



Modifikasi fisik tepung suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dengan iradiasi sinar ultraviolet C (UV-C) dan *heat moisture treatment* (HMT)

Dewi Novita, Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah*, Fafa Nurdyansyah, Iffah Muflihati

Teknologi Pangan, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

Article history

Diterima:

30 Januari 2022

Diperbaiki:

7 Maret 2022

Disetujui:

8 Maret 2022

Keyword

*Amorphophallus
campanulatus;*

Heat;

Modification;

Suweg flour;

UV-C irradiation

ABSTRACT

*Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) is a tuber that has not to explored widely for its use. This study aimed to determine the effect of physical modification of UV-C and HMT on the characteristics of suweg flour. This study used a factorial design with two factors. The first factor is the type of modification which consists of Ultraviolet-C Irradiation (UV-C) and Heat Moisture Treatment (HMT). The second factor is the length of modification time. The UV-C modification uses 10 min, 20 min, and 30 min. Simultaneously, the HMT modification uses four, five, and six hours. The control used unmodified suweg flour. The result showed that the modified UV-C and HMT methods with different time-process variations affect the suweg flour characteristics. UV-C and HMT modification was increased solubility and yellowness (b^*). In contrast, it decreased yield, moisture content, lightness (L^*), and redness (a^*). HMT modification had a most significant effect than UV-C modification in suweg flour modification.*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : umarhafidzah@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i1.13555

PENDAHULUAN

Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) merupakan salah satu jenis umbi yang belum banyak dieksplorasi pemanfaatannya. Umumnya, pengolahan umbi suweg hanya dikenal di daerah pedesaan dengan cara dikukus dan disajikan bersama parutan kelapa (Dwikandana *et al.*, 2018). Tanaman ini biasanya tumbuh subur di bawah naungan tanaman lainnya dan memerlukan intensitas penyinaran matahari 50-60 %. Umbi suweg memiliki 2 fase pertumbuhan yaitu fase vegetatif dan dorman. Menurut Hasbullah dan Umiyati (2017a), umbi suweg fase dorman yang diolah menjadi tepung menghasilkan rendemen dalam jumlah lebih banyak dibandingkan ketika fase vegetatif. Selain itu, umbi suweg fase dorman juga memiliki nilai *Particle Size Index* (PSI) yang lebih tinggi dibandingkan fase vegetatif, sehingga tepung yang dihasilkan pada fase dorman memiliki tingkat kehalusan yang tinggi dibandingkan fase vegetatif (Hasbullah dan Umiyati, 2017b).

Tepung yang dihasilkan dari umbi suweg masih memiliki beberapa kekurangan. Adanya kalsium oksalat pada tepung suweg membuat pemanfaatannya masih kurang diminati (Yuzammidan Handayani, 2019). Selain itu masalah lain yang terdapat pada tepung suweg diantaranya solubilitas rendah, *swelling power* rendah dan tidak stabil terhadap panas, sensoris aroma dan warna yang khas (Indriani *et al.*, 2019; Hasbullah 2016). Oleh sebab itu perlu adanya modifikasi pada tepung suweg agar dapat dimanfaatkan secara luas dalam industri pangan.

Teknik modifikasi dalam penelitian ini adalah secara fisik. Menurut Prameswari *et al.* (2020), modifikasi fisik cenderung lebih aman dan sederhana karena tidak menggunakan reagen kimia sehingga tidak meninggalkan residu pada pati termodifikasi yang dihasilkan. Modifikasi fisik yang sebelumnya pernah dilakukan pada peneliti terdahulu diantaranya modifikasi pregelatinisasi parsial pada tepung ubi kayu (Hidayat *et al.*, 2009), modifikasi *heat moisture treatment* (HMT) pada tepung ubi ungu (Santosa *et al.*, 2015), modifikasi iradiasi Ultraviolet-C (UV-C) dan oksidasi hidrogen peroksida pada tepung talas (Ekafitri *et al.*, 2018).

Modifikasi tepung suweg ditujukan untuk menghasilkan tepung yang lebih baik dari sifat sebelumnya atau untuk mengubah sifat lainnya.

Teknik modifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu UV-C dan HMT. Beberapa riset terdahulu menunjukkan bahwa modifikasi UV-C dan HMT dapat mempengaruhi warna tepung modifikasi. Menurut Erezka *et al.* (2018), modifikasi UV-C yang dikombinasikan dengan asam laktat menyebabkan kecerahan semakin menurun dan kekuningan semakin meningkat. Sedangkan menurut Prameswari *et al.* (2020), penggunaan tepung modifikasi HMT pada produk pangan akan menurunkan kecerahan produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi fisik UV-C dan HMT terhadap karakteristik tepung suweg yang dihasilkan.

METODE

Bahan

Umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dipilih pada fase dorman yang berusia 6-7 bulan dengan berat rata-rata 4 kg yang diperoleh dari Kulon Progo, Yogyakarta. Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan tepung suweg antara lain NaCl dan natrium bikarbonat grade teknis dari Cv. Multi Kimia Raya, Semarang.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial. Faktor pertama adalah jenis modifikasi yang terdiri dua perlakuan yaitu iradiasi *Ultraviolet-C* (UV-C) dan *Heat Moisture Treatment* (HMT). Faktor kedua adalah lama waktu modifikasi yang terdiri dari tiga durasi waktu yang berbeda untuk setiap jenis modifikasi. Modifikasi UV-C menggunakan lama waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Modifikasi HMT menggunakan lama waktu 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Tepung suweg tanpa modifikasi digunakan sebagai kontrol. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Total percobaan terdapat 18 kali ditambah 3 percobaan kontrol tanpa modifikasi.

Pembuatan Tepung Suweg

Pembuatan tepung suweg mengacu penelitian Hasbullah dan Umiyati (2017b), yang dimodifikasi kembali untuk menghilangkan kalsium oksalat pada umbi dengan mengacu penelitian Waisnawi *et al.* (2019). Umbi dikupas dan dipotong seperti *chips* dengan ketebalan ± 2 cm. Selanjutnya direndam dalam larutan NaCl 0,25 % selama 4 menit dan direndam kembali dalam larutan natrium bikarbonat 1 % selama 5 menit. *Chips* dikeringkan dalam *cabinet dryer*

dengan suhu 50 °C selama 24 jam. *Chips* yang sudah kering ditepungkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung suweg disimpan dalam plastik HDPE pada kondisi suhu kamar (± 38 °C) dalam kontainer penyimpanan sampai dianalisis.

Modifikasi Tepung Suweg dengan Iradiasi UV-C

Modifikasi UV-C pada tepung suweg mengacu pada Muflihati *et al.* (2018) dengan modifikasi. Sampel tepung suweg sebanyak 100 gram dimasukkan dalam alat tumbler berputar yang dilengkapi lampu UV-C dengan daya 20 watt (Gambar 1). Iradiasi UV-C dilakukan dengan menyalakan lampu UV-C dan memutar alat tumbler. Lama iradiasi dilakukan sesuai perlakuan yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Tepung diayak kembali dengan ayakan 60 mesh dan dikemas dalam plastik HDPE sampai sebelum dianalisis.



Gambar 1 Alat tumbler berputar iradiasi sinar UV-C

Modifikasi Tepung Suweg dengan HMT

Modifikasi HMT pada tepung suweg mengacu pada Prameswari *et al.* (2020). Sebanyak 100 gram tepung suweg dilakukan pengaturan kadar air menjadi 28 % dengan ditambahkan . Jumlah aquades yang ditambahkan dihitung berdasarkan rumus kesetimbangan massa. Tepung dimasukkan dalam loyang dan ditutup dengan aluminium foil. Sampel dimasukkan dalam refrigerator pada suhu 4 °C selama 24 jam. Selanjutnya, sampel dimasukkan dalam oven bersuhu 105 °C sesuai perlakuan yaitu 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Sampel diaduk setiap 2 jam sekali. Sampel dikeluarkan dan didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya, dikeringkan pada cabinet dryer dengan suhu 50 °C selama 4 jam. Kemudian tepung suweg dihaluskan kembali

dan diayak 60 mesh. Sampel dikemas dalam plastik HDPE kemudian dianalisis.

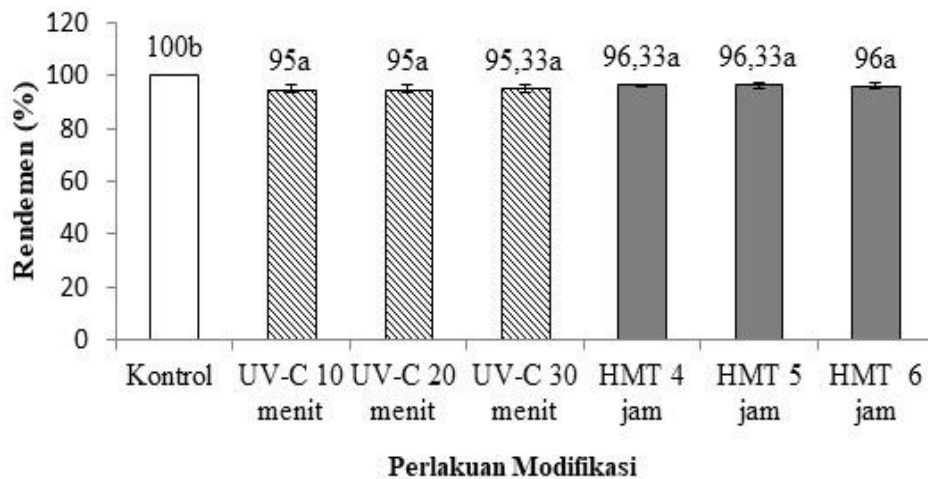
Analisis

Parameter yang diamati meliputi rendemen (AOAC, 2005), kadar air (AOAC, 2005), densitas kamba (Tejasari, 2007), kelarutan (Amalia dan Kumoro, 2016), warna (L^* , a^* , dan b^*) (Tilahun *et al.*, 2018). Data hasil pengujian dianalisis dengan sidik ragam (Anova). Apabila hasil menunjukkan perbedaan antara perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5 %. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 26.

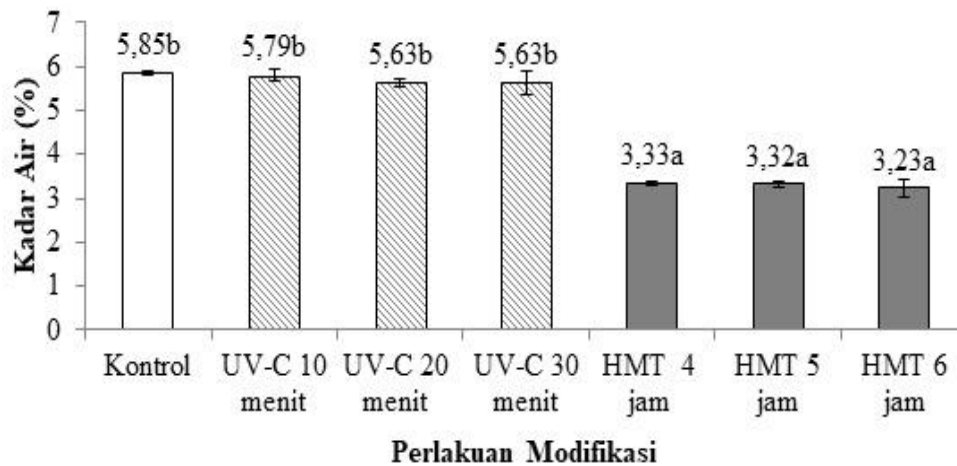
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Analisis rendemen pada modifikasi tepung suweg digunakan untuk mendapatkan jumlah berat akhir karena adanya kehilangan berat selama proses pengolahan (Spiraliga *et al.*, 2017). Berdasarkan Gambar 2, nilai rendemen tepung suweg termodifikasi berkisar 95-96,33 %. Rendemen tepung suweg kontrol berbeda nyata dengan tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT. Namun, nilai rendemen perlakuan UV-C tidak berbeda nyata dengan perlakuan HMT. Rendemen perlakuan HMT lebih tinggi dibandingkan UV-C. Menurut Hasbullah dan Umiyati, (2017a), kehilangan berat pada tepung dapat ditentukan dengan menghitung berat setiap tahapan proses pengolahannya. Kehilangan berat tepung suweg perlakuan UV-C, diduga tepung menempel pada alat *tumbler* ketika alat dilakukan pemutaran. Sedangkan, kehilangan berat tepung suweg perlakuan HMT dipengaruhi suhu pemanasan dan lama waktu modifikasi. Semakin lama waktu modifikasi HMT menyebabkan sampel terkena panas dalam waktu yang lama. Selanjutnya, air dalam bahan akan menguap keluar yang menyebabkan bahan menjadi lebih ringan dan mempengaruhi nilai rendemen pada bahan. Selain itu menurut Adebawale *et al.* (2009) HMT menyebabkan penurunan kadar air dan total karbohidrat tepung Yam bean hasil modifikasi. Dalam penelitian ini dihasilkan rendemen yang termasuk tinggi. Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan berarti semakin efisien perlakuan modifikasi. Hal ini karena semakin sedikit kandungan yang terbuang dari bahan pembuat tepung (Susilawati *et al.*, 2018).



Gambar 2 Rendemen tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova



Gambar 3 Kadar air tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova

Kadar Air

Fungsi keberadaan air dalam bahan pangan dapat menentukan penampakan, penerimaan (*acceptability*), dan daya simpan (Fajri *et al.*, 2016). Selanjutnya, menurut Mbougung *et al.* (2008), kadar air digunakan untuk menentukan karakteristik alir dan fungsi mekanis pada pati. Berdasarkan Gambar 3, tepung suweg kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan UV-C namun berbeda nyata pada perlakuan HMT. Hal ini diduga selama modifikasi UV-C tidak mengalami penguapan air dalam bahan dalam jumlah yang besar atau penguapan air pada tepung suweg termodifikasi UV-C berjalan lambat. Akibatnya kadar air tepung suweg termodifikasi

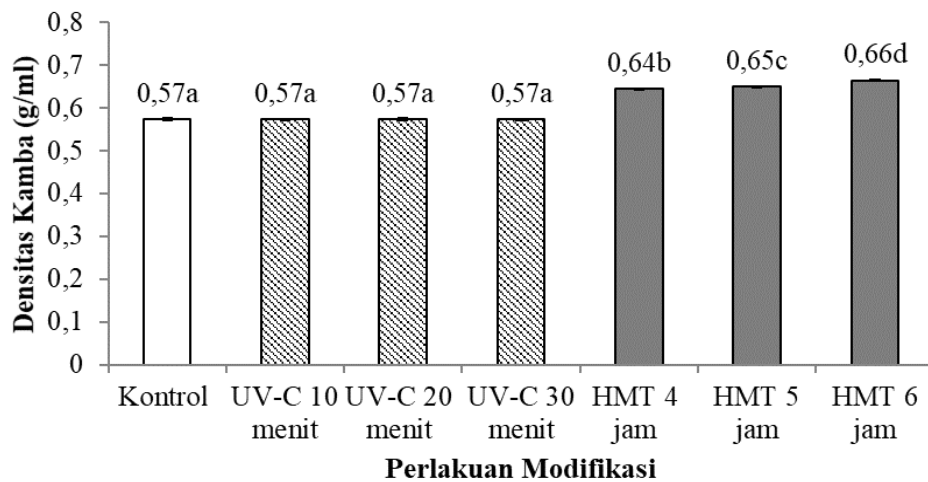
UV-C cenderung turun namun tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Lama perlakuan pada modifikasi UV-C dan HMT tidak menyebabkan perbedaan nyata. Kadar air modifikasi HMT lebih rendah dibandingkan UV-C. Suhu pemanasan dan lama waktu modifikasi HMT dapat memengaruhi penurunan kadar air tepung suweg. Suhu pemanasan yang digunakan pada penelitian ini 105 °C. Semakin lama waktu modifikasi HMT, semakin lama pula air dalam tepung suweg kontak langsung terhadap suhu yang tinggi. Akibatnya sebagian air dari dalam tepung suweg yang berada pada fase cair berubah menjadi fase gas. Fase gas inilah yang menyebabkan dengan mudahnya air keluar dari dalam bahan. Akibatnya kadar air tepung suweg

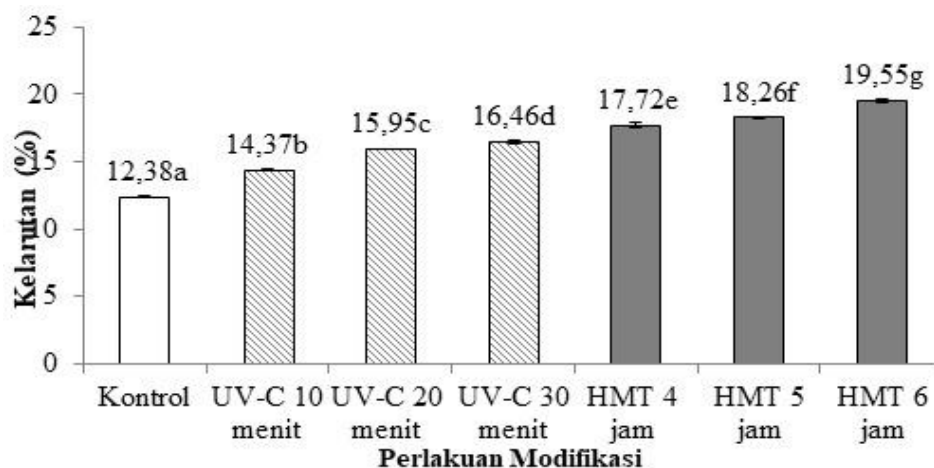
termodifikasi HMT menjadi berkurang. Menurut Pangesti *et al.* (2014), semakin tinggi suhu HMT maka semakin rendah kadar air tepung modifikasi yang dihasilkan, karena selama HMT terjadi penguapan air akibat pemanasan. Sedangkan pada perlakuan UV-C menunjukkan bahwa iradiasi yang semakin lama membuat tepung suweg mengalami oksidasi Bertolini *et al.* (2000). Adanya oksidasi ini membuat kadar air tepung suweg yang dimodifikasi iradiasi UV-C turun. Menurut Kholifah *et al.* (2018), rendahnya kadar air berpengaruh pada kualitas mutu yang semakin bagus, karena semakin rendah kandungan air dalam makanan tidak akan mempercepat kerusakan.

Densitas Kamba

Pengukuran densitas kamba digunakan untuk merencanakan kemasan, volume pengukuran alat, sarana transportasi, maupun sebagai konversi harga satuan (Pangastuti *et al.*, 2013). Berdasarkan Gambar 4, densitas kamba tepung suweg kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan UV-C namun berbeda nyata perlakuan HMT. Densitas kamba perlakuan UV-C antar sampel tidak berbeda nyata. Sedangkan perlakuan HMT menunjukkan nilai densitas kamba yang berbeda nyata antar sampelnya.



Gambar 4 Densitas kamba tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova



Gambar 5 Kelarutan tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova

Kecenderungan densitas kamba hasil penelitian menunjukkan kenaikan, dimana densitas kamba tertinggi diperoleh perlakuan HMT 6 jam (0,66 g/ml). Kecenderungan densitas kamba berhubungan dengan ukuran partikel, dimana kehalusan partikel tepung menentukan sifat kamba bahan tersebut. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel yang lebih seragam (halus) maka semakin sedikit pula udara yang terkandung dalam partikel tersebut (Khikmah *et al.*, 2021). Selanjutnya, menurut Tejasari (2007), densitas kamba dipengaruhi jumlah kadar air dan ukuran granula pada pati. Kadar air yang tinggi menyebabkan granula partikel dalam tepung menjadi lebih berat sehingga dihasilkan volume pada rongga partikel lebih besar karena partikel yang terbentuk semakin besar. Hal tersebut yang menyebabkan jumlah *bulk density* yang dimiliki semakin besar (Kusumawati *et al.*, 2012).

Kelarutan

Kelarutan pada pati disebabkan karena adanya molekul amilosa yang keluar dari granula (*leaching* amilosa) selama proses pemanasan dengan air yang berlebihan (Zavareze dan Dias, 2011). Berdasarkan Gambar 5 nilai kelarutan tepung suweg kontrol berbeda nyata antar semua perlakuan UV-C dan HMT. Kelarutan tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT antar sampel juga berbeda nyata. Adanya beda nyata hasil penelitian ini menunjukkan kelarutan yang dihasilkan terjadi perubahan karena proses modifikasi yang dilakukan.

Kelarutan tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT cenderung mengalami kenaikan. Dimana, kelarutan tertinggi dihasilkan pada perlakuan HMT selama 6 jam (19,55 %). Kenaikan kelarutan tepung suweg termodifikasi UV-C dipengaruhi oleh lama waktu iradiasi yang digunakan berpengaruh terhadap kenaikan kelarutan. Semakin lama tepung suweg teriradiasi UV-C, diduga oksidasi yang terjadi pada tepung suweg membuat ukuran molekul pati menjadi lebih kecil. Ukuran molekul pati yang lebih kecil membuat tepung mudah larut dalam air (Dewi *et al.*, 2012). Sedangkan pada modifikasi HMT, kelarutan dipengaruhi oleh pemanasan dalam waktu yang lama. Menurut Ariyantoro *et al.* (2020), pemanasan yang terus berlangsung akan menyebabkan granula pati menjadi pecah sehingga air dalam granula pati dan molekul pati yang mudah larut air dengan mudahnya keluar dan

masuk ke dalam sistem larutan. Semakin tinggi kelarutannya, maka semakin tinggi pula kemampuan tepung larut di dalam air. Semakin mudah larut di dalam air, maka akan semakin mudah untuk dicerna (Santosa *et al.*, 2018).

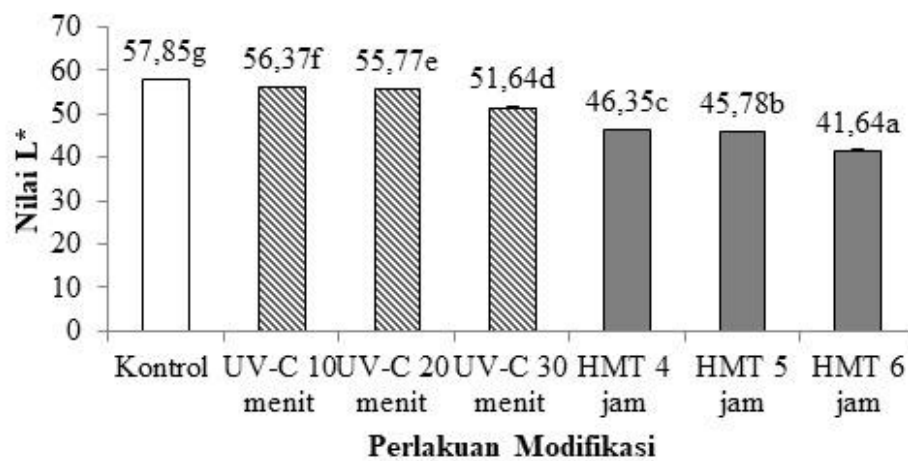
Warna (L^* , a^* dan b^*)

Parameter warna sering kali digunakan untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk (Susilawati *et al.*, 2018). Menurut Yam dan Papadakis (2004), besaran warna nilai L^* menyatakan kecerahan, dimana 0 (hitam) sampai 100 (putih). Selanjutnya notasi a^* menyatakan warna kromatis campuran merah hijau, dimana nilai $+a$ (0 sampai 100) menunjukkan warna merah, sedangkan $-a$ (0 sampai -80) menyatakan hijau. Notasi b^* digunakan untuk warna kromatis biru kuning, dimana $+b$ (0 sampai 70) adalah kuning, sedangkan $-b$ (0 sampai 80) adalah biru. Tepung suweg cenderung memiliki warna kemerahan (a^* positif), kekuningan (b^* positif), dan kecerahan (L^*) moderat (Nurdyansyah *et al.*, 2016; Hasbullah *et al.*, 2017; Hasbullah dan Umiyati, 2017c; Syah *et al.*, 2020).

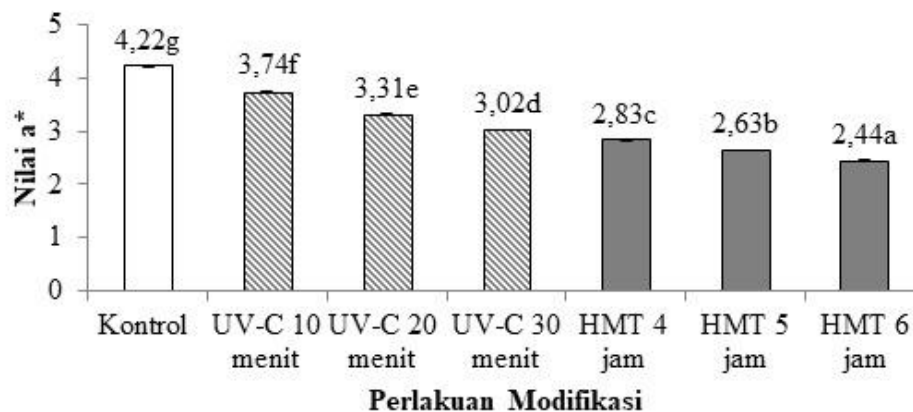
Berdasarkan Gambar 7 nilai L^* tepung suweg kontrol berbeda nyata dengan perlakuan UV-C dan HMT. Nilai L^* tepung suweg perlakuan HMT lebih rendah dibandingkan perlakuan UV-C. Nilai L^* tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT berbeda nyata antar perlakuannya dan cenderung menurun dengan semakin lama waktu modifikasi. Penurunan nilai L^* tepung suweg termodifikasi menunjukkan kecerahan yang semakin menurun karena warna yang dihasilkan cenderung berubah semakin coklat (Gambar 6).



Gambar 6 Warna tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT



Gambar 7 Nilai L* tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova

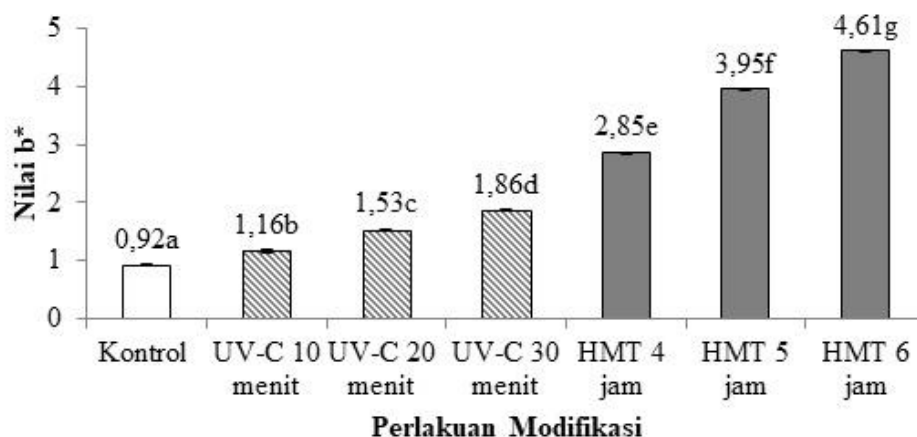


Gambar 8 Nilai a* tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova

Kecenderungan penurunan nilai L* (kecerahan) pada tepung termodifikasi UV-C diduga disebabkan karena terbentuknya radikal bebas yang mengoksidasi komponen dalam tepung seperti fenolik, protein, lemak dari lamanya penyinaran lampu UV-C (Ekafitri *et al.*, 2018). Akibatnya warna yang terbentuk dari modifikasi UV-C cenderung turun dan sedikit berwarna coklat. Sedangkan penurunan nilai L* tepung suweg termodifikasi HMT disebabkan reaksi *Maillard* yang terjadi selama proses modifikasi pada suhu tinggi. Menurut Muhammad *et al.* (2021), terjadinya reaksi *Maillard* melibatkan reaksi antara gugus amino disumbangkan oleh asam amino bebas atau protein, dan gugus karbonil dari senyawa gula

pereduksi seperti glukosa menghasilkan pigmen melanoidin akibat *browning* non enzimatis.

Berdasarkan Gambar 8 nilai a* tepung suweg kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan UV-C dan HMT. Perlakuan UV-C antar sampel menunjukkan berbeda nyata. Begitu pula tepung suweg termodifikasi HMT juga menunjukkan beda nyata setiap perlakuannya. Hal ini menunjukkan adanya perubahan warna kemerahan terhadap modifikasi yang dilakukan (Gambar 6). Nilai a* tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT kisaran 2,44-3,74 dan menunjukkan cenderung turun. Nilai a* tepung suweg termodifikasi dihasilkan tanda positif yang berarti dihasilkan warna merah (Ulyarti dan Fortuna, 2016).



Gambar 9 Nilai b* tepung suweg termodifikasi iradiasi UV-C dan HMT. Data disajikan dengan garis standar deviasi. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan ($P < 0,05$) yang diujikan pada One Way Anova

Berdasarkan Gambar 9 nilai b* tepung suweg kontrol berbeda nyata dengan tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT. Perlakuan UV-C antar sampel menunjukkan berbeda nyata. Begitu pula tepung suweg termodifikasi HMT juga menunjukkan beda nyata antar setiap perlakuannya. Hal ini menunjukkan warna kekuningan mengalami perubahan sebagai akibat adanya proses modifikasi (Gambar 6). Nilai b* tepung suweg termodifikasi UV-C dan HMT cenderung mengalami , meningkatnya warna kromatis kuning disebabkan oleh proses pengeringan akibat adanya reaksi *Maillard* dari beberapa asam amino dan gula pereduksi. Menurut Lorlowhakarn dan Naivikul (2005), terjadinya peningkatan nilai b* pada tepung termodifikasi HMT karena reaksi karamelisasi yang terjadi selama perlakuan hidrotermal, yang menghasilkan gula sederhana dengan memecah molekul pati. Selain itu, menurut Erezka *et al.* (2018), jika fotoreaksi terjadi maka akan menginduksi terjadinya transfer elektron dan juga akan menyebabkan proses oksidasi pada senyawa polimer sehingga menghasilkan produk berwarna kuning. Oleh karena itu, penurunan tingkat kecerahan pada tepung suweg termodifikasi UV-C setiap perlakuan pada hasil penelitian dikarenakan produk mengalami peningkatan nilai kekuningan.

KESIMPULAN

Modifikasi tepung suweg dengan UV-C dan HMT dan variasi lama waktu modifikasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik tepung suweg yang dihasilkan. Modifikasi UV-C dan HMT mampu meningkatkan nilai kelarutan dan

warna kuning (b*), namun menurunkan rendemen, kadar air, kecerahan (L*), dan kemerahan (a*). Modifikasi HMT lebih berpengaruh terhadap karakteristik tepung suweg dibandingkan modifikasi UV-C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami menyampaikan terimakasih kepada LPPM Universitas PGRI Semarang yang memberikan bantuan dalam publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., Henle, T., Schwarzenbolz, U., Doert, T. 2009. Modification and properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex A. Rich.) Harms starch I: Heat moisture treatments and annealing. *Food Hydrocolloids*, 23(7), 1947-1957.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.01.002>
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists* (Maryland (ed.); 18th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Amalia, R., Kumoro, A.C. 2016. Analisis sifat fisikokimia dan uji korelasi regresi antara nilai derajat substitusi dengan swelling power dan solubility pada tepung Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) terasetilasi. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(1), 17–26.
<https://doi.org/10.31942/inteka.v1i1.1640>
- Ariyantoro, A.R., Parnanto, N.H., Kuntatiek, E.D. 2020. Pengaruh variasi suhu pre-gelatinisasi terhadap sifat fisikokimia tepung bengkuang yang dimodifikasi.

- Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1), 12.
<https://doi.org/10.20961/jthp.v13i1.40124>
- Bertolini, A., Mestres, C., Colonna, P. 2000. Rheological properties of acidified and UV-irradiated starches. *Starch/Stärke*, 52(1), 340–344. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000200025>
- Dewi, N.S., Parnanto, N.H.R., Ridwan A, A. 2012. Karakteristik sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dimodifikasi secara asetilasi dengan variasi konsentrasi asam asetat selama perendaman. *Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 104–112.
<https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13014>
- Dwikandana, I.A.S., Damiati, Suriani, N.M. 2018. Studi eksperimen pengolahan tepung umbi suweg. *Bosaparis: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 9(3), 166–177.
<https://doi.org/10.23887/jjpkk.v8i2.16007>
- Ekafitri, R., Pranoto, Y., Hermiani, A., Rahman, T. 2018. Tepung talas Bogor termodifikasi hasil oksidasi menggunakan hidrogen peroksida dengan dan tanpa iradiasi sinar UV. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 12(2), 86–98.
<https://doi.org/10.26578/jrti.v12i2.3804>
- Erezka, V.C., Muflihati, I., Nurlaili, E.P., Ferdiansyah, M.K. 2018. Karakteristik pati ganyong termodifikasi melalui iradiasi UV-C (Ultraviolet C) dan hidrolisis asam laktat. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(2), 140–149.
<https://doi.org/10.25077/jtpa.22.2.139-149.2018>
- Fajri, F., Tamrin, Asyik, D.N. 2016. Pengaruh modifikasi HMT (Heat Moisture Treatment) terhadap sifat fisikokimia dan nilai organoleptik tepung sagu (*Metroxylon sp.*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 1(1), 37–44.
<https://doi.org/10.33772/jstp.v1i1.1037>
- Hasbullah, U.H.A. 2016. Sifat sensoris dan principal component analysis tepung suweg di Karisidenan Surakarta. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(2), 107–111.
<https://doi.org/10.26877/jitek.v2i2/Nov.1201>
- Hasbullah, U.H.A., Nurdyansyah, F., Supriyadi, B., Umiyati, R., Ujianti, R.M.D. 2017. Sifat fisik dan kimia tepung umbi suweg (*Amorphophallus campamulatus* BI) di Jawa Tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(1), 59–65.
<https://doi.org/10.26714/jpg.7.1.2017.59-65>
- Hasbullah, U.H.A., Umiyati, R. 2017a. Evaluasi rendemen selama proses pembuatan tepung suweg. Prosiding seminar nasional hasil penelitian (SNHP)-VII 2017. LPPM Universitas PGRI Semarang. 369–372.
<http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/LPPM2017/LPPM2017/paper/view/1907/1893>
- Hasbullah, U.H.A., Umiyati, R. 2017b. Perbedaan sifat fisik, kimia dan sensoris tepung umbi suweg (*Amorphophallus campamulatus* BI) pada fase dorman dan vegetatif. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 5(2), 70–78.
<https://doi.org/10.18196/pt.2017.066.70-78>
- Hasbullah, U.H.A., Umiyati, R. 2017c. Perbandingan warna tepung suweg fase dorman dan vegetatif secara instrumental dan sensoris. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1(1), 64–69.
<https://doi.org/10.32585/ags.v1i1.40>
- Hidayat, B., Kalsum, N., Surfiana. 2009. Karakterisasi tepung ubi kayu modifikasi yang diproses menggunakan metode prigelatinisasi parsial. *Journal of Industrial Technology and Agricultural Products*, 14(2), 148–159.
<https://doi.org/10.23960/jtthp.v14i2.148%20-%20159>
- Indriani, I.T., Ansarullah, Fardilla, R.F. 2019. Karakteristik tepung suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) termodifikasi heat moisture treatment (HMT) pada produk mie kaya serat. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 4(3), 2272–2284.
<http://ojs.uho.ac.id/index.php/jstp/article/view/7204>
- Khikmah, N., Muflihati, I., Affandi, A.R., Nurdyansyah, F. 2021. Sifat fisik pati ganyong hasil modifikasi cross linking menggunakan natrium asetat. *Jurnal Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1), 35–40.
<https://doi.org/10.14710/metana.v17i1.38851>
- Kholifah, N., Muflihati, I., Nurlaili, E.P. 2018. Modifikasi pati jagung melalui reaksi oksidasi hidrogen peroksida (H₂O₂) dan

- sinar Ultraviolet-C (UV-C). *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 8(2), 91–104. <https://doi.org/10.26714/jpg.8.2.2018.91-104>
- Kusumawati, D.D., Amanto, B.S., Muhammad, D.R.A. 2012. Pengaruh perlakuan pendahuluan dan suhu pengeringan terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 1(1), 41–48. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4184>
- Lorlowhakarn, K., Naivikul, O. 2006. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 40(1), 135–143. <https://www.researchgate.net/publication/268402734>
- Mbougueng, P., Tenin, D., Scher, J., Tchiegang, C. 2008. Physicochemical and functional properties of some cultivars of irish potato and cassava starch. In *Journal of Food Technology* (Vol. 6, Issue 3, pp. 139–146). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1208>
- Muflihati, I., Affandi, A.R., Ferdiansyah, M.K., Erezka, V.C., Pramitasari, W., Sofa, A.D. 2018. Sifat Fisikokimia dan sensoris roti hasil substitusi pati ganyong yang dimodifikasi melalui irradiasi sinar UV-C. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 4(1), 11–15. <https://doi.org/10.26877/jitek.v4i1.2390>
- Muhammad, S., Syah, I.T., Xyzquolyna, D. 2021. Increasing flour whiteness index on *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson flour production by sodium metabisulfite. *Anjoro: International Journal of Agriculture and Business*, 2(1), 9–18. <https://doi.org/10.31605/anjoro.v2i1.929>
- Nurdyansyah, F., Hasbullah, U.H.A., Supriyadi, B., Umiyati, R., Ujianti, R.M.D. 2016. Karakter warna tepung umbi suweg (*Amorphophallus Campamulatus* BI) di Jawa Tengah. Prosiding seminar nasional hasil penelitian 2016. LPPM Universitas PGRI Semarang. 18-24. <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/lppm2016/lppm2016/paper/viewFile/1209/1208>
- Pangastuti, H.A., Affandi, D.R., Ishartani, D. 2013. Karakterisasi sifat fisik dan kimia tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dengan beberapa perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1), 20–29. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4204>
- Pangesti, Y.D., Parnanto, N.H.R., Ridwan, A. 2014. Kajian sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dimodifikasi secara heat moisture treatment (HMT) dengan variasi suhu. *Jurnal Teknosains*, 1(1), 41–48. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4664>
- Prameswari, R.L., Muflihati, I., Hasbullah, U.H.A., Nurdyansyah, F. 2020. Karakteristik mi kering tersubstitusi tepung kimpul yang dimodifikasi secara fisik. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(1), 83–95. <https://doi.org/10.33005/jtp.v14i1.2185>
- Santosa, H., Handayani, N.A., Bastian, H. A., Kusuma, I. M. 2015. Modifikasi tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L. Poir*) dengan metode heat moisture treatment (HMT) sebagai bahan baku pembuatan mi instan. *METANA*, 11(1), 37–46. <https://doi.org/10.14710/metana.v11i01.12580>
- Santosa, H., Handayani, N.A., Fauzi, A. D., Trisanto, A. 2018. Pembuatan beras analog berbahan dasar tepung sukun termodifikasi heat moisture treatment. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 3(1), 37–45. <https://doi.org/10.31942/inteka.v3i1.2124>
- Spiraliga, R.R., Darmanto, Y.S., Amalia, U. 2017. Karakteristik nasi analog tepung mocaf dengan penambahan tepung rumput laut gracilaria verrucosa dan tiga jenis kolagen tulang ikan. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/20223/19076>
- Susilawati, Syam, H., Fadilah, R. 2018. Pengaruh modifikasi tepung jagung prigelatinisasi terhadap kualitas cookies. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(1), 27–48. <https://doi.org/10.26858/jptp.v4i0.6911>
- Syah, I.T., Anto, Hasbullah, U.H.A. 2020. Characterization of *Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson modified fermented flour by three different starters. *Current Nutrition and Food Science*, 16(4), 514-522.

- <https://doi.org/10.2174/1573401316666200120125006>
- Syamsir, E., Honestin, T. 2009. Physico-chemical characteristics of sukeh variety sweet potatoes (*Ipomea batatas*) flours made with various methods. *Teknologi Dan Industri Pangan*, 20(2), 1–10. <http://seafast.ipb.ac.id/category/journal-seminar-artikel>
- Tejasari. 2007. Nilai gizi dan karakteristik fisik serta fisikokimia pati umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus*). *Jurnal Agroteknologi*, 1(2), 181–192. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/21474>
- Tilahun, S., Seo, M.H., Hwang, I.G., Kim, S.H., Choi, H.R., Jeong, C.S. 2018. Prediction of lycopene and β -carotene in tomatoes by portable chroma-meter and VIS/NIR spectra. *Postharvest biology and technology*, 136, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.10.007>
- Ulyarti, Fortuna, D. 2016. Aplikasi metode simple digital imaging untuk memprediksi pembentukan warna tepung hasil pengolahan umbi uwi ungu (*Dioscorea alata*). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 18(1), 1–8. <http://online-journal.unja.ac.id/index.php/sains/article/view/2872>
- Waisnawi, P.A.G., Yusasrini, N.L.A., Ina, P.T. 2019. Pengaruh perbandingan tepung suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dan tepung kacang hijau (*Vigna radiate*) terhadap karakteristik cookies. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(1), 48–56. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i01.p06>
- Yam, K.L., Papadakis, S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 137–142. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00195-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00195-X)
- Yuzammi, Handayani, T. 2019. Analysis of nutrient and anti-nutrient compositions of “suweg” (*Amorphophallus paeoniifolius*) cultivated in Java. *Journal of Plant Conservation and Botanic Gardens*, 1(1), 76–83. <https://publikasikr.lipi.go.id/index.php/satrep/article/view/220>
- Zavareze, E.R., Dias, A.R.G. 2011. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: a review. *Carbohydrate Polymers*, 83(2), 317–328. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.08.064>