

Karakterisasi Pati *Canna Edulis* Kerr. Termodifikasi dan Uji Produk pada Pembuatan Roti Tawar

Siti Munfarida^{1*}, Jefri Pandu Hidayat¹

¹ Teknologi Pangan, Jurusan Sains Teknologi Pangan dan Kemaritiman, Institut Teknologi Kalimantan

*email korespondensi: siti.munfarida@lecturer.itk.ac.id

Info Artikel

Diajukan: 19 September 2022

Diterima: 7 Maret 2023

Diterbitkan: -

Keyword:

Canna edulis Kerr.; starch; modification; H₂O₂; Characterization

Kata Kunci:

Ganyong; Pati; Modifikasi; H₂O₂; Karakterisasi

Abstract

Increasing population growth has an impact on increasing food demand, one of which is wheat flour. Increasing imports of wheat flour is not the solution. *Canna* tuber has high carbohydrate content. But it has a brownish color, low solubility and swelling power. The purpose of the study was to determine the optimum conditions to increase the quality of *Canna* starch by oxidation process using hydrogen peroxide (H₂O₂) as an alternative flour according to the quality standard of SNI 3751:2009. The research used white *canna* tubers as raw material to make *canna* starch. The starch was oxidized using H₂O₂ (1%, 2%, 3%) with variables slurry ratio of 10%, 20% and 30% within 30, 60, 90, and 120 minutes. The highest value of solubility and swelling power was got at 60 minutes process and 10% slurry. The modification process is continued to find the optimum H₂O₂ concentration. The highest swelling power and solubility were obtained at 2% H₂O₂. The optimum condition is 10% slurry concentration, 2% H₂O₂ and 60 minutes oxidation time. The value of swelling power is 2.9 and water solubility is 0.0609. Proximate analysis was found 85.956% carbohydrates, 2.365% protein, 0% fat, 11.425% water and 0.254% ash. While the results of the white degree test show a brightness value of 91.95. Total protein did not reach the SNI standard, but modified *canna* starch can be used as substitute for wheat flour as much as 50% according to the test result of bread making application.

Abstrak

Meningkatnya pertumbuhan penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan pangan, salah satunya tepung terigu. Peningkatan impor tepung terigu bukanlah solusi. Umbi ganyong memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi. Namun, warnanya kecoklatan, kelarutannya rendah, dan daya kembangnya rendah. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi optimum peningkatan mutu pati ganyong melalui proses oksidasi menggunakan hidrogen peroksida (H₂O₂) sebagai alternatif tepung sesuai standar mutu SNI 3751:2009. Penelitian ini menggunakan umbi ganyong putih sebagai bahan baku pembuatan pati ganyong. Pati dioksidasi menggunakan H₂O₂ (1%, 2%, 3%) dengan variabel rasio bubur 10%, 20% dan 30% dalam waktu 30, 60, 90, dan 120 menit. Nilai kelarutan dan daya kembang tertinggi diperoleh pada proses 60 menit dan slurry 10%. Proses modifikasi dilanjutkan untuk mencari konsentrasi H₂O₂ yang optimum. Daya kembang dan kelarutan tertinggi diperoleh pada H₂O₂ 2%. Kondisi optimum adalah konsentrasi slurry 10%, H₂O₂ 2% dan waktu oksidasi 60 menit. Nilai swelling power 2,9 dan kelarutan air 0,0609. Analisis proksimat ditemukan 85,956% karbohidrat, 2,365% protein, 0% lemak, 11,425% air dan 0,254% abu. Sedangkan hasil uji derajat putih menunjukkan nilai kecerahan sebesar 91,95. Total protein tidak memenuhi standar SNI tetapi pati ganyong termodifikasi dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu sebanyak 50% sesuai hasil uji aplikasi pembuatan roti.

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.011.1.16-28>

1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara agraris yang memiliki kekayaan alam melimpah. Namun selama ini masih melakukan impor bahan-bahan makanan, bahkan jumlah impor yang dilakukan semakin besar seiring dengan pertumbuhan penduduk. Salah satunya komoditas dengan angka impor tinggi adalah gandum yang digunakan sebagai bahan makanan sumber karbohidrat yaitu tepung terigu. Sesuai dengan data dari BPS (2021) nilai impor biji dan tepung gandum. Indonesia sebesar US\$3,45 miliar dengan volume 11,17 juta ton. Gandum tidak bisa ditanam di Indonesia, sehingga harus didatangkan dari negara lain. Untuk menekan biaya impor yang tinggi, diharapkan ada bahan baku alternatif yang dapat mengurangi penggunaan tepung terigu (Al-Baarri dkk., 2021). Pada penelitian ini bertujuan mencari bahan alternatif untuk bahan baku roti karena merupakan salah satu pemanfaatan terigu yang cukup banyak.

Sumber karbohidrat di Indonesia tersedia cukup banyak, diantaranya yang berasal dari umbi-umbian. Menurut Dereje (2021) kelebihan jenis umbi-umbian antara lain: 1) dapat disimpan dalam bentuk olahan antara misal pati dan tepung, 2) dapat tumbuh di daerah marginal dimana tanaman lain tidak bisa tumbuh, 3) dapat dimanfaatkan secara tidak terbatas hanya pada bagian umbi saja. Salah satu jenis umbi-umbian yang cukup banyak di Indonesia adalah umbi ganyong (*Canna edulis* Kerr.). Jenis ganyong yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ganyong putih diperoleh dari Samarinda, Kalimantan Timur.

Salah satu jenis umbi yang belum dimanfaatkan dengan maksimal namun mengandung 68% mineral dan serat lebih tinggi daripada varietas umbi lainnya adalah umbi ganyong (Caceres dkk., 2021). Umbi ganyong (*Canna edulis* Kerr) dapat diubah menjadi pati yang mampu dikembangkan lebih lanjut menjadi produk yang memiliki fungsi multiguna, terutama digunakan sebagai bahan pangan fungsional sumber karbohidrat karena kadar karbohidrat yang dimiliki pati ganyong cukup tinggi (73,5 – 85,5)% (Purwitasari dkk., 2023). Akan tetapi, pati ganyong selama ini masih terbatas fungsionalitasnya sebagai bahan pangan, hanya diperuntukkan sebagai bahan pangan langsung konsumsi setelah direbus atau dikukus. Perlakuan tersebut mengakibatkan pati di dalam ganyong terdegradasi akibat perlakuan panas sehingga pati yang dihasilkan berkualitas rendah untuk langsung dikonsumsi. Daya fungsi pati sebagai penyangga energi dan nutrien bagi manusia menjadi kurang maksimal (Caceres dkk., 2021).

Umumnya, pati yang dihasilkan dari umbi-umbian berwarna coklat. Reaksi pencokelatan enzimatis pada proses pematangan yang menyebabkan warna menjadi coklat. Saat pemrosesan pati pada suhu dan tekanan tertentu terjadi reaksi pencokelatan non-enzimatis yang menyebabkan produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang baik (Kumoro & Hidayat, 2018). Selain dari segi tampilan, *solubility* dan *swelling power* yang dihasilkan juga rendah, sehingga pemanfaatan pati ganyong di masyarakat masih sangat jarang. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi terhadap pati ganyong agar memiliki kualitas yang lebih baik. Pati yang dimodifikasi dengan metode oksidasi memiliki beberapa kelebihan, salah satunya yaitu memberikan warna lebih cerah dan kemampuan mengikat yang baik (Elsadi dkk., 2018). Modifikasi dilakukan dengan proses oksidasi menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) karena lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu (Zhang, 2013). Selanjutnya produk diuji coba untuk aplikasi pembuatan roti tawar yang biasanya menggunakan bahan baku tepung terigu.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi ganyong putih yang diperoleh dari kota Samarinda dan dipanen pada umur tanaman 8 bulan, H₂O₂ 35% analitik *food grade* dari merk Sigma Aldrich sebagai agen pengoksidasi, dan aquadest sebagai pelarut. Umbi Ganyong yang digunakan memiliki ukuran lebih kecil dari jenis umbi ganyong merah yaitu memiliki diameter rata-rata 3 cm. Ganyong putih memiliki kadar pati yang tinggi, sehingga cocok diproses menjadi pati.

2.2 Metode

2.2.1 Pembuatan pati ganyong

Proses pembuatan pati dari umbi ganyong dilakukan dengan cara memarutnya hingga berwujud seperti bubur, kemudian diperas dengan air hingga air perasan bening. Selanjutnya air perasan didiamkan selama 10 jam dan pati akan mengendap. Pati yang mengendap dan air dipisahkan. Pati dikeringkan dengan oven pada temperature 50°C selama 4 jam dan kemudian dihaluskan. Pati yang dihasilkan diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh.

2.2.2 Hidrolisis pati

Pati dioksidasi dengan hidrogen peroksida dengan cara dilakukan pengadukan dengan kecepatan 120 rpm menggunakan pengaduk magnetik sampai homogen sesuai dengan variabel waktu oksidasi (30, 60, 90 dan 120 menit). Pati dioksidasi pada variabel perbandingan pati dengan air sebesar 10%, 20% dan 30% sedangkan variabel H₂O₂ sebesar 1%, 2% dan 3% pati. Hasil pati teroksidasi selanjutnya dianalisa nilai *swelling power* dan *solubillitynya* untuk memperoleh waktu dan konsentrasi *slury* optimum. Dari kondisi tersebut dilanjutkan tahap kedua untuk mencari jumlah oksidator optimum. Kondisi optimum ditentukan dari hasil *swelling power* dan *solubillity* yang paling tinggi.

2.2.3 Pengukuran kadar air

Kadar air pada pati ganyong diukur dengan metode O’Sullivan (2011). Mengeringkan cawan kosong selama 15 menit dan cawan berisi pati dengan berat 5 gram pati ganyong selama 12 jam dalam oven atau hingga bobotnya konstan pada suhu 105°C. Kemudian, semua cawan diturunkan suhunya dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang beratnya.

$$\text{kadar air (\%b. k)} = \frac{a-(c-b)}{a} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

- a = berat sampel
- b = berat cawan
- c = berat akhir

2.2.4 Pengukuran kadar abu

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan merusak bahan organik dalam pati menggunakan furnace pada suhu 550°C selama 25 menit (Anton dkk., 1989). Sampel sejumlah 5 gram ditimbang dan dimasukkan dalam cawan kering yang telah diketahui bobotnya. Selanjutnya dimasukkan dalam furnace untuk proses pengabuan. Terakhir, cawan dipindahkan ke dalam desikator, hingga suhu kamar dan ditimbang hingga berat konstan.

$$\% \text{ abu} = \frac{\text{berat cawan setelah pengabuan} - \text{berat cawan kosong}}{\text{berat sampel}} \times 100 \% \quad (2)$$

2.2.5 Pengukuran derajat putih

Metode Judd Hunter Chromameter digunakan untuk mengukur derajat warna dengan parameter L, a, dan b. Notasi Hunter dicirikan dengan tiga parameter antara lain, (a) yang berpengaruh terhadap warna kromatik merah dari 0 sampai 80 dan warna kromatik hijau dari 0 sampai -80. Tanda (b) menunjukkan warna kromatik kuning dari 0 sampai 70 dan warna biru dari 0 sampai -70. Tanda (L) menunjukkan parameter kecerahan partikel yang diukur dari 0 (gelap) sampai 100 (cerah) (Rivera et al., 2005).

2.2.6 Pengukuran Kelarutan dalam Air (Water Solubillity)

Pati termodifikasi diambil sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan dalam akuades sebanyak 20 ml. Setelah itu dipanaskan dalam wadah pada suhu 60°C selama 30 menit, sambil diaduk secara perlahan. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam kolom sentrifugal dan diatur kecepatan putar 3000 rpm selama 20 menit sampai cairan dan pasta terpisah sempurna. Pasta yang kaya padatan dipisahkan dan diambil sebanyak 10 ml untuk dikeringkan dalam oven. Pengeringan pasta diatas cawan porselen di dalam oven dengan suhu 105°C. Setelah kering, sampel ditimbang sehingga didapatkan berat pasta konstan. *Solubility* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (O’Sullivan, 2011).

$$\% \text{ kelarutan} = \frac{\text{Berat endapan kering}}{\text{Volume supernatan}} \times 100\% \quad (3)$$

2.2.7 Pengukuran Daya Kembang (Swelling Power)

Menimbang 0,1 gram pati termodifikasi, kemudian dilarutkan ke dalam 10 ml akuades. Larutan dipanaskan dalam media waterbath pada suhu 60°C selama 30 menit, sambil diaduk secara perlahan. Setelah itu, dimasukkan ke dalam kolom sentrifugal dan diatur kecepatan putarnya 2500 rpm selama 15 menit sampai terpisah antara cairan dan pasta. Selanjutnya ditimbang pastanya, dan dihitung *swelling power* dengan menggunakan rumus (Kumoro & Hidayat, 2018).

$$\% \text{ Swelling power} = \frac{\text{Berat pasta}}{\text{Berat sampel kering}} \times 100\% \quad (4)$$

2.2.8 Pengukuran Kandungan Gugus Karboksil

Analisa gugus karboksil dilakukan dengan metode Kumoro & Hidayat (2018). Sebanyak 2 g sampel dilarutkan dalam 25 ml HCl 0.1N dan diaduk selama 30 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan disaring dengan *vacuum filter* dan endapannya dicuci dengan aquades hingga tidak mengandung Cl⁻. Endapan dilarutkan sampai 300 ml dengan aquades dan dipanaskan dalam *water bath* selama 15 menit sambil diaduk untuk menyempurnakan proses gelatinisasi. Larutan kemudian diencerkan sampai 450ml, ditambah indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0.01N. Ulangi prosedur dengan menggunakan pati ganyong yang tidak dimodifikasi (blanko).

$$\% \text{ G. Karboksil} = \frac{(\text{V.NaOH sampel} - \text{V.NaOH blanko}) \times \text{N NaOH} \times 0,045}{\text{berat sampel kering}} \times 100 \% \quad (5)$$

2.2.9 Aplikasi produk

Uji aplikasi dilakukan dengan pembuatan roti tawar yang merupakan produk roti terbanyak diminati oleh masyarakat. Proses pembuatan roti tawar dilakukan seperti pada umumnya dengan menggunakan pengembang ragi kering dan bahan tambahan air, gula, garam, susu, dan mentega. Hasil yang diperoleh selanjutnya dibandingkan antara yang menggunakan bahan 100% terigu, 100% pati ganyong dan juga kombinasi 50% terigu dan 50% pati ganyong.

2.2.10 Uji Organoleptik Roti

Uji organoleptic dilakukan pada produk roti kepada 20 orang panelis dengan rentang usia 17-50 tahun yang terdiri dari mahasiswa dan berbagai staf akademika. Panelis diminta memberikan penilaian terhadap produk roti tawar yang terdiri dari warna, tekstur, rasa dan aroma. Uji organoleptik dilakukan pada range penilaian 1-5. Dimana tingkat kesukaannya adalah: 5 = sangat suka; 4 = suka; 3 = biasa; 2 = tidak suka; 1 = sangat tidak suka.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Analisa Bahan Baku Umbi dan Pati Ganyong

Penelitian diawali dengan melakukan analisa proksimat terhadap bahan baku dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Umbi dan Pati Ganyong

Parameter	Umbi Ganyong	Pati Ganyong	SNI Tepung Terigu (3751:2009)
Karbohidrat (%)	22,60	80,052	-
Protein (%)	1	5,676	Min. 7
Lemak (%)	0,11	3,562	-
Air (%)	75	11,450	Maks. 14,5
Abu (%)	1,29	1,253	Maks. 7

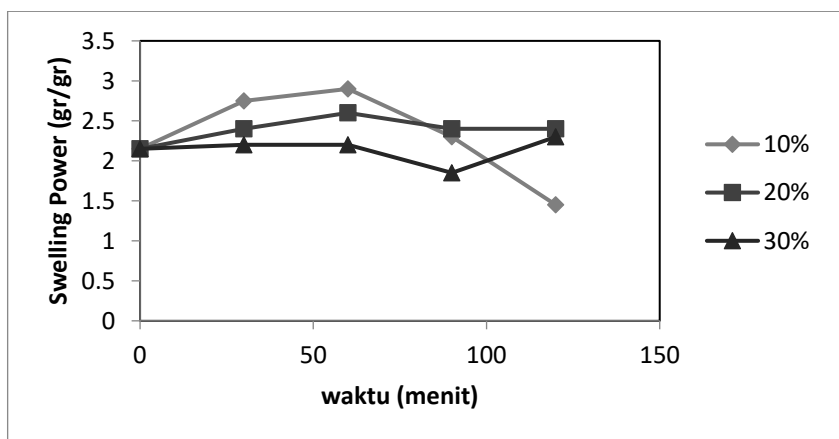
Dari Tabel 1 dapat diketahui kandungan karbohidrat yang cukup tinggi pada pati ganyong, mencapai 80,05%. Ditinjau dari segi kadar air (11,45%) dan kadar abu (1,29%), telah memenuhi standar tepung terigu yang dikonsumsi di Indonesia, yakni dibawah 14,50% untuk kadar air maksimal dan 7,00% untuk kadar abu maksimal. Sedangkan kadar protein (5,68%) masih dibawah standar yang ditentukan, yaitu minimal 7,00%.

Peningkatan sifat fungsional perlu dilakukan untuk memperluas aplikasinya, seperti daya kembang (swelling power), kelarutan pati dalam air (water solubility), dan kenampakan fisik pati (derajat putih). Swelling power merupakan banyaknya molekul air yang mampu diserap oleh molekul pati. Semakin tinggi daya kembang, maka dapat dipastikan nilai kelarutannya di dalam air juga semakin besar (Kumoro dkk., 2022).

3.2 Nilai *Swelling Power*

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai *swelling power* pada pati ganyong seperti pada Gambar 1. Fenomena oksidasi secara berurutan diawali dari pemotongan rantai kompleks pati ganyong oleh larutan hidrogen peroksida (FG) sehingga terbentuk gugus hidroksil sederhana. Setelah itu, gugus hidroksil terpotong hingga menjadi bentuk rantai amilosa lebih pendek yang dapat larut

dalam air. Dari hasil didapatkan bahwa pada 60 menit pertama proses oksidasi dapat meningkatkan nilai daya kembang. Wang and Wang mengungkapkan bahwa kadar amilosa pati mengakibatkan turunnya nilai daya kembang (*swelling power*). Sebaliknya, apabila kadar amilopektin semakin tinggi akibatnya nilai daya kembangnya semakin meningkat (Kumoro & Hidayat, 2018). Hal ini serupa dengan fenomena pada oksidasi pati jagung dan wortel oleh (Wang & Wang, 2003; Matsuguma dkk., 2009). Pada waktu (30-60) menit pertama, gugus radikal hidroksil mengubah struktur polimer amilosa yang merupakan struktur terluar pati yang memiliki derajat kristalinitas tertinggi. Perubahan struktur polimer diakibatkan oleh menurunnya kristalinitas amilosa sehingga air sebagai medium terkonsentrasi terendam dengan mudah masuk ke dalam struktur pati. Kemudahan itu berdasarkan perbedaan tekanan osmotik larutan terhadap padatan sehingga gugus amilopektin dapat dengan leluasa menyerap air dan membentuk gel sehingga nilai daya kembangnya semakin meningkat (Kumoro & Hidayat, 2018). Pada waktu 30-60 menit pertama, radikal hidroksil (HO•) mendepolimerisasi molekul amilosa yang merupakan lapisan paling luar dari struktur pati dan memiliki derajat kristalinitas tinggi. Depolimerisasi molekul amilosa mengakibatkan menurunnya derajat kristalinitas dan molekul air yang terdapat pada sistem dapat dengan mudah diakses oleh molekul amilopektin sehingga menyebabkan meningkatnya nilai *swelling power* dari pati.



Gambar 1. Pengaruh rasio tepung dengan air dalam suspense terhadap swelling power

Pada oksidasi lebih dari 60 menit, terjadi depolimerisasi lanjutan yang menyebabkan amilopektin ikut terdepolimerisasi. Ketiadaan amilopektin pada struktur pati menyebabkan tidak ada molekul yang dapat menyerap dan memerangkap molekul air sehingga berasosiasi dengan menurunnya *swelling power* (Waterschoot dkk., 2016).

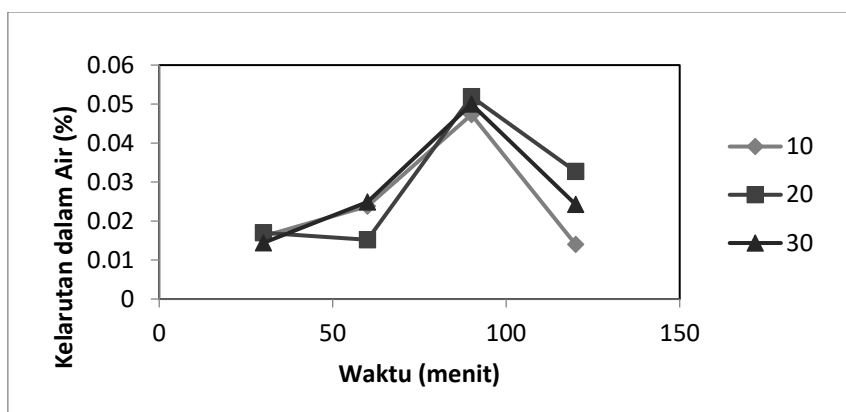
Persentase *slurry* mengindikasikan variasi kandungan pati (amilosa dan amilopektin) dalam larutan pati ganyong yang dioksidasi dengan konsentrasi H₂O₂ yang sama. Presentase *slurry* 10% merupakan komposisi yang menghasilkan nilai *swelling power* paling tinggi yaitu 2,9 g/g pada waktu oksidasi 60 menit. Pada persentase *slurry* 10%, jumlah amilosa dan amilopektin jelas lebih rendah dibandingkan dengan 20 dan 30%. Namun hal ini merupakan kondisi optimum amilopektin ditinjau dari nilai *swelling power* dan *solubility* yang diperoleh. Adanya molekul amilopektin pada struktur pati menyebabkan molekul tidak lebih banyak menyerap dan memerangkap molekul air sehingga dapat meningkatkan nilai *swelling power* (Waterschoot dkk., 2016). Sedangkan, persentase *slurry* 20% dan 30% menghasilkan nilai *swelling power* yang lebih rendah. Menurut Hoogstad dkk. (2019), laju reaksi oksidasi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pati dalam *slurry*. Oleh karena itu,

secara teori *swelling power* pati ganyong teroksidasi yang diperoleh akan menurun seiring dengan meningkatnya persentase slurry dan waktu.

3.3 Nilai *Water Solubility*

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai *solubility* pada pati ganyong seperti pada Gambar 2. Depolimerisasi yang berakibat pada pembentukan rantai lebih pendek dari rantai amilosa dapat membentuk pori permukaan yang semakin lebih kecil. Luas permukaan molekul yang meningkat akan memudahkan partikel tersebut untuk larut di dalam air sehingga nilai kelarutan pati dalam air semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Kumoro & Hidayat., 2018; Hidayat dkk., 2022) bahwa proses adsorpsi dan absorpsi besar dipengaruhi oleh rantai penyusunnya, salah satunya rasio amilosa dan amilopektin.

Setelah 90 menit oksidasi, terjadi penurunan *solubility* karena adanya depolimerisasi lanjutan dimana *swelling power* juga mengalami penurunan. Adanya hubungan yang sebanding antara nilai *solubility* dan *swelling power* menyebabkan *solubility* mengalami penurunan setelah mengalami oksidasi lebih dari 90 menit.



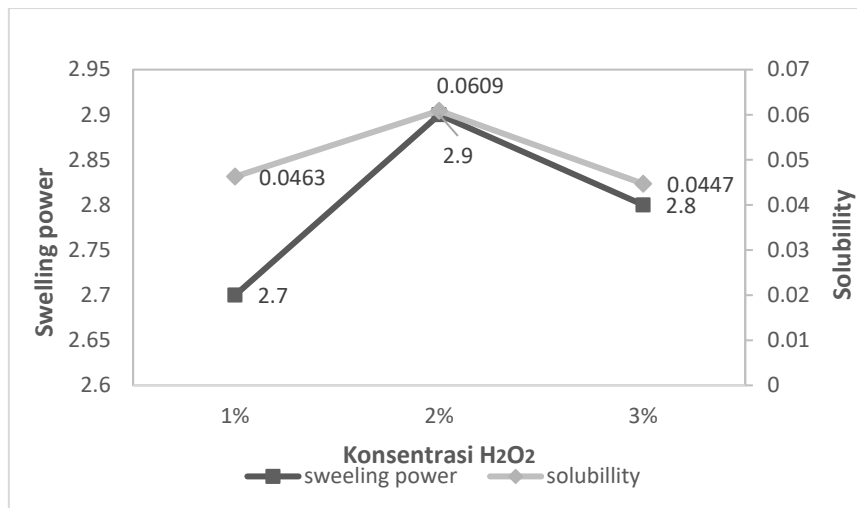
Gambar 2. Pengaruh rasio tepung dengan air dalam suspensi terhadap solubility

3.4 Pengaruh Jumlah Oksidator H₂O₂ Terhadap Daya Kembang (*Swelling Power*) dan Kelarutan Tepung Dalam Air

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai *swelling power* dan *water solubility* terhadap konsentrasi H₂O₂ pada pati ganyong termodifikasi seperti pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *swelling power* dan *water solubility* pada ketiga variabel cenderung fluktuatif. Keduanya menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu pada konsentrasi 1% ke 2% terjadi peningkatan baik nilai *swelling power* maupun *water solubility*. Namun pada konsentrasi 3% terjadi penurunan terhadap nilai keduanya.

Mekanisme oksidasi dengan H₂O₂ diawali dengan pembentukan radikal bebas -OH yang berperan sebagai agen pengoksidasi. -OH ini sangat reaktif terhadap karbohidrat. Selanjutnya radikal bebas tersebut akan mengoksidasi gugus hidroksil pada pati dan mengubahnya menjadi gugus karbonil dan karboksil. Pada oksidasi ini, hasil utama yang diharapkan adalah gugus karbonil. Oksidasi lanjut dari gugus karbonil tersebut akan menjadi gugus karboksil (Kuakpeton & Wang, 2006., Cao dkk., 2022). Menurut Kumoro & Hidayat (2018), konversi gugus karbonil menjadi karboksil berlangsung sangat cepat. Kerapuhan gugus karboksil terjadi karena pembentukan ikatan *cross-linking*. Ikatan tersebut

berdampak terhadap proses absorpsi air oleh rantai amilopektin yang semakin lemah sehingga nilai daya kembangnya pun (*swelling power*) menjadi lebih rendah.



Gambar 3. Pengaruh jumlah oksidator terhadap daya kembang dan kelarutan pati dalam air

Seperti yang terjadi pada penggunaan H₂O₂ pada konsentrasi 3%. Kadar oksidator yang terlalu tinggi merupakan penyebab terbentuknya ikatan diantara intra molekul pati. Penggunaan H₂O₂ pada konsentrasi tinggi (3%) untuk oksidasi dinilai kurang optimum. Sedangkan untuk penggunaan H₂O₂ pada konsentrasi rendah, oksidator akan mengalami kesulitan menembus struktur granul pati (Chen dkk., 2019). Diduga, hal ini menyebabkan reaksi berlangsung secara perlahan seperti yang terjadi pada penggunaan oksidator dengan konsentrasi 1%.

Kadar amilopektin yang rendah pada struktur pati akan berdampak pada susahnyanya pori pati dalam menyerap dan memerangkap air. Peristiwa itu disebut sebagai depolimerisasi dimana dalam pori terjadi pemotongan rantai amilosa namun terperangkap karena pecahnya amilokpektin sehingga terbentuk fase gel. Bentuk gel tentu mengakibatkan sulitnya air yang terserap ke dalam pori sehingga nilai kelarutan pati dalam air (*water solubility*) semakin rendah (Kumoro & Hidayat, 2018).

3.5 Analisa Gugus Karboksil Pati Ganyong yang Telah Dimodifikasi

Oksidasi adalah salah satu metode modifikasi pati yang mengubah gugus fungsional pati dengan cara depolimerisasi polimer. Untuk mengetahui perubahan gugus fungsional pati, maka dianalisa nilai karboksil dari pati yang tanpa modifikasi (*native*) dan dengan modifikasi. Pati ganyong modifikasi yang dianalisa adalah yang memiliki hasil terbaik, yaitu ditinjau dari nilai *swelling power* dan *water solubility* yang paling tinggi diantara semua variabel. Nilai *water solubility* yang dihasilkan relatif rendah dibanding *swelling power*, bahkan nilai *water solubility* ini tidak mencapai standar yang diperbolehkan untuk pati pada umumnya. Sehingga pemilihan variabel yang dianalisa hanya berdasarkan nilai *swelling power* tertinggi. *Swelling power* berbanding lurus dengan *baking expansion* atau daya kembang, sehingga bisa dipakai sebagai acuan utama dalam penelitian yang bertujuan untuk mencari bahan alternative roti ini.

Dari hasil analisa diperoleh nilai gugus karboksil pada pati ganyong *native* 0,081% sedangkan pada pati ganyong termodifikasi 0,102 %. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Kuakpetoon dan Wang

(2001) yang menyebutkan bahwa pada proses oksidasi terjadi pembentukan gugus karbonil dan karboksil dari gugus hidroksil.

3.6 Kandungan Nutrisi Pati Ganyong Modifikasi dibanding Tepung Terigu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan yaitu konsentrasi slury, waktu oksidasi dan konsentrasi H₂O₂, kondisi operasi dengan perbandingan pati dalam air 10%, konsentrasi oksidator 2 % dan waktu 60 menit merupakan kondisi yang paling optimum karena mampu menghasilkan pati dengan nilai *Swelling power* tertinggi. Dimana indikator ini sangat berpengaruh pada aplikasi pembuatan roti. Perubahan sifat fungsional pati ganyong sebelum dan sesudah modifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa pati ganyong termodifikasi memiliki nilai *swelling power* dan *water solubility* yang terlampaui jauh lebih kecil dibanding dengan tepung terigu. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pati ganyong tidak sebaik tepung terigu dari segi sifat fisik. Namun dapat digunakan untuk substitusi tepung terigu sampai pada persentase 50%. Di sisi lain, perubahan pasca oksidasi telah membawa dampak terhadap kandungan nutrisi pati yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Sifat Fungsional Pati Ganyong dan Tepung Terigu

Jenis Tepung	Swelling Power (g/g)	Water Solubility (g/ 100gr)
Pati ganyong non modifikasi ^a	2,15	0,0137
Pati ganyong termodifikasi ^a	2,9	0,0609
Gandum Amerika ^b	6,8-7,9	6,3-7,3

Sumber: a) penelitian ini; b) Chung et al (2001)

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Pati Ganyong Non-modifikasi dan Termodifikasi

No.	Jenis Tepung	Air %	Abu %	Protein %	Lemak %	Karbohidrat %
1	Pati ganyong	11,450	1,253	5,676	3,562	80,052
2	Pati ganyong modifikasi	11,425	0,254	2,365	0	85,956
3	SNI Tepung terigu	Maks 14,5	Maks 7	Min 7	-	-

Penurunan kadar lemak dan protein disebabkan oleh rusaknya struktur keduanya saat proses oksidasi. Asam amino pada protein rusak ketika bereaksi dengan hidrogen peroksida atau senyawa karbonil. Sementara kenaikan kadar karbohidrat disebabkan oleh terpecahnya rantai panjang dan kompleks pada pati dan menjadikan konsentrasi karbohidrat menigkat (Kumoro & Hidayat, 2018). Penurunan kadar abu diduga disebabkan pembesaran struktur granul pasca oksidasi yang menyebabkan penurunan jumlah partikel kecil seperti abu. Sedangkan penurunan kadar air dinilai tidak terlalu berarti.

3.7 Analisa Derajat Warna pada Pati Hasil Modifikasi

Hasil uji warna pati ganyong tanpa modifikasi dan setelah modifikasi ditunjukkan pada tabel Tabel 4. Ditunjukkan pada Tabel 4 bahwa pati ganyong teroksidasi memberikan karakteristik warna lebih putih dibandingkan pati ganyong kontrol (tanpa perlakuan), yang ditandai dengan peningkatan derajat kecerahan. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai a dan b positif yang berarti pati setelah modifikasi menunjukkan warna kehijauan dan kekuningan yang lebih rendah dibanding

tanpa modifikasi. Hasil uji warna pati ganyong tanpa modifikasi dan setelah modifikasi ditunjukkan pada Tabel 4. Fenomena pada tabel dapat dipahami bahwa warna yang dihasilkan dengan tahapan modifikasi lebih putih daripada pati ganyong tanpa perlakuan. Secara kuantitas, hasilnya dapat diukur berdasarkan derajat kecerahan dan penurunan nilai (a) dan (b) sebagai penunjuk warna kehijauan dan kekuningan. Meningkatnya nilai kecerahan pada pati disebabkan oleh reaksi oksidasi. Mekanismenya diawali dengan protein dalam pati yang teroksidasi sehingga lama-lama seluruhnya terlucuti. Hal itu ditandai dengan pemucatan warna kuning dan hijau pada pati sehingga warna pati lebih putih. Setelah pelucutan protein, dilanjutkan dengan oksidasi glukosa yang memengaruhi butiran pati ganyong menjadi lebih putih (Hidayat dkk., 2022). Oksidasi pigmen warna dapat disintesis dengan beberapa jenis larutan, salah satunya H₂O₂ yang termasuk oksidator kuat.

Tabel 4. Hasil Uji Warna Pati Ganyong Tanpa Modifikasi dan Termodifikasi

Jenis tepung	L= kecerahan (0-100)	a (kehijauan- kemerahan)	b (kekuningan- kebiruan)
pati ganyong non modifikasi	85,21	1,61	9,1
pati ganyong termodifikasi	91,95	0,51	6,63

3.8 Analisa Organoleptis Pati Ganyong dengan Pembuatan Roti Tawar

Uji organoleptik dilakukan terhadap pati ganyong native, termodifikasi pada kondisi yang terbaik, campuran 50:50 antara pati ganyong termodifikasi dengan terigu serta digunakan pembanding yaitu tepung terigu 100%. Hasil uji organoleptik disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Uji Organoleptik dengan Metode Hedonik Pati Ganyong

Jenis Tepung	Warna	Tekstur	Rasa	Aroma
Ganyong	2,95	1,55	1,35	2,85
Ganyong: Terigu				
50:50	4,3	3,8	3,8	3,9
Terigu	4,4	4,15	3,8	3,95

Keterangan: Nilai uji organoleptik: 5 = sangat suka; 4 = suka; 3 = biasa; 2 = tidak suka; 1 = sangat tidak suka

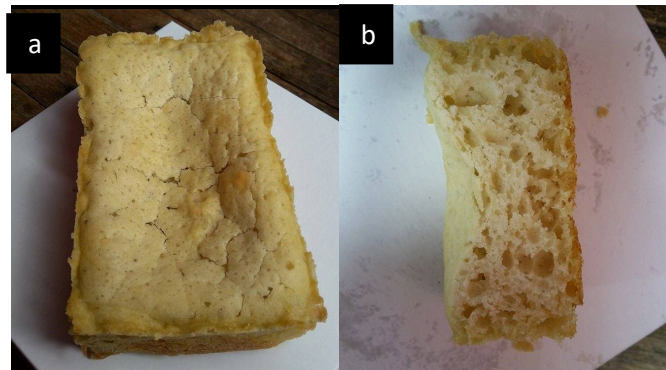
Analisa ragam yang dilakukan terhadap data tersebut menunjukkan nilai $p < 0,05$, sehingga dapat dinyatakan bahwa dari sampel yang diujikan memiliki beda spesifik pada warna, texture, rasa, dan aroma.

3.9 Aplikasi pati ganyong modifikasi

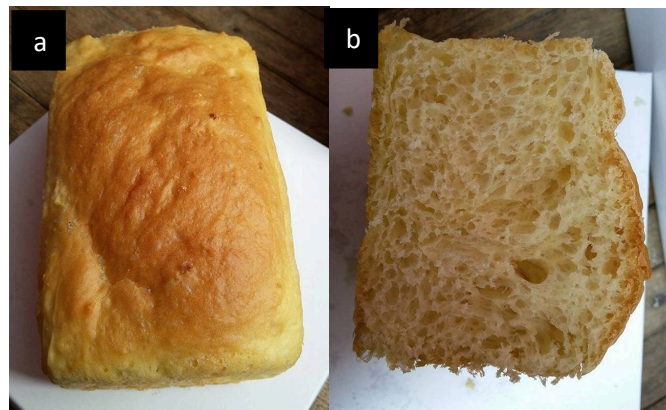
Aplikasi pati ganyong modifikasi dilakukan pada pembuatan roti tawar, karena merupakan produk roti yang banyak dikonsumsi masyarakat dari berbagai usia. Tampilan secara visual ditunjukkan pada gambar 4, 5 dan 6.

Gambar 4, 5 dan 6 menunjukkan hasil aplikasi dari pati ganyong menjadi produk roti tawar yang dibandingkan dengan penggunaan tepung terigu. Roti tawar dari pati ganyong termodifikasi memiliki penampakan warna pucat, namun tidak mengembang dan tekstur irisan yang kasar. Campuran 50% pati ganyong termodifikasi dan 50% tepung terigu memiliki tampilan warna yang agak cerah, mengembang dengan sangat baik namun teksturnya agak kasar dan terbentuk banyak

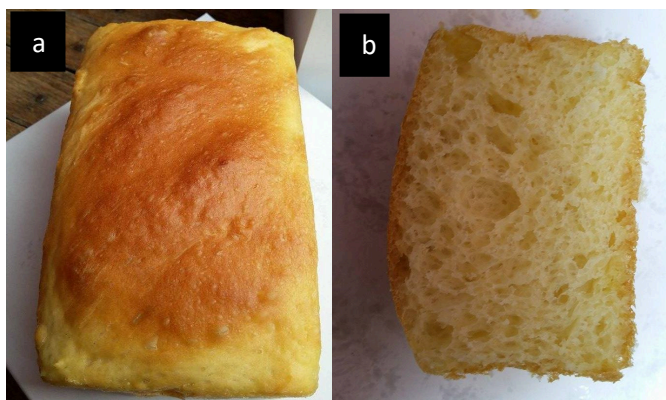
rongga. Sedangkan roti tawar dari terigu memiliki warna yang cerah, mengembang dan teksturnya pun halus. Pada dasarnya, sifat mengembang suatu bahan mengacu pada kasus ketika molekul air memasuki molekul bahan dan berikatan dengan gugus hidrofilik dalam molekul bahan (Wardhani *et al.*, 2018). Pati yang memiliki solubility tinggi akan membuatnya lebih mudah dicerna oleh tubuh. SP merupakan parameter akseptabilitas pati sebagai bahan pangan karena dapat mempengaruhi tekstur (Rahma *et al.*, 2017).



Gambar 4. Roti dengan bahan 100% pati ganyong termodifikasi (a) Penampakan atas (b) Penampakan irisan



Gambar 5. Roti dengan bahan kombinasi 50% terigu 50% pati ganyong termodifikasi (a) Penampakan atas (b) Penampakan irisan



Gambar 6. Roti dengan bahan 100% tepung terigu (a) Penampakan atas (b) Penampakan irisan

4. Kesimpulan

Modifikasi pati ganyong dengan oksidasi hidrogen peroksida mengubah sifat fungsional pati, yaitu menaikkan nilai daya kembang dan kelarutan pati dalam air. Pati ganyong teroksidasi yang dihasilkan pada kondisi operasi konsentrasi slurry 10%, konsentrasi oksidator 2% dan waktu oksidasi 60 menit, dinilai sebagai kondisi paling optimum, karena meningkatkan *swelling power* dan *water solubility* yang lebih tinggi dibanding variabel lain. *Swelling power* merupakan indikator utama untuk aplikasi pembuatan roti karena berkaitan dengan *baking expansion*. Roti yang dibuat dengan bahan 100% pati modifikasi tidak dapat mengembang sebaik yang menggunakan bahan kombinasi (50% terigu dan 50% pati modifikasi). Jadi pati ganyong hanya dapat mensubstitusi terigu sampai 50% karena menghasilkan roti dengan daya kembang sama seperti yang menggunakan bahan 100% tepung terigu.

5. Daftar Pustaka

- Al-Baari, A.N., Widayat, Aulia, R., Prahasiwi, E.K., Mawarid, A.A., Pangestika, W., & Lestari, F.P. 2021. The hardness analysis of noodles made from modified cassava flour, spirulina (*Spirulina platensis*) and basil leaves extract (*Ocimum sanctum* L.). IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 653 012051.
- Anton dkk. 1989. Analisis Pangan. Departemen pendidikan dan kebudayaan direktorat jendral pendidikan tinggi pusat antar universitas pangan dan gizi: IPB.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2009. Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan, SNI 3751:2009. Indonesia.
- Caceres, N.M.Y., Mahecha, H.S., de Fransisco, A., Mejia, M.V., Moreno, C.D. 2021. Physicochemical, thermal, microstructural and paste properties comparison of four achira (*Canna edulis* sp.) starch ecotypes. Int. Jour. of Gastronomy and Food Science, 25, 100380.
- Cao, P., Wu, G., Yao, Z., Wang, Z., Li, E., Yu, S., Liu, Q., Gilbert, R.G., & Li, S. 2022. Effects of amylose and amylopectin molecular structures on starch electrospinning. Carbohydrate Polymers, 296, 119959.
- Central of Bureau Statistics (BPS). 2021. Imports of Grain and Meslin by Major Countries of Origin, Jakarta. <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2016/impor-biji-gandum-dan-meslin-menurut-negara-asal-utama-2010-2020.html>
- Chen, J., Chen F., Meng, Y., Wang, S., & Long, Z. 2019. Oxidized microcrystalline cellulose improve thermoplastic starch-based composite films: Thermal, mechanical and water-solubility properties. Polymer. 168, 228-235.
- Dereje, B. 2021. Composition, morphology and physicochemical properties of starches derived from indigenous Ethiopian tuber crops: A review. Int. Jour. of Bio. Macromolecules, 187, 911-921.
- Elsadi, S. H. R., Pratama, Y., and Nurwantoro, N., 2018. Pengaruh Oksidasi Menggunakan Hidrogen Peroksida terhadap Kadar Air Pati Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.). Jurnal Teknologi Pangan, 2(1).
- Hidayat, J.P., Hariyadi, A., & Chosta, F. 2022. Unjuk Kinerja Adsorpsi Bentonit dan Arang Aktif Terhadap Karakteristik Minyak Jelantah. J. Sains dan Teknologi Pangan, 7(6), 5600-5614.
- Hidayat, J.P., Robiandi, F., Arisawadi, M., & Hariyadi, A. 2022. Peluang tepung biji durian sebagai alternatif tepung terigu komersial. Journal of Agritechnology and Food Processing, 2(2), 54-67.
- Hoogstad, T.M., Konings, G., Buwalda, P.L., Boxtel, A.J.B., Kiewidit, L., & Bitter, J.H. 2019. The effect of polydispersity on the conversion kinetics of starch oxidation and depolymerisation. Chem. Eng. Sci., 4, 100044.

- Krishnan, J.G., Padmaja, G., Moorthy, S.N., Suja, G., & Sajeev, M.S. 2010. Effect of pre-soaking treatments on the nutritional profile and browning index of sweet potato and yam flours. *Inno. Food. Sci. and Technol.*, 11, 387-393.
- Kuakpetoon, D., Y. & Wang. 2001. Characterisation and analysis of starches. In: R.L., Whistler, E.F., Paschall. eds. *Starch chemistry and technology*, Vol. II, Academic Press, New York, pp: 620-625.
- Kuakpetoon, D., & Wang, Y.J. 2006. Structural characteristics and physicochemical properties of oxidized corn starches varying in amylose content. *Carbohydrate Research*, 341, 1896-1915.
- Kumoro, A.C., Mariana, S., Maurice, T.H., & Hidayat, J.P. 2022. Pectin Derived from Hydrolysis of Ripe *Kepok Kuning* Banana Peel Powder Employing Crude Pectinases Produced by *Aspergillus niger*. *Sains Malaysiana*, 51(7), 2047-2059.
- Kumoro, A.C. & Hidayat, J.P. 2018. Effect of Soaking Time in Sodium Metabisulfite Solution on the Physicochemical and Functional Properties of Durian Seed Flour, *MATEC Web of Conferences* 156, 01028.
- Kumoro, A.C. & Hidayat, J.P. 2018. Functional and Thermal Properties of Flour Obtained from Submerged Fermentation os Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Seed Chips Using *Lactobacillus Plantarum*. *Potravinarstvo*, 12, 607-614.
- Matsuguma, L.S., Lacerda, L.G., Schnitzler, E., da Silva Carvalho Filho, M.A., Franco, C.M.L & Demiate, I.M. 2009. Characterization of Native and Oxidized Starches of Two Varieties of Peruvian Carrot (*Arracacia xanthorrhiza*, B.) from Two Production Areas of Paraná State. Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Vol.52(3): 701-713.
- O' Sullivan, M. 2011. *Proximate and Other Chemical Analyses*. Elsevier Ltd.
- Purwitasari, L., Wulanjati, M.P., Pranoto, Y., & Witasari, L.D., 2023. Characterization of porous starch from edible canna (*Canna edulis* Kerr.) produced by enzymatic hydrolysis using thermostable α -amylase. *Food Chemistry Advances*, Vol 2: 100152.
- Rahma, I.N., Pratama, R.H., Alwi, D.R., Astuti, W.I.S.T. & Wardhani, D.H., 2017. In *Journal of Physics: Conference Series* Vol. 909, November No. 1, p. 012087
- Rivera, M. M. S., F. J. L. Garcia Suarez, M. V del Valle, F.G. Meraz & L. A. Bello-Perez. 2005. Partial Characterization of Banana Starches Oxidized by Different Levels of Sodium Hypochlorite. *Carbohydrate Polymer* 62: 50-56.
- Wang, Y.J. & Wang, L. 2003. Physicochemical properties of common and waxy corn starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 52: 207-217.
- Wardhani, D.H., Nugroho, F., Aryanti, N. and Prasetyaningrum, A. 2018. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 18, 1-8.
- Waterschoot, J., Gomand, S.V., & Delcour, J.A. 2016. Impact of swelling power and granule size on pasting of blends of potato, waxy rice and maize starches. *Food Hydrocolloids*, 52, 69-77.
- Zhang, J. & Wang, Z. 2013. Soluble dietary fiber from *Canna edulis* Ker by-product and its physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 92, 289-296.