

KARAKTERISTIK PATI TERMODIFIKASI DARI KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) MENGGUNAKAN METODE HIDROLISIS ASAM

Eko Sandy Saputro¹⁾, Ngatirah, S.P., M.P., I.P.M¹⁾, Ir. Sri Hastuti M.S²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

²⁾Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut
Pertanian Stiper Yogyakarta

Email Korespondensi : ¹⁾ekosandysaputra@gmail.com,

²⁾thpInstiperjogja@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh jenis asam dan suhu yang tepat agar didapatkan pati termodifikasi kulit singkong yang berkualitas sesuai SNI (01-2997-1992).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) 2 faktor. Faktor pertama adalah asam yang digunakan pada hidrolisis pati (A) dengan 4 taraf yaitu ($A_1 = \text{CH}_3\text{COOH}$ 1%), ($A_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ 1%), ($A_3 = \text{HCL}$ 1%), ($A_4 = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 1%). Faktor kedua adalah variasi suhu dengan 3 taraf yaitu ($B_1 = 40^\circ\text{C}$), ($B_2 = 50^\circ\text{C}$), ($B_3 = 60^\circ\text{C}$). Pati modifikasi yang dihasilkan dianalisis kadar air, abu, gula reduksi, amilose, pati termodifikasi, rendemen, kecerahan warna nilai L, daya larut pati, kejernihan pasta.

Jenis asam dan variasi suhu yang digunakan tidak berpengaruh terhadap kadar air, abu, gula reduksi, amilose, pati termodifikasi, rendemen, kecerahan warna nilai L, daya larut pati, kejernihan pasta. Pati termodifikasi terbaik diperoleh pada jenis asam A_3 (HCL) yang didukung oleh kadar air 12,17 %, abu 6,52 %, pati modifikasi 73,51 %, rendemen 1,80 %. Hasil pati termodifikasi juga pada suhu $B_3 = 60^\circ\text{C}$ yang didukung oleh kadar air 13,51 %, abu 6,73%, pati modifikasi 70.29 %, rendemen 2,19 %. Keduanya memenuhi SNI (01-2997-1992).

Katakunci: Hidrolisis asam, singkong, pati kulit singkong, modifikasi pati

PENDAHULUAN

Kulit singkong merupakan limbah dari industri singkong, seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri makanan pokok. Kandungan pati kimia dalam kulit singkong adalah 44-59% (Richana dan Nurul 2013). Karena kandungannya, sangat disayangkan bila kulit singkong dibuang begitu saja. Sekam singkong dapat digunakan untuk membuat produk bernilai komersial tinggi, termasuk pati yang dimodifikasi.

Pati termodifikasi adalah pati yang telah dimodifikasi dengan perlakuan fisik atau kimia yang terkontrol sehingga mengubah satu atau lebih sifat aslinya, seperti suhu awal proses gelatinisasi dan perubahan sifat pati menjadi lebih permanen; Panas, asam, tekanan fisik (pencampuran) dan kecenderungan untuk tenggelam. Pati modifikasi memiliki daya serap air lebih tinggi dibandingkan pati alami. Pati modifikasi dapat menyerap air sekitar 20-25% beratnya, sehingga mudah larut dalam air dingin (Rahman et al., 2020).

Modifikasi pati singkong merupakan pilihan yang dapat meningkatkan sifat polimer pati, sehingga pati memiliki sifat untuk aplikasi industri. Pati termodifikasi dapat digunakan sebagai bahan pangan (Heru, 2015). Teknik modifikasi pati yang paling umum digunakan adalah modifikasi fisik (termasuk pregelatinisasi) dan modifikasi kimia termasuk modifikasi ikatan silang, substitusi dan hidrolisis asam. (Widyatmoko, 2015).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pilot Plant dan Laboratorium Fakultas Pertanian penelitian tanggal 01 Juli sampai 31 Oktober 2022.

Alat

Peralatan yang digunakan antara lain oven, neraca analitik, *waterbath (daihan labtech)*, spektrofotometer (UV-VIS), labu ukur (*pyrex*), blender (philips), pisau, kain saring, erlenmeyer (*pyrex*), gelas beker (*pyrex*), pipet tetes, desikator, baskom, vortex (mx-s), gelas piala (*pyrex*), *Portabel Colorimeter*

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan pati termodifikasi antara lain singkong, Air, garam (NaCl), air suling, NaOH 50%, larutan PP 0,1%. Asam yang digunakan dalam proses hidrolisis adalah asam asetat (CH₃COOH), asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄). Asam laktat (C₃H₆O₃).

Bahan yang digunakan dalam analisis terdiri dari larutan glukose, Cu₂O, air suling, etanol 95 %, NaOH 1 N, CH₃COOH 1 N, Larutan iod, HCL 3 %, NaOH 40 %, Air destilata, larutan luff schrool, H₂SO₄ 25 %, Na₂S₂O₃ 0,1 N.

Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Blok Lengkap (RBL), terdiri dari dua faktor yaitu, faktor pertama adalah jenis asam, faktor kedua adalah suhu yang digunakan pada percobaan.

Faktor pertama adalah asam yang digunakan untuk hidrolisis pati terdiri dari 4 taraf yaitu

$A_1 = \text{CH}_3\text{COOH} 1\%$

$A_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 1\%$

$A_3 = \text{HCl} 1\%$

$A_4 = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 1\%$

Faktor kedua yaitu suhu yang digunakan pada percobaan yang terdiri dari 3 taraf

yaitu

$B_1 : 40\text{ }^\circ\text{C}$

$B_2 : 50\text{ }^\circ\text{C}$

$B_3 : 60\text{ }^\circ\text{C}$

Percobaan dilakukan dengan mengkombinasikan 2 faktor A, B, diulang 2 kali sebagai blok sehingga diperoleh $4 \times 3 \times 2 = 24$ satuan eksperimental.

Pembuatan pati kulit singkong

Pertama Kulit singkong segar dipisahkan kulit dalam dan kulit luar, setelah itu kulit singkong bagian dalam dicuci bersih, potong-potong ± 1 cm. Rendam kulit singkong dengan air ± 24 jam. Kulit singkong ditiriskan dan potong potong kulit singkong + air 1:3 lalu diblender menjadi bubur kulit singkong, setelah itu kulit singkong yang sudah diblender dipisahkan antara ampas dan cairannya. Cairannya diendapkan selama 2 jam sampai mengendap menjadi pati, keringkan dengan oven suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 sampai 3 jam, lalu setelah itu dijemur disinar matahari selama 2 jam hasil pati yang sudah jadi lalu digiling dengan ayakan tyller 60 mesh, jadilah pati singkong selanjutnya dilakukan untuk penelitian tahap II.

Tahap 2. Pembuatan pati termodifikasi

Mengacu pada TLUE, untuk urutan pertama adalah A4B3 (modifikasi dengan asam laktat dengan suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$) dilakukan sebagai berikut. Pati kulit singkong, larutan penyangga (buffer fosfat pH 4) dan asam ditambahkan (1:1 b/v), lalu di Shaker waterbath selama 2 jam pada $60\text{ }^\circ\text{C}$. Setelah sudah dilakukan shaker waterbath lalu dinetralkan dengan NaOH hingga netral (pH 6-7) lalu endapan pati dicuci dengan aquades sampai netral dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring dan tunggu selama 24 jam lalu dikeringkan dengan suhu $105\text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Hasil pengeringan dihancurkan dengan mortar, lalu diayak dengan ayakan tyller 60 mesh, jadilah pati termodifikasi. Setelah urutan perlakuan A4B3 selesai selanjutnya dilanjutkan dengan perlakuan A3B1, A2B2, A1B1 sesuai dengan TLUE proses dilakukan sama seperti di atas dan diamati kadar air, abu, gula reduksi, amilose, pati, Rendemen, kecerahan warna nilai L, Daya larut pati, Kejernihan pasta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar air pati modifikasi dan variasi suhu tidak berpengaruh terhadap kadar air pati modifikasi, dan tidak ada interaksi antar kedua

variabel terhadap kadar air pati modifikasi.

Tabel 1. Hasil rerata uji kadar air (%)

Perlakuan				
Suhu inkubasi				
Jenis asam	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	rerata
A1(CH₃COOH)	11,83	15,71	13,79	13,78
A2(H₂SO₄)	12,00	12,18	13,99	12,72
A3(HCL)	10,86	13,19	12,45	12,17
A4(C₃H₆O₃)	12,32	12,03	13,81	12,72
Rerata	11,75	13,28	13,51	
Kontrol	17,20			

Pada Tabel 1. Kadar air pati modifikasi tidak berbeda antara perlakuan karena konsentrasi asam yang digunakan sama yaitu 1 %. Kadar air pati kulit singkong yang dihasilkan lebih rendah dibanding kontrol karena pada perlakuan kontrol tidak ditambahkan asam sehingga kadar airnya tinggi. menurut marlina semakin rendah konsentrasi asam yang dihasilkan maka akan rendah juga dihasilkan. Kadar air pada pati kulit singkong adalah 12 % (SNI 01-2997-1992). (Marlina dan Cengristitama, 2020).

Dari Tabel 1. dapat dilihat bahwa variasi suhu tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air pati modifikasi. Hal ini disebabkan karena suhu yang digunakan relatif rendah sehingga tidak mempengaruhi kadar air, dengan semakin tinggi suhu yang diberikan maka hasilnya akan maksimal (Putra dkk. 2016).

Dari Tabel 1. Meskipun tidak berpengaruh kadar air pati modifikasi kulit singkong terjadi peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu inkubasi hal ini karena suhu inkubasi perlakuan semakin lama semakin meningkat dari 40°C sampai dengan 60°C dengan semakin tinggi suhu pemanasan pada proses pembuatannya (Putra dkk. 2016).

Kadar Abu

menunjukkan bahwa jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar abu pati modifikasi dan variasi suhu tidak berpengaruh terhadap kadar abu pati modifikasi, dan tidak ada interaksi antar dua variabel terhadap kadar abu pati modifikasi.

Tabel 2. Hasil rerata uji kadar abu (%)

Perlakuan				
------------------	--	--	--	--

Jenis asam	Suhu inkubasi			rerata
	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	
A1 (CH₃COOH)	6,63	5,57	6,41	6,20
A2 (H₂SO₄)	6,22	6,01	6,80	6,34
A3 (HCL)	5,94	6,25	7,37	6,52
A4 (C₃H₆O₃)	5,95	6,06	6,36	6,12
rerata	6,18	5,97	6,73	
kontrol		13,64		

Pada Tabel 2. Menunjukkan jenis asam tidak berpengaruh terhadap konsentrasi asam yang digunakan kadar abu pati modifikasi. Hal ini disebabkan karena tidak mengandung mineral sehingga tidak mempengaruhi kadar abu pati modifikasi. Menurut Lusi (2020) semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan pula akan makin sedikit kadar abu yang dihasilkan (Lusi, 2020).

Kadar abu pada kontrol yang hasilnya lebih tinggi dari hasil analisis pati modifikasi kulit singkong karena pati modifikasi yang dihasilkan itu konsentrasinya cukup rendah, pati alami seharusnya mempunyai kadar abu yang lebih rendah dari pada pati modifikasi (Rahmayuni dkk., 2014)

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa variasi suhu tidak memberikan pengaruh terhadap kadar abu pati modifikasi. Hal ini disebabkan suhu hidrolisis yang digunakan dalam pembuatan pati modifikasi cukup rendah sehingga tidak terjadi pelarutan mineral mineral pada pati modifikasi. Menurut rahmayuni (2014) lamanya waktu inkubasi mempengaruhi kadar abu pati kulit singkong, semakin lama waktu inkubasi maka kadar abu pun semakin meningkat (Rahmayuni, 2014).

Gula Reduksi

Menunjukkan bahwa jenis asam tidak ada pengaruh terhadap kadar gula reduksi pati modifikasi. Dan variasi suhu yang digunakan tidak berpengaruh terhadap kadar gula reduksi pati modifikasi, dan tidak ada interaksi antar dua variabel terhadap kadar gula reduksi pati modifikasi.

Tabel 3. Hasil rerata uji kadar gula reduksi (%)

Perlakuan

Suhu inkubasi				
Jenis Asam	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	Rerata
A1 (CH₃COOH)	0,0310	0,0305	0,0310	0,0308
A2 (H₂SO₄)	0,0335	0,0330	0,0300	0,0322
A3 (HCL)	0,0315	0,0350	0,0325	0,0330
A4 (C₃H₆O₃)	0,0320	0,0325	0,0310	0,0318
Rerata	0,0320	0,0328	0,0311	
Kontrol**	3,78 - 5,59 %			

Sumber : Suryani, 2015.

Pada Tabel 3. Menunjukkan jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar gula reduksi pati modifikasi. Namun hidrolisis dengan asam kuat (H₂SO₄) dan HCL menghasilkan kadar gula reduksi yang lebih tinggi dibanding dengan asam lemah. Hal itu memicu pada konsentrasi yang digunakan sangat kecil itu sebabnya asam kuta lebih menghasilkan gula reduksi lebih tinggi. Menurut muhammad (2022) bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka molekul pati yang telah mengikat air dapat terpecah dan membuat molekul gula sederhana (Muhammad, 2022).

Dari Tabel 3. dapat dilihat bahwa variasi suhu tidak memberikan pengaruh terhadap kadar gula reduksi pati modifikasi. Namun dari tabel 12 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan gula reduksi seiring meingkatnya rasio bahan yang diberi variasi suhu 40°C, 50°C, 60°C.

Pati termoodifikasi

Menunjukkan jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar pati. variasi suhu tidak berpengaruh terhadap kadar pati, tidak ada interaksi antar dua variabel terhadap kadar pati pati modifikasi.

Tabel 4. Hasil rerata uji kadar pati (%)

Perlakuan				
Suhu inkubasi				
Jenis asam	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	Rerata
A1 (CH₃COOH)	66,68	75,28	72,16	71,37
A2 (H₂SO₄)	74,29	58,42	72,81	68,51
A3 (HCL)	75,21	72,54	72,78	73,51
A4 (C₃H₆O₃)	61,18	70,45	63,41	65,01
Rerata	69,34	69,17	70,29	
Kontrol**	83 %			

Sumber : Kawijja dkk., 2017.

Pada Tabel 4. Menunjukkan jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar pati pati

modifikasi. Hal ini disebabkan Pati diperoleh dari ekstraksi langsung dari kulit singkong sehingga didapatkan pati lebih murni. menurut S.Widowati et al., (1997 rendahnya kadar pati modifikasi disebabkan karena adanya pemanasan dalam proses menyebabkan penurunan kadar pati yang ada dalam kadar pati modifikasi tersebut. berdasarkan standar mutu pati kadar pati pati modifikasi mininam 75 % SNI Menurut lawal (2004) selain itu penurunan kadar pati pada proses modifikasi disebabkan karena adanya degradasi yang terjadi pada proses hidrolisis asam. (Rahmawati dkk., 2012).

Dari Tabel 4. dapat dilihat bahwa variasi suhu tidak memberikan pengaruh terhadap kadar pati pati modifikasi karena suhu yang digunakan selama inkubasi relatif rendah. Menurut hargono melaporkan hasil penelitian hidrolisis casava Pada umumnya laju awal hidrolisis meningkat dengan naiknya suhu, yaitu suhu di atas 70 dan 80 °C mempercepat laju reaksi atau mempercepat konversi pati menjadi gula pereduksi. (Hargono, 2019).

Kecerahan warna nilai L

menunjukkan bahwa jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar total perbedaan warna pati modifikasi dan variasi suhu tidak berpengaruh terhadap kadar total perbedaan warna pati modifikasi dan tidak ada interaksi antar kedua variabel terhadap kadar total perbedaan warna pati modifikasi.

Tabel 5. Hasil rerata uji kecerahan warna nilai L

Perlakuan				
Suhu Inkubasi				
Jenis asam	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	Rerata
A1 (CH₃COOH)	73,53	64,41	70,68	69,54
A2 (H₂SO₄)	67,37	65,62	62,35	65,11
A3 (HCL)	65,59	70,51	58,29	64,80
A4 (C₃H₆O₃)	72,06	70,83	69,70	70,86
Rerata	69,64	67,84	65,25	
Kontrol		72,32		

Pada Tabel 5. Terlihat bahwa pati modifikasi hasil hidrolisis asam kuat (H₂SO₄) dan HCL cenderung memiliki nilai L yang cukup rendah. Hal itu menunjukkan warnanya kurang cerah dibanding dengan asam lemah tersebut Menunjukkan jenis asam tidak berpengaruh terhadap kadar total perbedaan warna pati modifikasi. Hal ini disebabkan karena pati singkong berwarna putih sedangkan pati yang sudah dibuat berwarna agak kecoklatan, Menurut Fajr (2002), produk tepung terigu penting karena berkaitan dengan preferensi konsumen terhadap tepung terigu. Pengisi tambahan melindungi produk selama proses pengeringan (Lumban, 2010)

Dari Tabel 5. dapat dilihat kecarahan warna cenderung menurun sehingga dengan meningkatnya suhu. Hal itu karena sesuai dengan kelemahan pewarna alami adalah ketidakstabilan warna saat mengalami pemanasan. Betalain merupakan pewarna alami

yang akan mengalami degradasi apabila dilakukan pemanasan dengan suhu diatas 40°C suhu dianggap faktor yang paling pada stabilitas betalain selama pemroses dan penyimpanan (Fransisca, 2016).

Daya larut pati

menunjukkan bahwa jenis asam tidak berpengaruh terhadap daya larut pati modifikasi dan variasi suhu tidak berpengaruh terhadap daya larut pati pati modifikasi dan tidak ada interaksi antar kedua variabel terhadap daya larut pati pati modifikasi.

Tabel 6. Hasil rerata uji daya larut pati (%)

Perlakuan				
Suhu Inkubasi				
Jenis asam	B1 (40)	B2 (50)	B3 (60)	Rerata
A1 (CH₃COOH)	57,79	59,02	65,35	60,72
A2 (H₂SO₄)	72,05	57,64	71,59	67,09
A3 (HCL)	60,11	61,11	65,18	62,13
A4 (C₃H₆O₃)	42,70	57,79	71,06	57,18
Rerata	58,16	58,89	68,29	
Kontrol**	77,78 %			

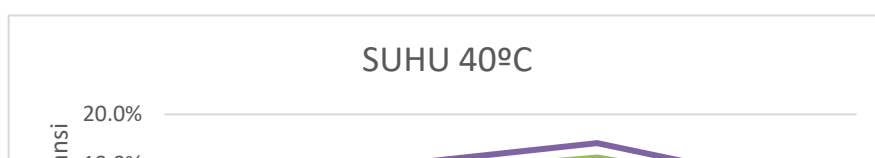
Sumber : Polnaya dkk., 2018

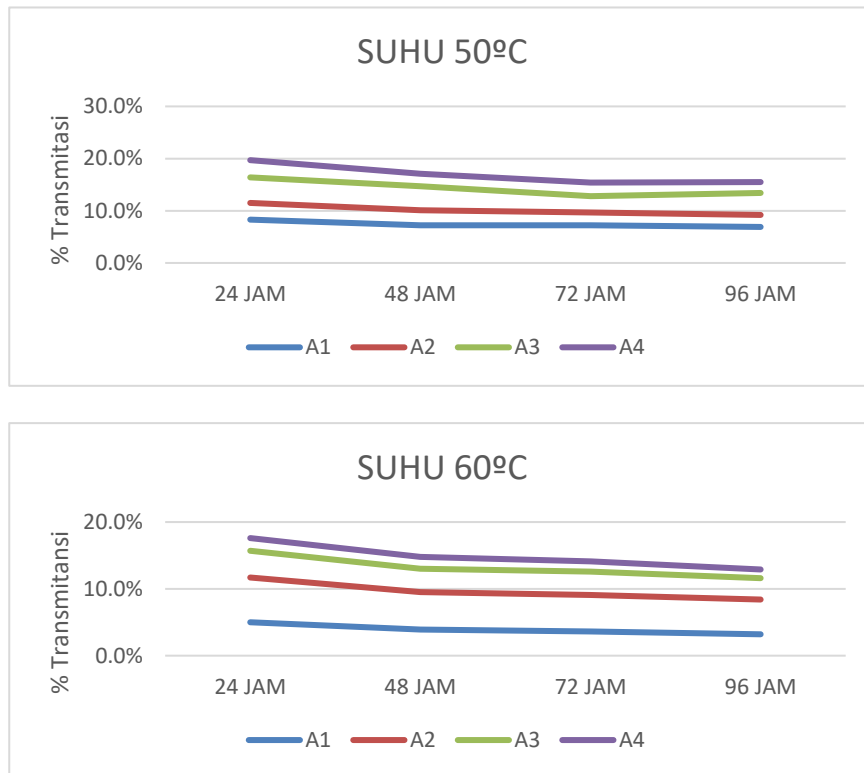
Pada Tabel 6. Menunjukkan jenis asam tidak benaruh terhadap daya larut pati pati modifikasi. Hal ini karena hidrolisis asam menyebabkan memendeknya rantai polimer pati sebagai akibat melemahnya ikatan hidrogen. Menurut Sajilata et al., (2006) daya larut pati yang mengalami proses modifikasi yaitu hidrolisis asam mengalami penurunan (didah, 2013).

Dari Tabel 6. dapat dilihat bahwa variasi suhu tidak memberikan pengaruh terhadap daya larut pati pati modifikasi. Hal ini karena Suhu tinggi menyebabkan depolimerisasi molekul pati. Menurut Yuliasiah et al (2007), hal ini mempermudah pembuatan pati. Semakin lama waktu pemanasan maka kelarutan pati semakin tinggi, semakin lama waktu pemanasan suspensi pati maka semakin tinggi berat molekul rendah amilosa pati. (Pepita, 2014).

Kejernihan pasta

Data analisis kejernihan pasta pati kulit singkong dapat dilihat pada Gambar 1





Pada Gambar 1. Didapatkan kadar kejernihan pasta berkisar antara 3,4-6,0 %. Pada suhu 40°C dilihat grafik waktu 24 jam ke waktu 72 jam meningkat Hal ini menunjukkan bahwa pati termodifikasi dapat meningkatkan kecerahan pasta pati termodifikasi. Betacure et al. (1997) menemukan bahwa peningkatan kecerahan pasta pati disebabkan oleh masuknya gugus substituen ke dalam molekul pati menggantikan gugus hidroksil yang mampu menahan molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen pada granula pati, sehingga pasta pati menjadi ringan. (Damat, 2008).

Pada suhu 50 °C dan 60 °C kejernihan pasta semakin menurun sejalan dengan penelitian karan dkk., (2005) Permeabilitas gel pati menurun dengan bertambahnya waktu penyimpanan pati yang disimpan pada suhu 4°C hal ini apabila pati dibiarkan mendingin Ini menjadi buram dari waktu ke waktu karena proses retrograde dan berakselerasi pada suhu rendah untuk membuat pasta menjadi bening. mejadi menurun. Melihat dari sampe yang disimpan disuhu 4°C pada hari ke -3 72 jam sudah mulai agak buram/ Kekeruhan ini disebabkan rendahnya stabilitas sampel dalam larutan (Febby, 2018).

KESIMPULAN

Dari data hasil dan Diskusi pada penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan Jenis asam yang digunakan dan konsentrasinya 1% tidak berpengaruh terhadap kadar air, abu, gula reduksi, amilose, pati termodifikasi, rendemen, daya larut pati, kecerahan warna nilai L, kejernihan pasta . Suhu yang digunakan tidak berpengaruh terhadap kadar air, abu, gula reduksi, amilose, pati termodifikasi, rendemen, daya larut pati, kecerahan warna nilai L, kejernihan pasta. Hasil pati termodifikasi terbaik diperoleh pada jenis asam A3 (HCL) yang didukung oleh kadar air 12,17 %, abu 6,52 %, pati modifikasi 73,51 %, rendemen 1,80 %. Hasil pati termodifikasi juga pada suhu B3 = 60°C yang didukung oleh kadar air 13,51 %, abu 6,73%, pati modifikasi 70.29 %, rendemen 2,19 %. Keduanya memenuhi SNI (01-2997-1992).

DAFTAR PUSTAKA

- Richana, N. dan N. Waridah, 2016. Menggali Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar, Nuansa, Jakarta
- Rahman T., L. Rohmah, T. Agus, 2020. Teknologi Pati Termodifikasi Dari Umbi - Umbian : Pengembangan Dan Pemanfaatan Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Pangan. Safitri R., A. I. Dwi, S. F. Marta, 2018. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dalam Proses Hidrolisis Selulosa Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Untuk Produksi Bioetanol. Jember : Jurusan Kimia Universitas Jember.
- widyatmoko. H, 2015. Modifikasi Pati Singkong Secara Fermentasi Oleh *Lactobacillus Manihotivorans* Dan *Lactobacillus Fermentum* Indigenus Gatot. Jurusan teknologi hasil pertanian. Fakultas teknologi pertanian. Universitas jember.
- Marlina L., Cengristitama. 2020. Pengaruh Variasi Suhu Perendaman Terhadap Karakteristik Pati Termodifikasi Dari Kulit Singkong Dengan Substitusi Sari Kedelai. Teknik kimia, politeknik TEDC Bandung. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, Volume 7, No. 3, Tahun 2020
- Putra, I. N. K., Ni W. W., Anak A. I. S. W., 2016. Optimisasi Suhu Pemanasan dan Kadar Air pada Produksi Pati Talas Kimpul Termodifikasi dengan Teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT). Optimization of Heating Temperature and Moisture Content on the Production of Modified Cocoyam Starch Using Heat Moisture Treatment (HMT) Technique Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.
- Rahmayuni, Faizah H. Vonny S. J. Dan Hidayati. 2014. Karakteristik Pati Sagu Terealisasi. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Fakultas Riau
- Rahmawati, W. Yovita A., K., Nita A., 2012. Karakterisasi Pati Talas (*Colocasia Esculenta* (L.) Schot) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri Di Indonesia. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri, Vol 1 No. 1 Tahun 2012 Halaman 347-351.

Hargono. 2019. Kinetika Hidrolisis Pati Singkong Manis (Manihot Esculenta) Pada Suhu Rendah Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Inovasi Teknik Kimia. Vol. 4, No.1, April 2019, Hal 11-15 Issn 2527-614x, E-Issn 2541-5891