



Karakteristik Sifat Amilografi Tepung Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Varietas Atlantik Dan Hasil Modifikasi *Heat Moisture Treatment* Yang Ditanam Di Dataran Medium

Melia Siti Ajjah¹ ✉, Raden Duhita Diantiparamudita Utama¹

¹Staf Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Insan Cendekia Mandiri, Indonesia

DOI: <http://kodeartikel>

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit Juli 2024

Direvisi Agustus 2024

Disetujui Agustus 2024

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*. 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. Pada 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.

✉ Alamat Korespondensi:
meliazizah26@gmail.com

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) merupakan komoditas pangan sebagai sumber makanan dan sekaligus 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 biasaya 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. 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.

Peningkatan sifat kimia tepung kentang dapat dicapai melalui modifikasi, sehingga tepung yang telah dimodifikasi memiliki karakteristik yang diinginkan. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) adalah perlakuan fisik yang memungkinkan pengendalian kadar air dan suhu selama proses berlangsung. Modifikasi secara HMT paling efisien untuk diterapkan karena tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu, tepung yang dihasilkan lebih aman, murah dan proses modifikasi lebih mudah. 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) dan Jatiningor (dataran medium) umur panen ± 85 hari. Bahan untuk pembuatan tepung adalah $\text{Na}_2\text{SO}_2\text{O}_5$. Bahan – bahan kimia yang digunakan adalah aquades, NaOH 1 N, CH_3COOH 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 $\text{Na}_2\text{SO}_2\text{O}_5$ 2000 ppm selama 30 menit. Selanjutnya, dilakukan pencucian untuk membersihkan sisa

larutan $\text{Na}_2\text{SO}_2\text{O}_5$ 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.

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 $27\% \pm 2\%$ yang mengacu pada penelitian (Hoover & Vasanthan, 1994). Proses pembuatan tepung termodifikasi secara HMT sebagai berikut :

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

$$(100\% - \text{KA}_1) \times \text{BP}_1 = (100\% - \text{KA}_2) \times \text{BP}_2 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

KA_1 : Kadar air kondisi awal (%bb)

KA_2 : Kadar air tepung yang diinginkan (%bb)

BP_1 : Bobot tepung kondisi awal

BP_2 : Bobot tepung setelah mencapai KA_2 ($\text{BP}_1 + \text{B}_{\text{air}}$)

Selanjutnya, tepung dengan kondisi kadar air $27\% \pm 2\%$ 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

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, penguangan 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).

Derajat Putih

Parameter warna diukur dengan menggunakan alat *chromameter*. Kalibrasi alat menggunakan lempeng standar putih lalu ditukar dengan lempeng standar hitam. Sampel dimasukkan 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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Amilosa, Amilopektin, Kekuatan Gel Dan Derajat Putih Pada Tepung Kentang Atlantik Dataran Tinggi, Medium Dan Modifikasi HMT

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

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 Tepung Kentang Atlantik Dataran Tinggi, Medium dan Modifikasi HMT

Hasil uji pembeda ($P \leq 0,05$) menunjukkan bahwa nilai 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 disebabkan karena kadar pati yang berbeda dan diduga bahwa pati pada tepung dataran medium memiliki rantai α -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 berpengaruh terhadap kemudahan pembentukan gel, di mana pati dengan kadar amilosa yang tinggi akan membentuk gel yang kokoh (Ginting & Suprpto, 2005).

Kadar amilosa tepung modifikasi HMT (29,35%) lebih kecil dibanding tepung alami. Hal ini disebabkan penggunaan suhu HMT yang menyebabkan kadar pati menurun. 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.

Penurunan nilai amilosa pada pati kentang hasil modifikasi HMT juga dilaporkan oleh (Nadir et al., 2015) yang menyatakan bahwa amilosa pada pati 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 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. Hal ini berkaitan dengan kadar pati dan amilosa. Kadar pati yang berbeda dan diduga bahwa pati pada tepung dataran tinggi memiliki rantai α -1,4-D-glikosida yang lebih pendek, sehingga kadar amilosa yang terkandung pada tepung dataran tinggi lebih rendah (Vandeputte et al., 2003). Pada tepung kentang dataran tinggi memiliki kadar amilosa lebih rendah sehingga kadar amilopektinnya lebih tinggi. Kadar amilopektin ditentukan berdasarkan selisih antara kadar pati dan kadar amilosa (Tester et al., 2004).

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.

Semakin besar kekuatan gel maka semakin besar beban yang dibutuhkan untuk memecah gel tersebut. Tepung yang memiliki kekuatan gel yang tinggi memberikan tekstur yang lebih keras pada produk yang diaplikasikan tepung tersebut. Nilai kekuatan gel tepung kentang dataran tinggi (21,40 gf) yaitu lebih rendah dibanding tepung kentang dataran medium (32,00 gf). Hal tersebut terjadi karena amilosa pada tepung dataran medium lebih tinggi dibanding tepung dataran tinggi. Jika kadar amilosa tinggi maka pati akan bersifat kering ((Eliasson, 2004)

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 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 atlantik dataran tinggi memiliki nilai derajat putih lebih rendah dan berbeda nyata dengan dataran medium. Hal ini karena bahan baku dari kentang dataran medium lebih putih dibanding dataran tinggi. Selain itu, kemungkinan karena nilai kadar abu pada kentang dataran tinggi lebih tinggi sehingga menyebabkan warna tepung yang dihasilkan lebih gelap. Menurut Suarni et al (2005), tingginya kadar abu disebabkan oleh adanya reaksi enzimatis sehingga warna tepung yang dihasilkan cenderung lebih gelap.

Tepung kentang hasil modifikasi memiliki nilai derajat putih paling gelap yaitu 88,86. Semakin tinggi suhu modifikasi HMT maka semakin rendah derajat putih tepung kentang atlantik. Hal ini terjadi karena pada saat HMT terjadi proses pemanasan yang dapat mengakibatkan terjadi reaksi *maillard* yaitu reaksi non-enzimatik antara asam amino dengan gula pereduksi yang menyebabkan pencoklatan (Winarno, 2004). Pada saat modifikasi HMT suhu yang digunakan 80°C - 110°C karena suhu yang digunakan di atas suhu mulai terjadinya reaksi *maillard* (37°C) maka dapat terlihat bahwa semakin tinggi suhu HMT, maka warna tepung modifikasi yang dihasilkan semakin coklat (Pangesti et al., 2014). Selain itu, penurunan derajat putih dikarenakan modifikasi HMT menyebabkan berkurangnya kadar air pati akibat adanya evaporasi air yang mengakibatkan berubahnya warna permukaan pati menjadi kurang cerah dibandingkan perlakuan lainnya (Sunyoto, 2017). Hasil penelitian ini didukung oleh Pangesti et al (2014) bahwa peningkatan waktu dan suhu pada proses HMT akan menghasilkan warna pada tepung bengkuang yang lebih coklat dibanding tepung alami.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara tepung kentang atlantik dataran tinggi dan medium yaitu pada kadar amilosa, amilopektin dan kekuatan gel. Berdasarkan nilai kekuatan gel, tepung kentang atlantik dataran tinggi lebih stabil dibanding tepung dataran medium. Pada 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, menunjukkan bahwa tepung hasil modifikasi HMT lebih stabil dibanding tepung kentang atlantik alami dari dataran medium.

DAFTAR PUSTAKA

- 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., Mabesa, L. B., Oates, C. G., & Corke, H. (2001). Bihon-Type Noodles From Heat-Moisture-Treated Sweet Potato Starch. *Journal of Food Science*.
- Eliasson, A.-C. (2004). *Starch in Food (Structure, Function and Applications)*. Woodhead Publishing.
- Ginting, E., & Suprpto. (2005). Pemanfaatan Pati Ubi Jalar Sebagai Substitusi Terigu Pada Pembuatan Roti Manis. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*, 86–97.
- 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.
- 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.
- Marta, H. (2011). Sifat Fungsional dan Reologi Tepung Jagung Nikstamal serta Contoh Aplikasinya pada Pembuatan Makanan Pendamping ASI. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Muhibuddin, Maulana, Z., Fatmawati, & Mahmud, H. (2022). Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Tinggi dan Medium. Makassar. 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.
- 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.
- 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.
- Suarni, A., Upe, & Harlim, T. J. (2005). Karakteristik Sifat Fisik dan Kandungan Nutrisi Bahan Setengah Jadi dari Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 87–92.
- Sunyoto, M. (2017). Kajian Sifat Fungsional Dan Amilografi Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*) Dengan Perlakuan Suhu Dan Lama Waktu Heat Moisture Treatment Sebagai Bahan Sediaan Pangan Darurat. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 5(2), 846–854.
- Tester, R. F., Karkalas, J., & Qi, X. (2004). Starch—Composition, Fine Structure And Architecture. *Journal of Cereal Science*, 39 (2), 151–165.
- 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.
- 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.
- Winarno, F. G. (2004). Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama.