



## KARAKTERISTIK SIFAT AMILOGRAFI TEPUNG KENTANG (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) VARIETAS ATLANTIK DAN HASIL MODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* YANG DITANAM DI DATARAN MEDIUM

Melia Siti Ajijah<sup>1</sup>✉, Raden Duhita Diantiparamudita Utama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Insan Cendekia Mandiri, Indonesia

DOI : [10.26623/jtphp.v19i2.10211](https://doi.org/10.26623/jtphp.v19i2.10211)

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Disubmit 31 Juli 2024  
Direvisi 9 Agustus 2024  
Disetujui 30 September 2023

#### Keywords:

Atlantic potato flour ;  
High Plain; Medium  
plain ; Heat Moisture  
Treatment (HMT) ;  
amylograph

### Abstrak

*Kentang tumbuh optimal di dataran tinggi yakni lebih dari 1000 mdpl dengan suhu ideal 18°C. Namun, budidaya kentang pada dataran tinggi secara terus-menerus dapat berdampak negatif seperti penebangan hutan, erosi, longsor dan banjir. Oleh sebab itu, pengembangan kentang dataran medium (300-700 mdpl) semakin berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik amilografi tepung kentang varietas Atlantik dari dataran tinggi, dataran medium serta tepung kentang dataran medium hasil modifikasi heat moisture treatment (HMT). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan analisis uji-t. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan antara tepung dari dataran tinggi dan medium dengan parameter kadar amilosa, amilopektin dan kekuatan gel. Berdasarkan nilai kekuatan gel, tepung kentang dataran tinggi lebih stabil dibandingkan dengan tepung dataran medium. Tepung hasil modifikasi HMT dan tepung alami dari dataran medium dan dataran tinggi terdapat perbedaan signifikan pada kadar amilosa, amilopektin dan derajat putih. Berdasarkan nilai kekuatan gel, tepung hasil modifikasi HMT menunjukkan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan tepung alami dataran medium.*

### Abstract

*Potatoes grow optimally in highlands areas at an altitude of more than 1000 meters above sea level (masl) with an ideal temperature of 18°C. However, continuously for potato cultivation in highlands can have negative impacts such as deforestation, erosion, landslides and floods. Therefore, the development of medium plain potatoes (300-700 masl) is increasing. This research aims to identify the amylographic characteristics of Atlantic potato flour from the high plain and atlantic potato flour from medium plain and the effect of modified by Heat Moisture Treatment . This study used an experimental method with t-test analysis. The results showed significant differences between the flour from highlands and medium plains with parameters of amylose content, amylopectin content and gel strength levels. Based on the gel strength value, highland potato flour is more stable than medium plain flour. In HMT modified flour and natural flour from medium plains and highlands there are significant differences in amylose content, amylopectin content and whiteness. Based on the gel strength value, HMT modified flour shows better stability compared to natural flour from medium plains.*

## PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan komoditas pangan sebagai sumber nutrisi seperti karbohidrat, protein, vitamin dan mineral. Produktivitas kentang di Indonesia terbilang masih rendah, sekitar 13 ton/ha. Sementara potensi produksi yang dapat mencapai 40 ton/ha. Produksi kentang biasanya dilakukan di ketinggian antara 1.200 sampai 1.700 mdpl dengan suhu udara berkisar antara 11°C-27°C (Muhibuddin et al., 2022).

Membuka lahan terus – menerus untuk budidaya kentang sangat tidak memungkinkan karena dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, seperti penerbangan hutan, erosi, longsor dan banjir. Sebagai alternatif, pengembangan budi daya kentang dapat dilakukan di dataran medium (300-700 mdpl) selain di dataran tinggi (Hidayah et al., 2017).

Perbedaan faktor lingkungan antara dataran tinggi dan dataran medium akan menghasilkan karakteristik kentang yang berbeda (Levy & Veilleux, 2007). Keterbatasan sifat amilografi tepung kentang dataran medium menyebabkan penggunaannya dalam produk pangan juga terbatas dan tepung memiliki kelemahan yaitu tidak tahan terhadap pemanasan pada suhu tinggi (Honestin, 2007).

Perbaikan sifat kimia tepung kentang dapat dicapai melalui modifikasi, sehingga tepung yang telah dimodifikasi memiliki karakteristik yang diinginkan. Modifikasi yang dilakukan dengan metode *heat moisture treatment* (HMT) yaitu jenis modifikasi tepung secara fisik dengan cara memberikan perlakuan panas pada suhu di atas suhu gelatinisasi dengan kondisi kadar air terbatas atau dibawah 35% agar tercapai karakteristik tepung yang diinginkan (Collado et al., 2001). Tepung yang dimodifikasi dengan metode HMT memiliki sifat fungsional, profil gelatinisasi dan sifat amilografi yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh penurunan viskositas *breakdown* dan viskositas *setback* yang menunjukkan bahwa pasta lebih stabil pada pemanasan dan suhu beku (Jyothi et al., 2010).

Kajian terhadap tepung kentang hasil modifikasi *heat moisture treatment* (HMT) yang didapat dari dataran medium masih terbatas informasinya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian terkait sifat amilografi tepung kentang varietas Atlantik hasil modifikasi secara HMT yang ditanam di dataran medium.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas atlantik dari Pangalengan (dataran tinggi) dengan suhu rata-rata 20°C dan Jatinangor (dataran medium) dengan suhu rata-rata 23°C, umur panen kentang ±85 hari. Bahan untuk pembuatan tepung adalah Na<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Bahan – bahan kimia yang digunakan adalah aquades, NaOH 1 N, CH<sub>3</sub>COOH 1 N, larutan iodine dan KI. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, *slicer*, neraca analitik, mikropipet, pipet tetes, *chromameter*, *texture analyzer*, erlenmeyer, spektrofotometer, labu ukur, *water-bath*, aluminium foil.

### Pelaksanaan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan analisis Uji – t (*independent sample t-test*) dengan sampel terdiri dari tepung kentang alami dataran tinggi, tepung kentang alami dataran medium dan tepung kentang modifikasi HMT dari dataran medium.

### Pembuatan Tepung Kentang

Tahap pertama yaitu dilakukan sortasi, kentang yang digunakan yaitu yang berukuran sedang, mempunyai permukaan rata, bentuk yang seragam. Kemudian, pengupasan yang dimaksudkan untuk menghilangkan kulit dari daging umbi, sehingga diperoleh umbi kentang tanpa kulit yang berwarna putih. Selanjutnya, pencucian dilakukan untuk menghilangkan sisa kotoran yang masih menempel pada permukaan umbi kentang yang telah dikupas. Tahap berikutnya adalah perendaman (*bleaching*) dilakukan agar tepung yang dihasilkan berwarna putih bersih. Perendaman menggunakan larutan

Na<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2000 ppm selama 30 menit. Selanjutnya, dilakukan pencucian untuk membersihkan sisa larutan Na<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang masih menempel pada umbi dan dilanjutkan dengan proses penirisan dan pengeringan. Pengeringan dilakukan dalam *tunnel dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian penggilingan menggunakan *grinder* dan pengayakan menggunakan ukuran 80 mesh (Wijaya, 2016).

### **Pembuatan Tepung Modifikasi Secara *Heat Moisture Treatment* HMT**

Prosedur pembuatan tepung kentang secara HMT mengacu pada prosedur (Collado et al., 2001) dan suhu modifikasi yang digunakan yaitu 100°C selama 16 jam dan kadar air 27% ±2% yang mengacu pada penelitian (Hoover & Vasanthan, 1994). Proses pembuatan tepung termodifikasi secara HMT sebagai berikut :

Penentuan kadar air hingga mencapai kadar air yaitu 27% ± 2% dengan cara menyemprotkan aquades secara perlahan sambil diaduk secara manual. Jumlah aquades ditentukan berdasarkan kesetimbangan massa dan formulasi kesetimbangan massa diperoleh sebagai berikut:

$$(100\% - KA_1) \times BP_1 = (100\% - KA_2) \times BP_2 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

KA<sub>1</sub> : Kadar air kondisi awal (%bb)

KA<sub>2</sub> : Kadar air tepung yang diinginkan (%bb)

BP<sub>1</sub> : Bobot tepung kondisi awal

BP<sub>2</sub> : Bobot tepung setelah mencapai KA<sub>2</sub> (BP<sub>1</sub>+B<sub>air</sub>)

Selanjutnya, tepung dengan kondisi kadar air 27% ± 2% ditempatkan dalam wadah loyang dan ditutup dengan *aluminium foil* kemudian disimpan dalam *refrigerator* pada suhu 4°C-5°C selama 24 jam. Kemudian, tepung dipanaskan pada suhu 100°C selama 16 jam. Selanjutnya, dilakukan pengeringan selama 4 jam pada suhu 50°C menggunakan oven kabinet. Tahap berikutnya adalah proses penggilingan dilakukan dengan menggunakan *grinder* kemudian dilakukan pengayakan untuk menghasilkan tepung dengan tekstur yang halus dan ukuran partikel yang seragam dengan menggunakan ayakan 80 mesh.

### **Parameter Pengujian**

#### **Kadar Amilosa dan Amilopektin**

Prosedur pengujian kadar amilosa dan amilopektin mengacu pada prosedur (Apriyantono et al., 1989). Tahap pertama analisis kadar amilosa yaitu pembuatan kurva standar. Selanjutnya adalah analisis sampel, sebanyak 100 mg sampel ditimbang dan dimasukkan dalam labu ukur 100 ml, kemudian 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N ditambahkan ke dalam sampel. Kemudian, dilakukan Pemanasan larutan dalam *water-bath* (air mendidih) selama 10 menit (sampai pati tergelatinisasi). Setelah itu, labu ukur yang berisi sampel didinginkan selama 1 jam dan ditambahkan aquades sampai tanda tera, kemudian dikocok. Sebanyak 5 ml larutan sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml yang telah diisi 40 ml aquades. Sebanyak 1 ml asam asetat 1 N dan 2 ml larutan, kemudian ditambahkan air sampai tanda tera. Larutan sampel dikocok dan dibiarkan selama 20 menit. Larutan sampel diambil untuk dianalisa dengan spektrofotometer. Pembuatan larutan blanko dengan cara mencampurkan semua bahan kecuali sampel.

Kadar amilosa diukur dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kadar Amilosa (\%)} = \frac{A \times Fp \times V}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Konsentrasi amilosa dari kurva standar (mg/ml)

Fp : Faktor pengenceran

V : Volume awal (ml)

W : Bobot awal (mg)

Kadar amilopektin diperoleh dari selisih antara kadar pati dengan kadar amilosa sampel.

### Kekuatan Gel

Pengujian kekuatan gel dilakukan dengan Persiapan pasta tepung kentang dengan konsentrasi 11%. Kemudian dilakukan pemanasan selama 30 menit pada suhu 95°C. Kemudian, penuangan pasta tepung ke dalam wadah pipa (diameter 2,5 cm dan tinggi 3cm) pada suhu ruang hingga membentuk gel dan penyimpanan selama 1 jam, penutupan dengan aluminium foil lalu disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam. Gel yang terbentuk kemudian diukur dengan *texture analyzer*, kondisi yang digunakan adalah *pre-test speed*: 1,0 mm/detik, *test speed*: 1mm/s, *past test speed*: 10,0 mm/s, *repture test distance* : 10mm, *distance* : 50%, tipe : auto, *force* 5 gf. Probe yang digunakan adalah probe silinder 1 KKS dengan diameter 6 mm. Kekuatan gel dapat dilihat dari *peak* tertinggi yang diperoleh dari hasil pengukuran (gf) (Collado & Corke, 1999).

### Derajat Putih

Parameter warna diukur dengan menggunakan alat *chromameter*. Kalibrasi alat menggunakan lempeng standar putih lalu ditukar dengan lempeng standar hitam. Sampel dimasukan ke dalam wadah sampel (*sample case*), selanjutnya wadah sampel disimpan pada permukaan datar alat. Intensitas reflektan objek ditangkap oleh sensor kamera melalui lensa dan ditampilkan di monitor komputer yang dihubungkan dengan alat. Hasil pengukuran diperoleh nilai L yang menunjukkan tingkat kecerahan (0=hitam sampai 100=putih) yang terbaca pada layar (Gunal et al., 2008)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Amilosa, Amilopektin, Kekuatan Gel dan Derajat Putih Tepung Kentang Atlantik dari Dataran Tinggi, Medium dan Modifikasi HMT

Hasil analisis kadar amilosa, amilopektin, kekuatan gel dan derajat putih pada tepung kentang varietas atlantik yang ditanam di dataran tinggi, medium dan hasil modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai amilosa, amilopektin, kekuatan gel dan derajat putih tepung kentang Atlantik dari dataran tinggi, medium dan modifikasi HMT

Perlakuan	Kadar Amilosa (%)	Kadar Amilopektin (%)	Kekuatan Gel (gf)	Derajat Putih
Tepung Dataran Tinggi	32,98 ± 0,16 <sup>b</sup>	49,40 ± 0,09 <sup>c</sup>	21,40 ± 2,68 <sup>b</sup>	91,79 ± 0,18 <sup>b</sup>
Tepung Dataran Medium	35,50 ± 0,11 <sup>c</sup>	37,90 ± 0,32 <sup>b</sup>	32,00 ± 0,70 <sup>c</sup>	93,99 ± 0,01 <sup>b</sup>
Tepung Dataran Medium Modifikasi HMT	29,35 ± 0,39 <sup>a</sup>	22,60 ± 0,15 <sup>a</sup>	9,10 ± 0,84 <sup>b</sup>	88,86 ± 0,18 <sup>a</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama secara vertikal menyatakan tidak berbeda nyata menurut uji - t pada taraf 0,05.

### Kadar Amilosa dan Amilopektin Tepung Kentang Atlantik Dataran Tinggi, Medium dan Modifikasi HMT

Hasil uji pembeda ( $P \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa kadar amilosa tepung kentang Atlantik modifikasi secara HMT berbeda nyata dengan dataran tinggi dan medium. Kadar amilosa pada tepung dataran tinggi (32,98%) lebih rendah dan berbeda nyata dibanding tepung dataran medium (35,50%). Hal ini diduga karena kadar pati pada tepung dataran medium memiliki rantai  $\alpha$ -1,4-D-glikosida yang lebih panjang, sehingga kadar amilosa yang terkandung pada tepung dataran medium lebih banyak (Vandeputte et al., 2003). Tepung yang memiliki kadar amilosa yang tinggi mempunyai kekuatan

ikatan hidrogen yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula, sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk gelatinisasi (Richana & Sunarti, 2004).

Kadar amilosa tepung modifikasi HMT (29,35%) lebih kecil dibanding tepung alami. Penggunaan suhu panas, diatas suhu gelatinisasi menyebabkan ikatan hidrogen pati menjadi lemah. Ikatan yang lemah dapat menyebabkan air mudah masuk ke dalam granula, sehingga granula mengembang dan memfasilitasi amilosa keluar granula (Yang et al., 2016). Kadar amilosa yang menurun setelah HMT diduga disebabkan karena banyaknya amilosa yang berikatan dengan amilosa lainnya ataupun amilopektin (Varatharajan et al., 2011). Selain itu, teknik modifikasi HMT memengaruhi permukaan granula pati. Proses pemanasan pati dan keberadaan air saat proses HMT mengakibatkan area amorf pada pati mengembang, kemudian menekan keluar area berkrystal sehingga terjadi kerusakan dan pelelehan area berkrystal granula pati (Picauly et al., 2017).

Penurunan nilai amilosa pada pati kentang hasil modifikasi HMT juga dilaporkan oleh (Nadir et al., 2015) yang menyatakan bahwa amilosa pada tepung kentang sebesar 27,60% sedangkan hasil modifikasi HMT dengan kadar air 25% pada suhu HMT 120°C selama 1 jam adalah 25,72%.

### **Kadar Amilopektin Tepung Kentang Atlantik Dataran Tinggi, Medium dan Modifikasi HMT**

Amilopektin merupakan molekul polisakarida dengan rantai cabang. Hasil uji pembeda ( $P \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa tepung kentang Atlantik dataran tinggi, dataran medium dan hasil modifikasi secara HMT memiliki nilai kadar amilopektin yang berbeda nyata.

Kadar amilopektin pada tepung kentang dataran tinggi (49,40%) lebih tinggi dan berbeda nyata dengan tepung dataran medium (37,90%). Perbedaan ketinggian penanaman kentang menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap kadar amilopektin.

Kadar amilopektin tepung kentang dataran medium hasil modifikasi HMT (22,60%) lebih kecil dibanding tepung alaminya. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pemanasan akan mengubah bentuk pati menjadi pati yang tergelatinisasi sehingga granula pati yang rusak akan semakin banyak. Menurut Imanningsih (2012), bahwa amilopektin merupakan molekul berukuran besar dengan struktur bercabang banyak dan membentuk heliks ganda, saat pati kentang dipanaskan pada suhu berkisar 58°C-66°C beberapa heliks ganda fraksi amilopektin merenggang dan terlepas saat ada ikatan hidrogen yang terputus. Proses HMT menimbulkan degradasi amilopektin sehingga menurunkan jumlah molekul besar (amilopektin) dan meningkatkan jumlah molekul kecil (amilosa) karena banyaknya amilosa-amilosa dapat saling berikatan.

### **Kekuatan Gel**

Hasil uji pembeda ( $P \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa tepung kentang Atlantik dataran tinggi, medium dan modifikasi secara HMT memiliki nilai kekuatan gel yang berbeda nyata.

Nilai kekuatan gel tepung kentang dataran tinggi (21,40 gf) yaitu lebih rendah dibanding tepung kentang dataran medium (32,00 gf). Tepung kentang hasil modifikasi HMT memiliki nilai kekuatan gel yang lebih rendah dibanding tepung alami yaitu (9,10 gf). Penurunan kekuatan gel pada tepung hasil modifikasi HMT karena adanya proses pemanasan yang menyebabkan molekul amilosa mengalami *leaching*, maka semakin banyak molekul amilosa yang mengalami *leaching*, jumlah molekul amilosa yang akan bergabung kembali pada pendinginan menjadi lebih sedikit (Marta, 2011). Hal inilah yang menyebabkan kekuatan gel tepung kentang hasil modifikasi HMT semakin rendah. Penurunan kekuatan gel pada tepung hasil modifikasi HMT dapat disebabkan oleh penurunan viskositas *setback* karena semakin rendah nilai *setback* akan menunjukkan semakin rendah pula kecenderungan untuk membentuk gel (Marta, 2011). Selain itu besarnya kekuatan gel pati selama penyimpanan juga memiliki hubungan sebanding dengan sineresis atau *freeze thaw stability* (Chung et al., 2010).

### Derajat Putih

Hasil uji pembeda ( $P \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa tepung kentang Atlantik dataran tinggi, medium dan modifikasi secara HMT memiliki nilai derajat putih yang berbeda nyata.

Tepung kentang hasil modifikasi memiliki nilai derajat putih paling gelap yaitu 88,86. Menurut BeMiller (2011), pada proses HMT terjadi penyerapan air oleh granula pati yang merupakan tahap awal terjadinya gelatinisasi. Proses HMT dapat menyebabkan pati mengalami gelatinisasi sehingga menyebabkan terbentuknya pasta pati yang berwarna lebih gelap dari warna sebelumnya (Syafutri, 2017). Penurunan kecarahan terjadi karena pada saat HMT terjadi proses pemanasan yang dapat mengakibatkan terjadi reaksi *maillard* yaitu reaksi yang terjadi antara karbohidrat pada tepung yang terhidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana dan akan bereaksi dengan protein yang terkandung dalam tepung sehingga menyebabkan tepung berwarna lebih gelap (Winarno, 2004). Pada saat modifikasi HMT suhu yang digunakan  $80^{\circ}\text{C}$ - $110^{\circ}\text{C}$  karena suhu yang digunakan di atas suhu mulai terjadinya reaksi *maillard* ( $37^{\circ}\text{C}$ ) maka dapat terlihat bahwa semakin tinggi suhu HMT, maka warna tepung modifikasi yang dihasilkan semakin coklat (Pangesti et al., 2014). Hasil penelitian ini didukung oleh Pangesti et al (2014) bahwa peningkatan waktu dan suhu pada proses HMT akan menghasilkan warna pada tepung bengkung yang lebih coklat dibanding tepung alami.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tepung kentang dataran medium memiliki kadar amilosa, kekuatan gel dan derajat putih lebih tinggi dibanding tepung kentang dataran tinggi. Selain itu, berdasarkan pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa modifikasi HMT memberikan pengaruh terhadap kadar amilosa, amilopektin dan derajat putih. Berdasarkan nilai kekuatan gel, menunjukkan bahwa tepung hasil modifikasi HMT lebih stabil dibanding tepung kentang atlantik alami dari dataran medium.

### DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budijanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi-IPB, Bogor.
- BeMiller, J., dan R. Whistler. 2009. *Starch: Chemistry and Technology*. Academic Press. USA.
- Chung, H.-J., Liu, Q., & Hoover, R. (2010). Effect of single and dual hydrothermal treatments on the crystalline structure, thermal properties, and nutritional fractions of pea, lentil, and navy bean starches. *Food Research International*, 43(2), 501–508.
- Collado, L. S., & Corke, H. (1999). Heat-moisture treatment effects on sweetpotato starches differing in amylose content. *Food Chemistry*.
- Collado, L. S., Mabesa, L. B., Oates, C. G., & Corke, H. (2001). Bihon-type noodles from heat-moisture-treated sweet potato starch. *Journal of Food Science*.
- Gunal, H., Ersahin, S., Yetgin, B., & Kutlu, T. (2008). Use of Chromameter-Measured Color Parameters in Estimating Color-Related Soil Variables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(5–6), 726–740.
- Hidayah, P., Izzati, M., Parman, S., & Studi Biologi, P. (2017). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) pada Sistem Budidaya yang Berbeda. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 2(2), 218–225.
- Honestin, T. 2007. *Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*)*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Hoover, R., & Vasanthan, T. (1994). the Flow Properties of Native, Heat-Moisture Treated, and Annealed Starches From Wheat, Oat, Potato and Lentil. *Journal of Food Biochemistry*, 18(2), 67–82.

- Imanningsih, N. (2012). Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Penel Gizi Makan*, 35(1), 13–22.
- Jyothi, A. N., Sajeev, M. S., & Sreekumar, J. N. (2010). Hydrothermal Modifications of Tropical Tuber Starches. 1. Effect of Heat-Moisture Treatment on the Physicochemical, Rheological and Gelatinization Characteristics. *Starch - Stärke*, 62(1), 28–40.
- Levy, D., & Veilleux, R. E. (2007). Adaptation of potato to high temperatures and salinity - A review. *American Journal of Potato Research*, 84(6), 487–506.
- Marta, H. (2011). *Sifat Fungsional dan Reologi Tepung Jagung Nikstamal serta Contoh Aplikasinya pada Pembuatan Makanan Pendamping ASI*. Institut Pertanian Bogor.
- Muhibuddin, Maulana, Z., Fatmawati, & Mahmud, H. (2022). *Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Tinggi dan Medium*. De La Macca.
- Nadir, A. S., Helmy, I. M. F., Nahed, M., Abdelmaguid, Wafaa, M. M., Abozeid, M. M., & Ramadan, M. T. (2015). Modification of Potato Starch by Some Different Physical Methods and Utilization in Cookies Production. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 4(10), 556–569. <http://www.ijcmas.com>
- Pangesti, Y. N., Parnanto, N. H., & Ridwan, A. A. (2014). Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Dimodifikasi Secara Heat Moisture Treatment (HMT) Dengan Variasi Suhu. *Teknosains Pangan*, 3(3), 72–77.
- Picauly, P., Damamain, E., & Polnaya, F. J. (2017). Karakteristik Fisiko-Kimia Dan Fungsional Pati Sagu Ihur Termodifikasi Dengan Heat Moisture Treatment. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 28(1), 70–77.
- Richana, N., & Sunarti, T. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia tepung Umbi Dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa Dan Gembili. *Pascapanen*, 1(1), 29–37.
- Syafutri, M.I. 2017. *Modification of sago starch (Metroxylon sago) with combination of heat moisture treatment (HMT) and autoclaving-cooling methods*. Disertasi
- Vandeputte, G. E., Derycke, V., Geeroms, J., & Delcour, J. A. (2003). Rice starches. II. Structural aspects provide insight into swelling and pasting properties. *Journal of Cereal Science*, 38(1), 53–59. [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(02\)00141-8](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(02)00141-8)
- Varatharajan, V., Hoover, R., Li, J., Vasanthan, T., Nantanga, K. K. M., Seetharaman, K., Liu, Q., Donner, E., Jaiswal, S., & Chibbar, R. N. (2011). Impact of structural changes due to heat-moisture treatment at different temperatures on the susceptibility of normal and waxy potato starches towards hydrolysis by porcine pancreatic alpha amylase. *Food Research International*, 44(9), 2594–2606.
- Wijaya, E. 2016. *Mempelajari Karakteristik Fisikokimia dan Kandungan Pati Tercerna Lambat (Slowly Digestible Starch) pada Tepung Kapas Termodifikasi Secara Fisik*. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Yang, L., Sun, Y.-H., Liu, Y., Mao, Q., You, L.-X., Hou, J.-M., & Ashraf, M. A. (2016). Effects of Leached Amylose and Amylopectin in Rice Cooking Liquid on Texture and Structure of Cooked Rice. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59(spe).
- Kuhad, R. C., Gupta, R. Khasa, Y. P., Singh. A., dan Zhang, Y. H. P. (2011). Bioethanol Production from pentose Sugars: Current Status and Future Prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15: 4950–4962.
- Kumalasari, K., Legowo. E. D. M., dan Al-Baari, N. (2013). Total bakteri asam laktat, kadar laktosa, pH, keasaman, kesukaan drink yogurt dengan penambahan ekstrak buah kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(4): 165–68.

- Liu, G., Sun, J., He, X., Tang, Y., Li, J., Ling, D., Li, C., Li, L., Zheng, F., Sheng, J., Wei, P., dan Xin, M. (2018). Fermentation process optimization and chemical constituent analysis on longan (*Dimocarpus longanour.*) wine. *Jurnal Food Chemistry*. 256(4): 268–279.
- Lohenapessy, S., Gunam I. B. W., dan Arnata, I. W. (2017). Pengaruh berbagai merek fried yeast (*Saccharomyces* sp.) dan pH awal fermentasi terhadap karakteristik wine salak bali. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian* 22(2): 63-72
- Ovihapsany, R. A., Mustofa, A., dan Suhartatik, N. (2018). Karakteristik minuman beralkohol dengan variasi kadar ekstrak buah bit (*Beta Vulgaris L.*) dan lama fermentasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI*. 3(1): 55–63.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI NO. 86 Tahun 1997 tentang Minuman Keras
- Rai, A. K., Prakash, M., dan Appaiah K. A. A. (2010). Production of *Garcinia wine*: changes in biochemical parameters, organic acids and free sugars during fermentation of *Garcinia* must. *International Journal of Food Science and Technology* (45): 1330–1336
- Ristiati, N. P. (2015). *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bali: Udayana University Press.
- Salsabilla, A, Yurie, Karim, D. A. N., dan Kermatigo, F. R. (2022). Pengolahan buah kelengkeng menjadi sirup kelengkeng dalam upaya mengembangkan potensi wisata kampung kelengkeng simoketawang sidoarjo. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 6(02): 56-62.
- Sampurno. (2000). *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*. Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Simanjuntak. M., Karo-karo T., Ginting S. (2017). Pengaruh penambahan gula pasir dan lama fermentasi terhadap mutu minuman ferbeet (fermented beetroot). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 6(1): 96-101.
- Soeharto, E. (2003). *Penilaian organoleptik*. Bharata Karya. Bogor
- Srianta, Ignatus, dan Trisnawati, C. Y. (2015). *Pengantar teknologi pengolahan minuman*. Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- Suwarrizki, G. B., Gunam, I. B. W., dan Wijaya, I. M. M. (2019). Pengaruh penambahan konsentrasi gula dan lama fermentasi pada proses pembuatan *sweet dessert*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 4(1): 44–53.
- Syahputra, H., dan Harjoko, A. (2011). Klasifikasi varietas tanaman kelengkeng berdasarkan morfologi daun menggunakan *Backpropagation Neural Network* dan *Probabilistic Neural Network*. *IJCCS (Indonesia Journal of Computing and Cybernetics Systems)*. 5(3), 11–16.
- Tefa, P., Ledo, M. E. S., dan Nitsae, M. (2022). Variasi konsentrasi *saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan wine buah dilak (*Limonia acidissima*). *Sciscitatio*. 4(1): 32–38.
- Yuliasuti, D., Sari, W. Y., dan Muna, N. (2020). Efek pemberian jus buah kelengkeng terhadap kadar gula darah mencit yang diinduksi aloksan. *Jurnal Farmasetis*. 9(2): 131–38.