

**Nama Rumpun Ilmu:  
Teknologi Pangan Dan Gizi**

**USULAN PENELITIAN  
YAYASAN**



**JUDUL PENELITIAN**

**Modifikasi Tepung Singkong Metode Kombinasi Asam Laktat dan Dry Heat  
Moisture Treatment Dengan Variasi Konsentrasi Asam Laktat dan Lama  
Irradiasi Sinar UV-C**

**Oleh:**

**Yannie Asrie Widanti, STP, M.Gizi, M.Pd/ 0622017502/Ketua**

**Prof. Dr. Ir. Sutardi, M.App.Sc/ 0618037001/ Anggota 1**

**Jessica Maria Kumalasari / 19600037 / Anggota 2**

**Natalia Deta Larasati/ 20600045/ Anggota 3**

**UNIVERSITAS SLAMET RIYADI SURAKARTA**

**JANUARI, 2022**

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latarbelakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

## RINGKASAN

Singkong merupakan salah satu bahan pangan lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi tepung pengganti terigu melalui proses modifikasi. Tepung singkong modifikasi atau yang telah dikenal dengan nama mocaf (*Modified Cassava Flour*) pada umumnya dibuat menggunakan metode fermentasi. Tepung mocaf yang telah ada di pasaran belum mampu sepenuhnya menggantikan tepung terigu, khususnya aplikasinya pada produk *bakery* terkait karakteristik *baking expansion* yang masih rendah.

Tepung singkong asam yang merupakan produk tradisional di Brazil yang disebut *polvilho azedo* telah diketahui mempunyai karakteristik *baking expansion* yang cukup baik untuk produk *bakery*, tetapi stabilitas mutu tepung yang dihasilkan melalui proses fermentasi spontan belum cukup baik. Beberapa penelitian telah mengembangkan metode pengasaman menggunakan asam laktat untuk mengatasi kelemahan tepung singkong asam tersebut. Beberapa peneliti merekomendasikan penyinaran menggunakan sinar UV-C untuk meningkatkan efektivitas perlakuan asam pada tepung singkong agar dihasilkan *baking expansion* yang lebih baik.. Sejalan dengan itu, beberapa peneliti juga telah berupaya memperbaiki karakteristik tepung singkong melalui metode modifikasi fisik, yaitu perlakuan panas lembab (*Heat Moisture Treatment*) dan telah direkomendasikan metode modifikasi fisik yang mampu meningkatkan *baking expansion* adalah metode *dry heat moisture treatment (DHMT)*. Namun demikian kedua metode tersebut (pengasaman dan perlakuan panas lembab) belum bisa meningkatkan substitusi tepung singkong pada produk *bakery*, khususnya roti manis.

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi tepung singkong menggunakan metode kombinasi perlakuan asam laktat dan metode DHMT dengan variasi konsentrasi asam laktat (1,0%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3,0%) dan lama paparan sinar UV-C dengan intensitas setara 5 lampu UV 246 nm 30 watt (30, 45, 60, 75 menit). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik fisik dan kimia tepung singkong modifikasi kombinasi pengasaman dan DHMT yang dihasilkan.

TKT yang hendak dicapai dalam penelitian ini berada pada skala TKT 1-6. Luaran yang akan dihasilkan berupa Publikasi pada Jurnal Nasional Terakreditasi Sinta 3-1 dan presentasi hasil penelitian pada Refanas.

Kata kunci maksimal 5 kata

Tepung singkong; Asam Laktat; *Dry heat moisture treatment*; Sinar UV-C; Roti Manis

Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus, dan urgensi penelitian. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi khusus terkait dengan skema.

## LATAR BELAKANG

Konsumsi terigu di Indonesia yang semakin hari semakin meningkat merupakan salah satu penyebab semakin kuatnya kebergantungan bangsa kita terhadap impor gandum. Selama kurun waktu tahun 2010 sampai 2019, impor gandum masih terus meningkat dari tahun ke tahun

dengan peningkatan rata-rata per tahun mencapai 10,08% dan pada tahun 2019, impor gandum mencapai angka 10,96 juta ton (BPS, 2021). Secara historis, makanan berbasis tepung gandum atau terigu mulai digemari masyarakat Indonesia karena adanya kebijakan kerjasama bantuan pangan dari Amerika pada tahun 1969 di bawah Hukum Publik 480 (PL 480) dalam bentuk gandum atau terigu. Meskipun kerjasama tersebut tidak berlangsung lama, tetapi masyarakat Indonesia telanjur menyukai produk olahan terigu. Selain itu keterlibatan industri pengolahan gandum juga berperan signifikan terhadap kenaikan impor gandum (Swan, 2019). Tren pengembangan produk pangan berbasis tepung terigu juga turut berperan terhadap kenaikan impor gandum. Masyarakat modern cenderung menginginkan produk-produk instan yang pada umumnya terbuat dari tepung terigu, seperti mie instan, produk-produk bakery, dan berbagai jenis produk lainnya.

Sementara itu potensi bahan pangan lokal belum memperoleh perhatian yang cukup untuk dikembangkan lebih lanjut. Bahan pangan lokal Indonesia yang dapat diolah menjadi tepung sangat beragam, mulai dari umbi-umbian, kacang-kacangan, dan sereal. Salah satu bahan pangan yang mempunyai potensi untuk menggantikan terigu adalah tepung singkong.

Tepung singkong asli (tanpa modifikasi) sulit digunakan pada produk bakery, khususnya roti. Obojiofor et al. (2021) melakukan penelitian penggunaan tepung singkong asli pada produk roti dengan tiga jenis varietas singkong yang berbeda. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa substitusi tepung singkong 75% menghasilkan roti yang tidak dapat diterima secara sensoris. Tingkat substitusi tepung singkong yang semakin tinggi mengakibatkan semakin rendahnya overall acceptance. Tingkat substitusi tepung singkong 25% masih menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dengan roti dari 100% tepung terigu pada semua karakteristik (rasa, warna, tekstur, dan tingkat penerimaan keseluruhan).

Tepung singkong asli dari tiga jenis varietas juga telah dicoba disubstitusikan pada produk roti (bread) pada level substitusi 10, 20, dan 30%. Penggunaan tepung singkong yang semakin banyak menyebabkan penurunan volume spesifik, serta peningkatan densitas dan kekerasan. Proporsi tepung singkong yang semakin besar juga menghasilkan roti yang semakin tidak kenyal dan sulit dikunyah (Eriksson et al., 2014). Rauf et al. (2017) menyatakan bahwa proporsi tepung singkong yang semakin besar, menghasilkan roti yang semakin keras, tingkat pengembangan dan penerimaan konsumen yang semakin rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik tepung singkong yaitu dengan cara modifikasi.

Tepung singkong modifikasi (Modified Cassava Flour - Mocaf) telah lama dikenal dan telah banyak penelitian yang mengembangkan proses pembuatan maupun aplikasinya pada produk pangan. Pada umumnya pembuatan tepung mocaf menggunakan metode fermentasi, baik fermentasi secara spontan maupun menggunakan starter mikrobia. Pati singkong yang dimodifikasi dengan metode fermentasi ini lebih dulu dikenal sebagai produk olahan tradisional di Amerika Selatan yang dikenal dengan nama "Polvilho azedo" di Brazil atau "Almidón agrío" di Colombia. Secara tradisional, tepung pati singkong asam diperoleh dari proses fermentasi selama 30 hari yang disertai pengeringan menggunakan sinar matahari selama 12 jam. Tepung pati singkong asam ini sering digunakan sebagai bahan pembuatan roti dan pastry dengan karakteristik baking expansion yang cukup baik. Kemampuan pengembangan pati singkong asam pada produk roti dipengaruhi oleh adanya degradasi pati, depolimerisasi, dan oksidasi yang terjadi selama fermentasi dan dipengaruhi juga oleh peran sinar matahari selama pengeringan (Alvarado et al., 2013).

Tepung mocaf yang diharapkan mampu menggantikan tepung terigu, ternyata belum menghasilkan karakteristik yang cukup baik ketika diaplikasikan pada produk pangan. Pada penelitian yang dilakukan Prayitno et al.(2018) yang menggunakan komposit tepung terigu dengan mocaf untuk membuat brownies kukus, diketahui bahwa penggunaan tepung mocaf mempengaruhi keempukan brownies dan berdasarkan hasil uji efektifitas kue brownies kukus, perlakuan rasio tepung mocaf dan terigu 40:60 merupakan perlakuan terbaik/tertinggi. Napitupulu et al. (2013) mengaplikasikan tepung komposit yang terdiri dari tepung mocaf, tepung pisang, dan tepung terigu pada produk kue bolu. Kue bolu yang dihasilkan mempunyai karakteristik organoleptik yang tidak berbeda signifikan. Namun demikian karakteristik organoleptik aroma, warna, tekstur, dan penampilan berbeda signifikan dari kontrol yang terbuat dari 100% tepung terigu. Demikian pula dengan tepung singkong yang dimodifikasi menggunakan metode lain, belum mampu menghasilkan produk bakery khususnya roti yang cukup baik.

Owuamanam et al.(2015) menggunakan tepung singkong modifikasi asetilasi bersama dengan tepung singkong asli pada tingkat substitusi terhadap tepung terigu 30% yang terdiri dari 12% tepung singkong asetilasi dan 18% tepung singkong asli menghasilkan roti yang memiliki karakteristik yang tidak berbeda signifikan dengan roti dari 100% tepung terigu. Proses asetilasi menyebabkan terjadinya esterifikasi pada molekul pati sehingga meningkatkan viskositas dan swelling powernya. Asetilasi menghambat retrogradasi atau rekristalisasi pati pada proses pemanggangan. Tepung singkong modifikasi pre-gelatinisasi juga telah dicoba diaplikasikan pada produk roti oleh Ratnaningsih et al.(2019) dengan variasi substitusi tepung beras dan tepung shorgum serta pengaruh penyimpanan beku. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa roti non terigu menggunakan tepung singkong pre-gelatinisasi masih dapat mengembang dengan baik setelah penyimpanan beku selama 6 hari. Proporsi tepung singkong pre-gelatinisasi yang digunakan sebesar 50% dari berat total tepung. Dudu et al. (2020) mengkombinasikan perlakuan hidrotermal pada tepung singkong dengan pembentukan kompleks tepung singkong-guar gum dan tepung singkong-sodium stearoyl lactylate (SSL) pada adonan roti dengan tingkat substitusi 300g/kg. Roti yang dihasilkan dari tepung singkong modifikasi pembentukan kompleks dengan SSL yang disertai dry heat moisture treatment (DHMT) memiliki karakteristik stabilitas adonan, volume spesifik, dan bread crumb porosity yang lebih tinggi dibanding tepung singkong asli, sedangkan kekerasan remah dan kepadatan roti lebih rendah.

Sejauh ini belum diketahui pengaruh perlakuan modifikasi kombinasi pengasaman menggunakan asam laktat dengan perlakuan hidrotermal Dry Heat Moisture Treatment (DHMT) terhadap karakteristik tepung singkong pada adonan roti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tepung singkong yang dimodifikasi menggunakan kombinasi perlakuan asam laktat dan DHMT. Pada tahap akhir penelitian ini juga dilakukan uji indeks glikemik roti dengan substitusi tepung singkong modifikasi kombinasi perlakuan asam laktat dan DHMT.

Tinjauan pustaka tidak lebih dari 1000 kata dengan mengemukakan *state of the art* dan peta jalan (*road map*) dalam bidang yang diteliti. Bagan dan *road map* dibuat dalam bentuk JPG/PNG yang kemudian disisipkan dalam isian ini. Sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini. Disarankan penggunaan sumber pustaka 10 tahun terakhir.

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Singkong/Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz)

Singkong atau ubi kayu merupakan tanaman sumber karbohidrat potensial yang telah menjadi bahan pangan pokok di berbagai negara. Singkong berasal dari Amerika Selatan, kemudian banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis Asia, Afrika, dan Amerika Latin. Singkong merupakan sumber kalori terpenting ketiga di daerah tropis, setelah beras dan jagung (Demiate et al., 2000). Di antara semua tanaman penghasil karbohidrat, singkong merupakan penghasil karbohidrat tertinggi dan dapat dibudidayakan di lahan yang tidak terlalu subur dengan biaya yang relatif murah. Namun demikian, singkong sering dianggap sebagai bahan pangan inferior, sebagai bahan pangan yang dikonsumsi orang miskin, dan mengandung racun berbahaya. Anggapan negatif terhadap singkong tersebut disebabkan oleh adanya beberapa keterbatasan, antara lain kadar protein yang rendah, dan adanya senyawa anti gizi sianogenik glukosida (Chisenga et al., 2019).

Menurut Zhu (2015), singkong umumnya dianggap sebagai sumber karbohidrat, riboflavin, thiamin, dan asam nikotinat, tetapi bukan sumber protein. Komposisi kimia singkong dipengaruhi oleh jenis atau varietasnya, dan umur panen.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Beberapa Jenis Singkong di Indonesia

<u>Komposisi</u>	<u>Jenis Singkong &amp; Umur Panen</u>				
	<u>Adira*</u> (7 bln)	<u>Bogor*</u> (12 bln)	<u>Adira**</u> (8 bln)	<u>Malang**</u> (10 bln)	<u>Darul Hidayah**</u> (8 bln)
Kadar Air (%)	66,20	53,99	74.48 ± 0.20	66.78 ± 0.07	60.88 ± 0.06
Kadar Abu (%)	0,66	0,69	0.87 ± 0.16	0.83 ± 0.09	2.13 ± 0.02
Kadar Karbohidrat (%)	29,17	46,87	24.08 ± 0.20	31.95 ± 0.05	33.69 ± 0.25
Kadar Protein	2,45	1,88	0.53 ± 0.04	0.56 ± 0.12	3.22 ± 0.05
Kadar Lemak	0,83	1,00	0.185 ± 0.10	0.13 ± 0.04	1.21 ± 0.08
Serat	0,73	0,57	1.18 ± 0.17	1.39 ± 0.07	2.44 ± 0.10
Pati	-	-	19.13 ± 0.27	22.7 ± 0.28	24.49 ± 0.08
HCN Bebas (mg/kg)	-	-	63.46 ± 0.30	116.37 ± 0.12	39.56 ± 0.18

Sumber : \* Feliana et al.(2014); \*\* Ariani et al.(2017)

Zhu (2015) juga menjelaskan bahwa komponen pati dari umbi singkong dapat mencapai 80% dari berat keringnya. Banyaknya pati yang dapat diperoleh dari umbi singkong dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain varietas, lingkungan pertumbuhan, waktu panen, kondisi penyimpanan umbi, metode pengeringan, dan metode ekstraksi pati. Pengeringan chips singkong menggunakan oven menghasilkan pati yang lebih banyak dari pada pengeringan sinar matahari. Penyimpanan umbi yang semakin lama akan menurunkan kadar pati. Ekstraksi pati dari umbi segar juga menghasilkan pati yang lebih banyak daripada ekstraksi dari chips yang telah dikeringkan. Lingkungan pertumbuhan berpengaruh nyata terhadap pati yang dihasilkan dari varietas yang sama. Variasi komposisi dan struktur pati berhubungan dengan keragaman sifat pati dari sumber genotipe singkong yang berbeda.

Pati merupakan komponen utama pada singkong yang menjadi penentu sifat fungsional untuk mendukung aplikasinya pada produk pangan dan non pangan. Perbedaan struktural dan komposisi pati dari sumber yang berbeda menentukan sifat dan model interaksinya dengan konstituen lain sehingga menghasilkan produk akhir rasa dan tekstur yang diinginkan (Egharevba, 2016). Granula pati tersusun atas dua jenis glukana, yaitu amilosa dan amilopektin. Butiran pati juga terdiri dari komponen non-tepung dalam jumlah kecil seperti lipid, protein dan fosfat.

Proporsi, berat molekul, dan distribusi panjang rantai amilosa dan amilopektin secara mendasar berpengaruh terhadap sifat fisikokimia pati dan makanan berbasis pati atau tepung singkong. Amilosa merupakan polimer linier rantai lebih panjang yang terdiri dari unit glukopiranos, sedangkan amilopektin adalah polimer bercabang rantai pendek dengan berat molekul yang jauh lebih tinggi. Rasio amilosa dan amilopektin mempengaruhi struktur pati dalam hal kristalinitas, ukuran butiran dan sifat kimia dan susunan polimer di dalam granula (Nawaz et al., 2016).

## **B. Metode Modifikasi Tepung**

Singkong merupakan bahan hasil pertanian yang mudah mengalami kerusakan fisiologis pascapanen, sehingga harus segera diolah setelah pemanenan. Upaya pengawetan singkong secara tradisional telah lama dilakukan dengan mengubah menjadi produk-produk sederhana seperti tape singkong atau peyeum, gapek, gatot, dan keripik singkong. Produk olahan singkong yang terakhir banyak dikembangkan adalah tepung singkong modifikasi (Modified Cassava Flour). Pengembangan tepung singkong modifikasi didorong oleh potensi kapasitas produksi singkong di Indonesia yang cukup tinggi dan potensi singkong sebagai sumber karbohidrat untuk menggantikan tepung terigu.

Stabilitas pati alami, pada nilai pH dan suhu yang berbeda sangat bervariasi sehingga tidak menguntungkan dalam pengolahan. Misalnya, granula pati yang belum dimodifikasi tidak larut dalam air pada suhu kamar dan sangat tahan terhadap hidrolisis oleh amilase. Oleh karena itu pati alami memiliki fungsi yang terbatas. Modifikasi tepung maupun pati perlu dilakukan untuk meningkatkan sifat fungsionalnya seperti kelarutan, tekstur, viskositas dan stabilitas termal, yang diperlukan untuk produk atau peran yang diinginkan dalam industri (Egharevba, 2016).

Modifikasi dalam bentuk tepung maupun pati bertujuan untuk memperbaiki karakteristik sesuai tujuan penggunaannya pada produk pangan. Modifikasi pati atau tepung akan mengubah struktur, sifat fisik dan kimia, serta fungsionalitasnya. Modifikasi dapat dilakukan menggunakan metode tunggal maupun kombinasi, baik secara kimia, fisik, maupun enzimatik (Zhu, 2015). Menurut Egharevba (2016), modifikasi kimia pati didasarkan pada reaktivitas kimia dari monomer glukosa penyusunnya yang merupakan polihidroksil yang dapat mengalami beberapa reaksi. Pati dapat mengalami reaksi seperti hidrolisis, esterifikasi, eterifikasi dan oksidasi. Reaksi-reaksi ini menghasilkan pati termodifikasi yang dapat digunakan dalam produk bakery, sup, dan saus salad.

### 2.3 Metode Modifikasi Pengasaman Dengan Asam laktat

Metode modifikasi tepung singkong dengan metode pengasaman telah lama dikenal di Amerika Selatan. Tepung singkong asam (polvilho azedo) adalah produk khas Amerika Selatan yang difermentasi secara alami selama 15 sampai 40 hari dan dikeringkan dengan sinar matahari. Tepung singkong modifikasi ini memiliki karakteristik yang sangat menarik, yaitu kapasitas ekspansi pemanggangannya yang besar dan mempunyai kemampuan tinggi untuk menangkap gas dan mengembang selama pemangangan, sehingga dapat digunakan pada produk roti (Franco et al., 2010).

Pengembangan lebih lanjut dari metode fermentasi adalah modifikasi pati atau tepung dengan metode perlakuan asam, antara lain menggunakan asam sulfat, asam klorida, asam asetat, atau asam laktat. Perlakuan asam menyebabkan hilangnya viskositas pasta, penurunan daya kembang, peningkatan kelarutan dan bilangan alkali, peningkatan  $\Delta H$  dan perluasan suhu gelatinisasi, serta penurunan kecenderungan retrogradasi (Zhu, 2015).

Franco et al.(2010) membandingkan karakteristik fisikokimia dan struktural pati singkong yang diberi perlakuan asam laktat disertai penyinaran UV dengan polvilho azedo. Pati singkong yang

diperlakukan dengan asam laktat dan sinar UV menunjukkan kemampuan ekspansi kue sebesar 8,08 cm<sup>3</sup>/g dengan penampilan dan tekstur yang serupa sampel pati singkong asam komersial. Perlakuan fotokimia menghasilkan penurunan nilai viskositas pati singkong pada pH 4 dan pH 7. Selain itu pati yang dimodifikasi secara fotokimia menunjukkan stabilitas internal pasta yang lebih besar dan tidak menunjukkan fenomena kemunduran selama pendinginan, berbeda dengan pati singkong asli. Kombinasi perlakuan asam laktat dengan radiasi UV memberikan peningkatan volume ekspansi selama pemanggangan adonan pati. Penelitian sejenis oleh Santos et al. (2021) menemukan bahwa kondisi optimal untuk modifikasi fotokimia asam laktat dan radiasi UV adalah konsentrasi asam laktat 20 g/kg dengan lama radiasi UV-C 75 menit. Karakteristik pati singkong yang dihasilkan dapat mencapai volume pengembangan spesifik 2,85 kali lebih besar dari pada pati singkong tanpa modifikasi. Berdasarkan analisis regresi, diketahui bahwa lama radiasi UV-C berpengaruh signifikan terhadap volume pengembangan spesifik sampai menit ke-75. Paparan sinar UV-C yang lebih lama diduga menyebabkan degradasi pati sehingga menurunkan volume pengembangan spesifik. Konsentrasi asam laktat tidak berpengaruh signifikan terhadap volume pengembangan. Metode modifikasi pengasaman menggunakan asam laktat merupakan pengembangan dari metode modifikasi fermentasi. Menurut Marcon et al.(2009), pada pati singkong yang dimodifikasi menggunakan metode fermentasi yang disertai pengeringan menggunakan sinar matahari, terjadi perubahan struktur amilosa dan amilopektin. Pada saat fermentasi, amilosa dan amilopektin mengalami hidrolisis parsial dan dihasilkan dekstrin. Granula pati berada di dalam kondisi asam oleh aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi. Dekstrin yang terbentuk terdapat dalam berbagai derajat polimerisasi. Selain itu, selama fermentasi juga terbentuk penambahan gugus karboksil dan karbonil melalui ikatan hydrogen, terjadi penurunan pH, viskositas intrinsik, dan swelling power. Pati terfermentasi akan mengalami kenaikan acid factor dan spesifik volume.

#### 2.4 Metode Modifikasi Dry-Heat Moisture Treatment (DHMT)

Metode DHMT merupakan metode hidrotermal yang biasanya digunakan untuk mengontrol mobilitas molekul gugus fungsi pati dan interaksi antar dan intra-rantainya. Perubahan molekuler yang terjadi mempengaruhi sifat fisikokimia, struktural, reologi dan termal dari sistem yang mengandung pati modifikasi. Menurut , intensitas kondisi termal memberikan perubahan yang berbeda dalam sistem tepung atau pati dan ini bervariasi dengan spesies dan atau sumber botani dari tepung atau pati

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 600 kata. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Bagan penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan. Di bagian ini harus juga mengisi tugas masing-masing anggota pengusul sesuai tahapan penelitian yang diusulkan.

## METODE

### 3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong jenis Jalaktowo atau Jaraktowo yang diperoleh dari satu lahan petani di Nargoyoso, Karanganyar, Jawa Tengah dan bahan-

bahan pembuatan roti (Yeast, Margarin, Gula, Air). Bahan kimia pendukung penelitian antara lain Asam Laktat Food Grade, dan bahan-bahan kimia lain untuk analisis.

### 3.2. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian adalah peralatan pendukung pembuatan roti, peralatan analisis antara lain, tabung reaksi, pipet, Lampu UV-C 30 watt, *Moisture Analyzer* Shimadzu MOC 63, *Texture Analyzer*, *Rapid Visco Analyzer*, dan alat penunjang lainnya.

### 3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

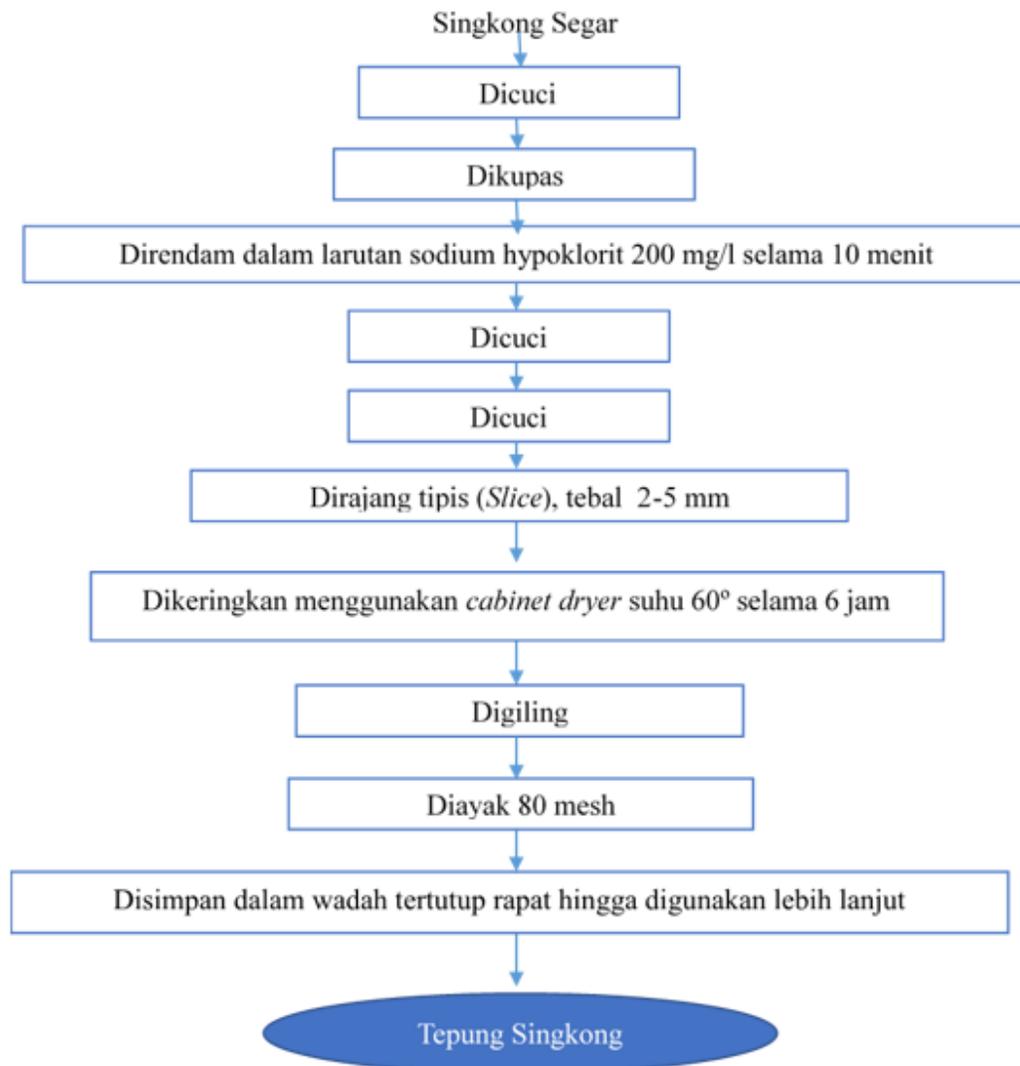
Tempat penelitian adalah di Laboratorium Rekayasa Pangan FTP UGM, laboratorium pangan gizi PAU UGM Laboratorium Rekayasa Pangan UNISRI, Laboratorium Kimia dan Biokimia UNISRI,. Waktu penelitian Februari 2022 sampai Juli 2023.

### 3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian meliputi :

#### a. Pembuatan Tepung Singkong (Oliveira et al., 2020)

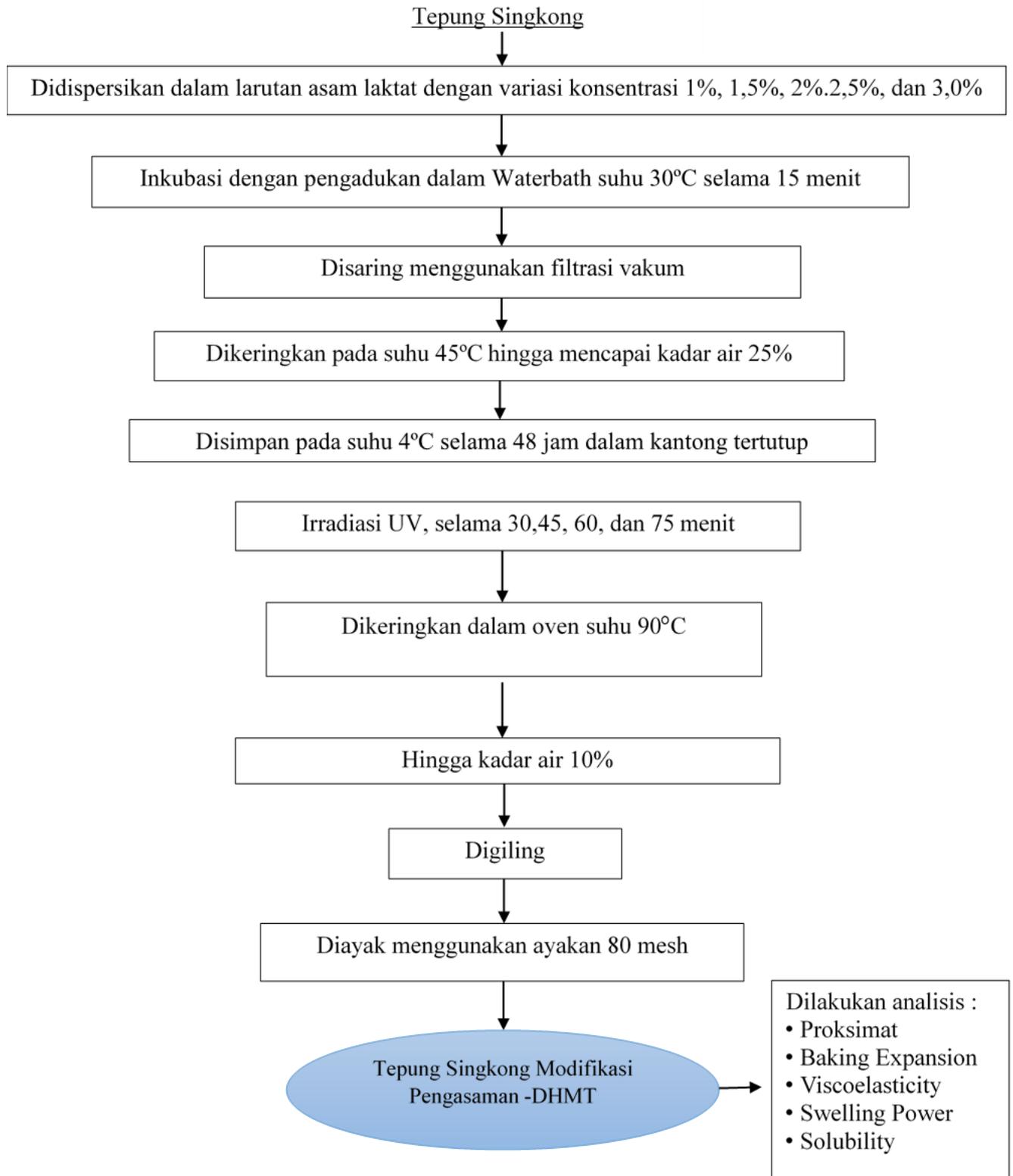
Pembuatan tepung singkong menggunakan metode yang digunakan oleh Oliveira et al. (2020), dimulai dengan pengupasan yang dilanjutkan dengan perendaman singkong dalam larutan sodium hipoklorit (200 mg/liter) selama 10 menit untuk menghilangkan kotoran dan kontaminasi mikrobia. Selanjutnya singkong dicudi, ditiriskan, ditimbang dan dirajang tipis dengan ketebalan sekitar 2-5 mm. Chips singkong ditata di atas nampan dan dikeringkan menggunakan cabinet dryer pada suhu 60oC hingga kering (mudah dipatahkan). Chips singkong kering digiling menggunakan alat penepung dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Tepung singkong yang diperoleh ditimbang dan disimpan pada suhu ruang dalam kantong plastik double sealed hingga digunakan lebih lanjut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Tepung Singkong (Oliveira et al., 2020)

#### b. Modifikasi Tepung Singkong

Modifikasi tepung singkong yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan modifikasi kombinasi kimia (Asidifikasi Asam Laktat) dan metode fisik (DHMT). Metode modifikasi pengasaman menggunakan asam laktat sesuai prosedur yang dilakukan Santos et al.(2021) yaitu menggunakan variasi konsentrasi asam laktat 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3,0% yang dilanjutkan dengan perlakuan irradiasi sinar UV-C menggunakan 5 lampu UV-C 30 watt selama 30, 45, 60, dan 75 menit. Modifikasi lebihlanjut menggunakan metode fisik yang diadopsi dari penelitian (Dudu et al., 2019) yaitu menggunakan metode *Dry-Heat Moisture Treatment* pada kondisi optimum yang direkomendasikan, pada kelembaban tepung 25%. Cara modifikasi kombinasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Jadwal penelitiandi susundengan mengisi langsung tabel berikut dengan memperbolehkan penambahan baris sesuai banyaknya kegiatan.

## JADWAL

### Tahun ke-1

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Penyusunan Proposal	√											
2	Pembuatan Tepung Singkong		√	√									
3	Orientasi Modifikasi Tepung			√									
4	Modifikasi Tepung				√								
5	Analisis Sifat Fisik					√	√						
6	Analisis Sifat Kimia						√	√					
7	Olah Data								√				
8	Penulisan Artikel dan Laporan									√			
9	Submit Artikel										√		

### Tahun ke-2

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

### Tahun ke-3

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Andrade de Oliveira, V., Costa, G. F. da, & de Sousa, S. (2020). Chemical and microbial evaluation of bread and biscuits made from wheat flour substituted with cassava flour. *Nutrition and Food Science*, 51(5), 792–807. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2020-0231>
2. Dudu, O. E., Li, L., Oyedeji, A. B., Oyeyinka, S. A., & Ma, Y. (2019). Structural and functional characteristics of optimised dry-heat-moisture treated cassava flour and starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133, 1219–1227. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.202>
3. Eriksson, E., Koch, K., Tortoe, C., Akonor, T. P., & Oduro-Yeboah, C. (2014). Evaluation of the physical and sensory characteristics of bread produced from three

varieties of cassava and wheat composite flours. *Food and Public Health*, 4(5), 214–222. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20140405.02>

1. Santos, T. P. R. dos, Leonel, M., Mischan, M. M., & Cabello, C. (2021). Study and application of photo-modified cassava starch with lactic acid and UV-C irradiation. *Lwt*, 139(April 2020). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110504>.
4. Angeloni Marcon, M. J., Kurtz, D. J., Raguzzoni, J. C., Delgadillo, I., Maraschin, M., Soldi, V., Reginatto, V., & Amante, E. R. (2009). Expansion properties of sour cassava starch (Polvilho Azedo): Variables related to its practical application in bakery. *Starch/Staerke*, 61(12), 716–726. <https://doi.org/10.1002/star.200900132>
5. Ariani, L., Estiasih, T., & Martati, E. (2017). Physicochemical Characteristic Of Cassava (Manihot utilisima) with Different Cyanide Level. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 119–128. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.02.12>
6. Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Alimi, B. A. (2019). Progress in research and applications of cassava flour and starch: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 2799–2813. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03814-6>
7. Demiate, I. M., Dupuy, N., Huvenne, J. P., Cereda, M. P., & Wosiacki, G. (2000). Relationship between baking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*, 42(2), 149–158. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(99\)00152-6](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(99)00152-6)
8. Egharevba, H. O. (2016). We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 % . *Intech, i(tourism)*, 13.
9. Feliana, F., Laenggeng, A. H., Program, M., Pendidikan, S., Untad, B., Program, D., Pendidikan, S., & Untad, B. (2014). Berdasarkan Umur Panen Di Desa Siney Kecamatan. *E-Jipbiol*, 2(3).
10. Haq Nawaz, Rashem Waheed, M. N., & Shahwar, and D. (2016). We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 % . *Intech, i(tourism)*, 13.
11. Landi Franco, C. M., Ogawa, C., Rabachini, T., Rocha, T. de S., Cereda, M. P., & Jane, J. lin. (2010). Effect of lactic acid and UV irradiation on the cassava and corn starches. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(2), 443–454. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000200025>
12. Sánchez, T., Salcedo, E., Ceballos, H., Dufour, D., Mafla, G., Morante, N., Calle, F., Pérez, J. C., Debouck, D., Jaramillo, G., & Moreno, I. X. (2009). Screening of starch quality traits in cassava (Manihot esculenta Crantz). *Starch/Staerke*, 61(1), 12–19. <https://doi.org/10.1002/star.200800058>
13. Santos, T. P. R. dos, Leonel, M., Mischan, M. M., & Cabello, C. (2021). Study and application of photo-modified cassava starch with lactic acid and UV-C irradiation. *Lwt*, 139(April 2020). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110504>
14. Zhu, F. (2015). Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. *Carbohydrate Polymers*, 122, 456–480. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.063>

2.

3-15. ....dst.