keladi dalam penggunaannya di industri pangan maupun non pangan. umbi keladi yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini berasal dari dari lokasi di Maluku yaitu umbi keladi asal pulau Buru, pulau Saparua dan pulau Saumlaki. Metode ekstraksi yang di gunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan pati keladi adalah metode ekstraksi basah. Parameter yang dianalisis meliputi sifat fisik yaitu panjang dan diameter umbi, warna kulit umbi, rendemen; serta sifat fungsional yaitu *swelling power* dan *sollubility*, *water holding capacity* (WHC), kejernihan pasta, pH, warna. Hasil yang diperoleh adalah panjang umbi keladi dari tiga lokasi sampel adalah 8,75-36 cm dengan diameter 8-22 cm. Warna kulit umbi coklat kehitaman dan warna umbi putih serta rendemen pati 12-16%. Berdasarkan hasil analisis statistik, sifat fungsional pati yaitu *swelling power*, *sollubilty*, WHC, kejernihan pasta, pH dan warna untuk ketiga pati tidak berbeda nyata satu dengan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lokasi tumbuh dalam satu kepulauan tidak mempengaruhi karakteristik fungsional pati keladi yang diteliti.

Kata kunci: Pati keladi; lokasi; sifat fisik; sifat fungsional

© Penulis. Penerbit Universitas Pattimura. Akses terbuka dengan lisensi CC-BY-SA.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah satu negara dengan sumber kekayaan hayati terbesar kedua setelah Brazil. Salah satu kekayaan hayati yang tumbuh subur di negeri ini adalah umbi-umbian (Faridah *et al.*, 2014). Berbagai jenis umbian tersebar di hampir seluruh pelosok Indonesia dengan berbagai macam keanekaragaman umbian dan nama daerah. Salah satu umbian yang cukup terkenal dan tumbuh subur adalah keladi (*Xanthosoma sagittifolium*) yang dalam bahasa Indonesia disebut kimpul atau talas belitung. Keladi sendiri merupakan nama daerah Maluku dan penyebaran pertumbuhan tanaman keladi tersebar dari sabang sampai Merauke. Pemanfaatan keladi secara luas oleh masyarakat hingga saat ini masih terbatas pada pengolahan tradisional atau pengolahan pada industri usaha kecil dan menengah seperti usaha keripik keladi dan oleh masyarakat di beberapa daerah tertentu memanfaatkan batang dan daun keladi sebagai sayuran. Kandungan utama dari umbi keladi adalah karbohidrat, dimana pati memiliki porsi terbesar sehingga peluang pengembangan umbi keladi sebagai sebagai bahan pangan sumber pati non besar cukup besar dan berpotensi. Menurut Ojinnka dan Nnorom (2015), pati keladi mudah dicerna karena butiran pati yang kecil, kandungan kalsium, fosfor, vitamin A dan vitamin B yang tinggi. Pengolahan umbi keladi menjadi pati dapat meningkatkan nilai tambah umbi keladi tersebut. Selanjutnya pati keladi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri makanan olahan seperti mie, cookies, produk bakery dan lain-lain. Pati diperoleh dari hasil ekstraksi tanaman, dimana tanaman sumber pati diantaranya jagung, umbi-umbian, pisang, barley, beras, sagu, sorgum, biji-bijian dan sereal. Pati adalah karbohidrat polimer glukosa yang terdiri atas amilosa dan amilopektin (Jacobs dan Delcour, 1998).

Keladi tumbuh sangat subur di Maluku, Maluku merupakan salah satu propinsi di Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau kecil maupun besar dengan luasan lautan lebih besar dari daratan sehingga satu pulau dengan pulau yang terpisahkan oleh lautan. Tiga pulau di Maluku yang dijadikan tempat pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu Pulau Saparua, Pulau Saumlaki dan Pulau Buru merupakan pulau-pulau yang secara geografis berbeda satu dengan yang lain dimana berbeda sosial budaya dan pola budidaya pertanian. Keterpisahan antar pulau merupakan salah satu alasan dari penelitian ini dimana masing-masing

pulau memiliki karakteristik sendiri-sendiri. Pada ketiga lokasi, keladi tumbuh subur dengan produksi yang masih tergolong rendah karena masih dikelola dalam perkebunan rakyat secara tradisional yang disebut dusung (lokasi pertanian berdasarkan kepemilikan keluarga). Pemanfaatan umbi keladi masih belum dilakukan secara optimal, masih sebatas digoreng, direbus, dijadikan keripik. Penelitian tentang karakteristik fisik dan fungsional pati keladi dapat menjadi data pendukung dalam pemanfaatan pati dalam berbagai produk. Hal ini diperlukan karena sifat fisik dan fungsional pati akan berbeda berdasarkan sumber pati dan informasi tersebut menentukan kesesuaian pemanfaatannya dalam industri pangan olahan maupun non pangan. Diharapkan dari penelitian ini adalah diperoleh data yang dapat digunakan untuk mengkaji potensi pati keladi dalam penggunaannya di industri pangan maupun non pangan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Umbi keladi asal kepulauan Maluku diambil dari tiga lokasi pulau yang berbeda yaitu Pulau Buru (KB), Pulau Saparua (KP) dan Pulau Saumlaki (KS) masing-masing berjumlah 25 kg umbi mentah. Umbi yang diperoleh, dipersiapkan di laboratorium untuk selanjutnya di ekstraksi dan analisis.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi pati keladi dilakukan dengan metode basah. Umbi keladi dibersihkan dari kulit, dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Selanjutnya umbi keladi diiris tipis dengan ketebalan 2 mm. Irisan umbi keladi kemudian dicuci dengan air mengalir hingga air cucian menjadi bening, yang bertujuan untuk menghilangkan lendir yang dihasilkan dari umbi. Selanjutnya irisan umbi yang telah dicuci dihancurkan dengan perbandingan air dan irisan umbi keladi 1:1 dan hasilnya berupa bubur umbi keladi diperas dengan menggunakan kain saring. Hasil perasan selanjutnya diendapkan selama 6 jam. Tahap berikutnya adalah memisahkan air dan endapan yang terbentuk (pati basah). Pati basah yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan selama 6 jam, suhu 50°C menggunakan pengering kabinet. Pati kering selanjutnya di hancurkan dan diayak dengan ukuran 80 mesh kemudian dikemas plastik.

Prosedur Analisis

Swelling Power dan Solubility (Adebowale et al., 2005)

Pati didispersikan dengan akuades 1% (b/v) dalam tabung reaksi yang telah diketahui beratnya (b1). Kemudian panaskan pada penangas air (Memmert WNB 14) suhu 95°C selama 30 menit, lalu didinginkan hingga suhu kamar. Selanjutnya disentrifugasi (EBA 20, Hettich) dengan kecepatan 5000 rpm selama 15 menit, sehingga terpisah residu dan supernatan. Supernatan (10 mL) dikeringkan hingga berat konstan pada suhu 105°C menggunakan oven UN 55 (Memert, Jerman). Residu yang terdapat setelah dikeringkannya supernatan, menunjukkan jumlah pati yang terlarut dalam air (%). Residu dan air yang tertahan setelah sentrifugasi kemudian ditimbang (b2).

Swelling power (berdasarkan berat kering) ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Swelling power (g/g)} = \frac{b2-b1}{\text{berat pati}} \times 100\%$$

$$\text{Solubility} = \frac{\text{berat kering supernatan}}{\text{berat pati}} \times 100\%$$

Kejernihan Pasta Pati (Waliszewski et al., 2003).

Suspensi pati dibuat dengan konsentrasi 4% (w/w) dan dipanaskan pada penangas air dengan suhu 90°C selama 30 menit sambil digojok. Suspensi didinginkan hingga suhu $\pm 30^\circ\text{C}$, kemudian disimpan pada ruang pendingin pada laboratorium Rekayasa Pangan FTP UGM pada suhu 4°C selama 125 jam dan setiap 24 jam diukur %T pada $\lambda 650$ menggunakan spektrofotometer UV-Vis 10S (Genesys, China) dengan akuades sebagai blanko.

Water Holding Capacity (Ganjyal et al., 2003; Shimelis et al., 2006)

Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g (BSA) dan disuspensikan dalam 5 mL akuades. Suspensi dicampur menggunakan vorteks selama 30 detik, kemudian dibiarkan selama 30 menit. Suspensi disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Cairan supernatan dipisahkan, endapan yang terbentuk ditimbang (BSAk). Daya rehidrasi ditentukan dengan:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{BSAk} - \text{BSA}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

pH (Apriyantono et al., 1989)

Nilai pH diukur setelah diinkubasi selama 0, 24, dan 48 jam dengan menggunakan pH meter ST3100-B (Ohaus). pH meter dikalibrasi menggu-

nakan larutan buffer pH 4 dan 7. Timbang 1 g sampel, tambahkan 20 mL akuades kemudian aduk dengan menggunakan stirer sampai basah sempurna, kemudian tambahkan 50 mL akuades, aduk hingga homogen. Biarkan sampel selama 1 jam pada suhu ruang, jangan disaring, biarkan mengendap. Ukur pH supernatan sampel.

Rendemen (Muchtadi dan Sugiyono, 1992)

Rendemen pati keladi dapat dihitung berdasarkan perbandingan pati keladi dengan berat bahan dasar kering mula-mula (sebelum diolah).

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat tepung}}{\text{berat bahan dasar kering}} \times 100\%$$

Warna (Metode Hunter)

Analisis warna menggunakan metode *Lab Hunter* dengan alat Chromameter CR-300/310 (Minolta, Jepang). Sampel di masukan dalam cup plastik bulat, kemudian di ratakan permukaan, selanjutnya alat sensor di letakan pada permukaan cup, tombol power di tekan dan hasil uji yang terbaca di catat. Metode ini didasarkan pada tiga parameter, yaitu nilai L^* yang menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Skala nilai L^* mulai dari 0 untuk sampel paling gelap hingga 100 untuk sampel paling cerah. Nilai a^* menunjukkan warna kromatik campuran merah dan hijau. Nilai a^* positif artinya warna sampel cenderung berwarna merah. Nilai a^* negatif artinya sampel cenderung berwarna hijau. Nilai b^* menunjukkan warna kromatik campuran kuning dan biru. Nilai b^* positif artinya warna sampel cenderung berwarna kuning. Nilai b^* negatif maka sampel cenderung berwarna biru.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis ragam pada tingkat kepercayaan 95%. Jika perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata maka analisis uji beda rata-rata dilanjutkan dengan uji Duncan's pada taraf $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kisaran panjang umbi keladi untuk ketiga lokasi pengambilan sampel adalah 8,75-36 cm, dimana umbi keladi KB memiliki ukuran umbi yang panjang. Sedangkan kisaran diameter umbi adalah 8-22 cm. Warna kulit umbi coklat kehitaman (Tabel 1) dengan warna umbi putih. Ukuran,

diameter serta warna kulit umbi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, unsur hara tanah serta waktu panen. Umbi keladi yang dipanen pada kondisi matang fisiologis (10 bulan) akan menghasilkan ukuran umbi yang maksimal dengan warna umbi yang coklat kehitaman serta kandungan lendir yang ada pada umbi menjadi lebih sedikit.

Swelling Power dan Sollubilty

Swelling power merupakan peningkatan volume dan berat maksimum yang terjadi pada pati di dalam air pada kisaran suhu 50-90°C. *Swelling power* yang tinggi berarti semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang di dalam air. Semakin tinggi kadar amilosa maka nilai pengembangan volume akan semakin tinggi (Murilo *et al.*, 2008). Hasil analisis statistik menunjukkan nilai *swelling power* dari 3 sampel yang dianalisis menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Dari hasil ini bisa dikatakan bahwa perbedaan tempat tumbuh yang berada pada satu kepulauan tidak memberikan pengaruh terhadap nilai *swelling power* sampel. Jika hasil ini dibandingkan dengan hasil penelitian

tentang pati keladi alami dari negara lain maka nilai *swelling power* pati keladi alami pada penelitian ini lebih tinggi dari *swelling power* pati keladi alami asal Nigeria 7,96 g/g (Arawande and Ashogbon, 2019), 8,45 g/g dan 10,09 g/g (Falade and Okafor, 2013), namun lebih rendah dari pati keladi alami beberapa aksesori asal Malawi dengan kisaran nilai *swelling power* pada suhu 90°C adalah 25-35 g/g (Mweta *et al.*, 2010). Perbedaan nilai *swelling power* bergantung pada ukuran partikel pati, varietas dan lokasi tumbuh. Semakin besar ukuran granula pati maka nilai *swelling power* akan meningkat (Kaur *et al.*, 2002).

Solubility atau kelarutan pati terjadi karena adanya ikatan non-kovalen antara molekul molekul pati. Bila pati dimasukkan ke dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan membengkak. Meningkatnya kelarutan akan diikuti oleh peningkatan viskositas pati. Nilai kelarutan dari hasil penelitian ini tidak berbeda nyata antar ketiganya. Nilai kelarutan ketiga pati hasil penelitian masih lebih rendah dari nilai kelarutan pati keladi asal Nigeria yaitu 5,18 dan 8,19 (Falade dan Okafor, 2013) dan 14,03 (Arawande dan Ashogbon, 2019).

Tabel 1. Karakteristik fisik umbi keladi

Sampel	Umbi Keladi	Panjang Umbi (cm)	Diameter Umbi (cm)	Warna Kulit Umbi	Warna Umbi	Rendemen Pati
KB		16-36	8,75-11,5	Coklat	Putih	16%
KP		8,75-11,5	8 – 11	Coklat	Putih	15,6%
KS		11,7-22	11,7-22	Coklat	Putih	12%

Keterangan: KB = Keladi Buru, KP = Keladi Porto, KS = Keladi Saumlaki

Tabel 2. Hasil analisis parameter fungsional pati keladi dari beberapa lokasi di Maluku

Sampel	Swelling power (g/g)	Kelarutan (%)	WHC (%)	pH
KB	14,60	1,85	10,65	6,84
KP	12,97	1,82	10,47	6,02
KS	13,42	2,03	10,57	6,05

Keterangan: KB = Keladi Buru, KP = Keladi Porto, KS = Keladi Saumlaki, WHC = *water holding capacity*

WHC

WHC atau daya serap air merupakan kemampuan bahan pangan dalam menyerap dan menahan air didalam molekul bahan tersebut. Granula pati dapat menyerap air dan membengkak tetapi tidak dapat kembali seperti semula (Fennema, 1985). Kulp (1975) menyatakan bahwa air yang terserap dalam molekul menyebabkan granula mengembang. Nilai WHC dari hasil penelitian ini menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata antar ketiga pati yang diteliti. Nilai WHC sampel berkisar antara 10,47-10,65, nilai ini lebih rendah dari nilai WHC pati keladi alami asal Nigeria 21,0-23,5 (Falade dan Okafor, 2013) Dan hasil kedua jenis keladi ini juga lebih rendah dari nilai WHC Yam asal nigeria dari penelitian yang sama oleh Falade dan Okafor (2013) yaitu 27,0-36,0%. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis varietas atau aksesi, lokasi tumbuh berpengaruh terhadap nilai WHC. Proses gelatinisasi akan merusak ikatan hidrogen intramolekuler. Ikatan hidrogen mempunyai peranan untuk mempertahankan struktur integritas granula. Terdapatnya gugus hidroksil yang bebas akan menyerap air, sehingga terjadi pembengkakan granula pati. Dengan demikian semakin banyak jumlah gugus hidroksil dari molekul pati maka kemampuan menyerap air semakin tinggi. Oleh karena itu absorpsi air sangat berpengaruh terhadap viskositas.

Kejernihan Pasta

Kejernihan pasta ketiga pati alami hasil penelitian mengalami penurunan selama penyimpanan 120 jam, dengan penurunan kejernihan hingga <6 %T. Kejernihan pasta pati tertinggi hari ke-0 pada pati keladi alami KS, diikuti pati KP dan KB. Setelah dilakukan penyimpanan selama 120 jam pada suhu 4°C kejernihan pasta mengalami penurunan (Gambar 1). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu pati sagu alami mengalami penurunan kejernihan pasta selama penyimpanan (Polnaya *et al.*, 2018; Polnaya dan Puturu, 2010; Polnaya *et al.*, 2009). Karam *et al.* (2005) juga mengemukakan bahwa setelah

penyimpanan 72 jam sampel menjadi lebih keruh. Kejernihan pasta diukur untuk mengevaluasi tendensi retrogradasi. Jika pasta pati disimpan pada suhu rendah, maka proses retrogradasi cenderung berlangsung lebih cepat. Pasta pati yang dipanaskan sampai melampaui suhu gelatinisasi akan menyebabkan terurainya amilosa dari bagian pati ke bagian air. Pati alami memiliki suhu gelatinisasi yang paling tinggi. Apabila pati ini dipanaskan hingga melampaui suhu gelatinisasi pati maka amilosa akan terurai. Bila suhu pasta pati kemudian diturunkan hingga 25°C, amilosa terurai cenderung saling bergabung/restrukturisasi dengan amilosa yang lain (retrogradasi). Kejernihan pasta pati dipengaruhi oleh penetrasi dan penyerapan air yang menyebabkan pengembangan granula yang kemudian meningkatkan transmitansi cahaya (Mbougeng *et al.*, 2008) dan % transmitansi pati mengalami penurunan dengan meningkatnya waktu penyimpanan (Lawal, 2004). Semakin meningkatnya pengembangan dan kelarutan granula pati dan yang menghalangi terjadinya gelatinasi menjadi faktor yang dapat meningkatkan kejernihan pasta pati. Pati yang memiliki nilai kejernihan pasta tinggi menghasilkan pasta pati dengan warna yang bening atau transparan, sehingga jika digunakan sebagai bahan baku akan menghasilkan produk dengan warna yang jernih atau transparan dan sebaliknya bila granula pati mengembang sedikit maka pasta yang dihasilkan keruh (Muzaifa *et al.*, 2014).

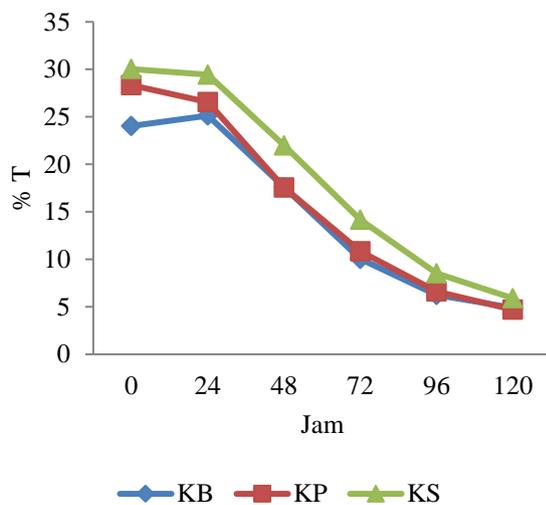
pH

pH pati keladi alami hasil penelitian ini berkisar antara 6,05-6,85. Nilai pH ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian pati keladi asal Nigeria yaitu 7,19. Pengukuran nilai pH pati sangat penting karena berhubungan dengan aplikasi pada industri, pengukuran derajat asam dan alkali terutama pada media cair (Arawande dan Ashogbon, 2019).

Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan dari berat bahan setelah proses dan berat bahan

sebelum proses (berat bahan mentah). Keladi yang digunakan dalam penelitian ini adalah aksesori keladi yang berasal dari tiga lokasi yang berbeda di Maluku. Umumnya keladi dipanen pada umur panen delapan bulan setelah tanam. Pada usia panen tersebut dapat menghasilkan rendeman pati yang tinggi karena secara fisiologis keladi telah matang. Hal ini terjadi karena pada umur demikian menjadi usia optimal penyimpanan cadangan makanan, pada usia selanjutnya mulai terjadi degradasi pati menjadi serat dan pertumbuhan jaringan meristem pembentuk tunas baru (Damat *et al.*, 2007). Kisaran nilai rendemen sampel dalam penelitian ini adalah 12-16%, kisaran hasil ini lebih tinggi dibandingkan pati garut yang dihasilkan oleh (Damat *et al.*, 2016) dan Maulani *et al.*, (2012) yaitu 13%.



Gambar 1. Kejernihan pasta pati keladi dari beberapa lokasi di Maluku, selama 120 jam penyimpanan. KB = Keladi Buru, KP = Keladi Porto, KS = Keladi Saumlaki

Tabel 3. Hasil pengukuran warna pati keladi alami dari beberapa lokai di Maluku

Parameter	KB	KP	KS
L^*	91,28 ^a	91,34 ^b	91,35 ^b
a^*	5,85 ^b	5,71 ^a	5,72 ^a
b^*	-2,24 ^b	-2,38 ^a	-2,67 ^a

Keterangan: Superscript yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan terdapat perbedaan berdasarkan uji Tukey ($p < 0,05$).

Warna Pati

Hasil pengukuran warna pati alami dengan chromameter disajikan pada Tabel 3. Nilai L^* atau

tingkat kecerahan KB berbeda nyata dengan nilai L^* KP dan KS. Kisaran nilai L^* ketiga pati alami yang diteliti adalah 91,28-91,35 yang menunjukkan warna sangat putih.

KESIMPULAN

Lokasi tumbuh yang berbeda karena daerah kepulauan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap sifat fisik dan fungsional pati keladi yang diteliti. Hasil analisa karakteristik fisik dan fungsional pati keladi dapat menjadi bahan acuan untuk melakukan modifikasi pati sesuai kebutuhan pengolahan pangan dan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., B.I. Olu-Owolabi, E.K. Olawumi, and O.S. Lawal. 2005. Functional properties of native, physically and chemically modified breadfruit (*Artocarpus artilis*) starch. *Industrial Crops and Products* 21: 343–351. DOI: 10.1016/j.indcrop.2004.05.002
- Apriyantono A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, S. Yasni, dan S. Budijanto. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Arawande, J.O. and A.O. Ashogbon. 2019. Isolation and characterization of starch obtained from cocoyam cultivated at Akungba Akoko. Ondo State. Nigeria 6.
- Damat, Y. dan Kurniawati. 2016. Karakteristik fisiko-kimia pati garut (*Marantha arundinaceae*) termodifikasi secara fisik melalui proses gelatinisasi-retrogradasi berulang. Seminar Nasional Hasil Penelitian, 2016-UNMUH.
- Falade, K.O. and C.A. Okafor. 2013. Physicochemical properties of five cocoyam (*Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium*) starches. *Food Hydrocolloids* 30: 173–181. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.05.006
- Faridah, D.N., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan T.C. Sunarti. 2014. Karakteristik sifat fisikokimia pati garut (*Maranta arundinaceae*). *Agrotech* 34: 14-21.
- Fennema OR, 1985. Food Chemistry. Marcel Dekker Inc. New York. Basel
- Ganjyal, G.M., M.A. Hanna, and D.D. Jones. 2003. Modelling selected properties of

- extruded waxy maize cross-linked starches with neural networks. *Journal of Food Science* 68: 1384–1388. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb09654.
- Jacobs, H. and J.A. Delcour. 1998. Hydrothermal Modifications of granular starch, with retention of the granular structure: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 2895-2905. DOI: [10.1021/jf980169k](https://doi.org/10.1021/jf980169k)
- Karam, L.B., M.V.E. Grossmann, R.S.S.F. Silva, C. Ferrerob, and N.E. Zaritzky. 2005. Gel textural characteristics of corn, cassava and yam starch blends: A mixture surface response methodology approach. *Starch/Stärke* 57: 62–70. DOI: 10.1002/star.200400328
- Kaur, L., N. Singh, and N.S. Sodhi. 2002. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. *Food Chemistry* 79: 183-192. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00130-9
- Kulp K, 1975. Carbohydrate. Dalam G Reed (Ed). *Enzymes in Food Processing*. Academic Press. New York.
- Lawal, O. 2004. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidised, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. *Food Chemistry* 87: 205–218. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.11.013
- Maulani, R.R., R. Budiasih, dan N. Immaningsih. 2012. Karakterisasi fisik dan kimia rimpang dan pati garut (*Marantha arundinaceae* L.) pada berbagai umur panen. Prosiding Seminar Nasional: Kedaulatan Pangan dan Energi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.
- Mbougeng, P.D., D. Tenin, J. Scher, and C. Tchíégang. 2008. Physicochemical and functional properties of some cultivars of irish potato and cassava starch. *Journal of Food Technology* 6: 139-146.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 1992. Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Murilo-Chávez, C.E., Y-J. Wangb, and L.A. Bello-Pérez. 2008. Morphological, physicochemical and structural characteristics of oxidized barley and corn starches. *Starch/Stärke* 60: 634–645. DOI: 10.1002/star.200800016
- Muzaifa Murna, M.I. Sulaiman, dan Liyuza. 2014. Evaluasi Sifat fisik pati ganyong (*Canna edulis* Kerr.) sebagai bahan baku pembuatan kwietaiw pada tingkat substitusi yang berbeda. *Sagu* 13: 35-40.
- Mweta, D.E., M.T. Labuschagne, S. Bonnet, J. Swarts, and J.D.K. Saka. 2010. Isolation and physicochemical characterisation of starch from cocoyam (*Colocasia esculenta*) grown in Malawi. *Journal Science of Food and Agriculture* 90: 1886-1896. DOI: 10.1002/jsfa.4029
- Ojinnaka, M.C. and C.C. Nnorom. 2015. Quality evaluation of wheat-cocoyam-soybean cookies. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment* 11: 123-129.
- Polnaya, F.J., A.A. Huwae, dan G. Tetelepta. 2018. Karakteristik sifat fisiko-kimia dan fungsional pati sugu ihur (*Metroxylon sylvestre*) dimodifikasi dengan hidrolisis asam. *Agritech* 38: 7-15. DOI: 0.22146/agritech.16611
- Polnaya, F.J. dan B.R.I. Puturuhu. 2010. Preparasi dan karakterisasi pati asetil. *Buletin BIAM* 6: 10-13.
- Polnaya, F.J., J. Talahatu, Haryadi, dan D.W. Marseno, 2009. Karakterisasi tiga jenis pati sugu (*Metroxylon* sp.) hidroksipropil. *Agritech* 29: 87-95.
- Shimelis, E.A., M. Meaza, and S.K. Rakshit. 2006. Physico-chemical properties, pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from improved bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript FP 05 015. Vol. VIII. February, 2006.
- Waliszewski, K.N., M.A. Aparicio, L.A. Bello, J.A. Monroy. 2003. Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers* 52: 237–242. DOI: 10.1016/S0144-8617(02)00270-9

