



PENGARUH PERENDAMAN NATRIUM METABISULFIT SEBAGAI ANTI-BROWNING AGENT TERHADAP KARAKTERISTIK TEPUNG JEWAWUT (*FOXTAIL MILLET*)

[*The Effect of Soaking Sodium Metabisulfite as Anti-Browning Agent on the Characteristics of Foxtail Flour (Foxtail millet)*]

Syahmidarni Al Islamiyah^{1*}, Andi Marlisa Bossa Samang¹

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene

*Email: syahmi1801@gmail.com (Telp: +6285242600102)

Diterima tanggal 17 Oktober 2023

Disetujui tanggal 26 Oktober 2023

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effect of soaking sodium metabisulfite on the chemical characteristics of foxtail flour (water, ash, pH). The research design used was a Completely Randomized Factorial Design (CRFD) with two factors, namely faktor A was concentration of sodium metabisulfite consisting three levels (1,5%, 2%, 2,5%), faktor B was the longer of soaking consisting three levels (30, 45, 60 minute). From the two factors, nine treatments were obtained, and each treatment was repeated three times. Data were statistically analyzed using analysis of variance and then continued with Duncan's New Multiple Range Test at 5% level. Results of the research showed that the concentration of sodium metabisulfite, the longer of soaking, and the interaction of the two factors (concentration and longer of soaking) significantly affected the water content, ash content, lightness value, but doesn't have a significant effect on the pH value, redness value, yellowness value, texture, and flavour of the foxtail flour produced. Increased concentration and longer of soaking of the sodium metabisulfite tend to increase the water content, ash content, pH (close to pH = 7), lightness value, the degree of whiteness, and a preference for colour organoleptic of foxtail flour.

Keywords: *characteristics.millet flour, sodium metabisulfite, anti-browning agent,*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik kimia tepung jewawut (kadar air, kadar abu, pH). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RACL) dengan dua faktorial yaitu faktor A adalah konsentrasi natrium metabisulfit terdiri dari tiga taraf (1,5%, 2%, 2,5%), dan faktor B yaitu lama perendaman terdiri tiga taraf (30,45, 60 menit). Data penelitian dianalisis menggunakan metode analisis variansi (ANOVA) dan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman, dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, tingkat kecerahan dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, tekstur dan aroma. Peningkatan konsentrasi dan lama perendaman natrium metabisulfit cenderung meningkatkan kadar air, kadar abu, pH (mendekati pH=7), tingkat kecerahan, derajat putih, dan tingkat kesukaan terhadap organoleptik warna tepung jewawut.

Kata kunci: *karakteristik.tepung jewawut, natrium metabisulfit, anti-browning agent,*

PENDAHULUAN

Volume impor gandum Indonesia menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2021 mencapai 11,17 ton dan terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan kebutuhan masyarakat terhadap tepung sangat



tinggi. Kondisi ini mendorong berbagai upaya dalam rangka pemenuhan kebutuhan tepung, salah satunya dengan menghadirkan bahan baku alternatif pembuatan tepung dari sereal dan umbi-umbian. Jewawut merupakan salah satu pangan kelompok biji-bijian (sereal) yang memiliki potensi untuk bahan pangan (Amandou *et.al.*, 2014). Jewawut dikonsumsi oleh masyarakat lokal di Indonesia, terutama di Indonesia Timur. Masyarakat lokal di Sumba, Lombok, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, mengolahnya menjadi bubur dan kue lainnya. Di Pusat Penelitian Biologi LIPI, tepung jewawut diolah menjadi berbagai jenis kue basah maupun kering (Juhaeti *et.al.*, 2019). Pemanfaatan jewawut untuk berbagai jenis makanan diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu.

Menurut Upadhyaya *et.al.* (2011) jewawut memiliki kandungan gizi lima kali lebih baik dari beras dan gandum, lemak lebih tinggi dari sereal lainnya (Maryanto, 2013), protein gluten sama seperti pada gandum (Dhivya *et.al.*, 2015), tinggi serat seperti selulosa, hemiselulosa, glikoprotein, dan ester-ester fenolik (Legowo dan Dwiloka, 2015). Kelebihan produk olahan tepung adalah mudah dan praktis untuk diaplikasikan serta dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Kekurangannya adalah bahan pangan yang tinggi karbohidrat seperti sereal ini saat diproses menjadi tepung akan muncul cokelat yang disebut dengan reaksi *browning* (Arif *et.al.*, 2018). Pencokelatan pada tepung terjadi pada saat proses penghancuran dan pengeringan berlangsung. Pencokelatan ini disebut dengan pencokelatan non enzimatis yaitu pencokelatan yang terjadi akibat proses pengolahan yang menyebabkan protein bereaksi dengan komponen-komponen karbohidrat terutama derivasi gula (Suryani *et.al.*, 2016).

Perubahan warna tepung merupakan masalah karena akan mengurangi visual, menghilangkan rasa dan hilangnya nutrisi (Winarno, 2004). Oleh karena itu, upaya untuk mengatasi pencokelatan tersebut adalah dengan perendaman *anti-browning agent*. Tujuan perendaman adalah untuk melunakkan biji sehingga diperoleh tepung dengan tekstur halus, mengurangi kerugian akibat oksidasi bahan olah (Haros *et.al.*, 2003). Selain itu, akan memperpanjang masa simpan dengan menurunkan kadar air (Anggriawan, 2010), dan mempengaruhi sifat fisikokimia tepung (Ayu dan Yuwono, 2014). Penambahan *anti-browning agent* bertujuan untuk menghambat pencokelatan selama proses pengolahan jewawut menjadi tepung. Salah satu senyawa yang berfungsi sebagai *anti-browning agent* adalah sulfit seperti natrium metabisulfit. Natrium metabisulfit merupakan inhibitor kuat yang mampu mencegah pencokelatan enzimatis dan non-enzimatis (Tan *et.al.*, 2015). Natrium metabisulfit mampu mencegah proses pencokelatan non-enzimatis karena bisulfit akan bereaksi dengan aldehid sehingga aldehid tidak memiliki kesempatan untuk bereaksi dengan asam amino (Kumalaningsih *et.al.*, 2004).

Pengaruh perendaman terhadap tepung jewawut sudah diteliti sebelumnya oleh Ningrum dan Aqil (2017). Hasil penelitian ini menyatakan bahwa perendaman (menggunakan air) mempengaruhi kualitas tepung jewawut baik kimia, fisik, dan organoleptik dibandingkan tanpa perendaman, hanya saja warna tepung



jewawut yang dihasilkan berwarna coklat hingga coklat muda. Perendaman dengan *anti-browning agent* pada pengolahan tepung telah diteliti sebelumnya oleh (Agelia dan Hasan, 2018; Fitri *et.al.*, 2022) yang membuktikan bahwa penggunaan anti browning agent jenis natrium metabisulfit pada pengolahan tepung dapat mencegah reaksi browning dan meningkatkan kualitas tepung. Selain itu, berdasarkan penelitian oleh (Fidyasari *et.al.*, 2022) bahwa natrium metabisulfit berpengaruh nyata terhadap perubahan sifat dan karakteristik fisikokimia tepung. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perendaman dengan natrium metabisulfit pada tepung jewawut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman natrium metabisulfit (konsentrasi dan lama perendaman) terhadap karakteristik kimia tepung jewawut.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan tepung jewawut adalah biji jewawut. Bahan penunjang Natrium metabisulfit (teknis).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Jewawut (Ningrum dan Aqil, 2017) yang dimodifikasi

Pembuatan tepung jewawut menggunakan metode basah, yaitu biji jewawut (*Foxtail millet*) soso ditimbang sebanyak 100 gram, direndam dengan lama perendaman 30 menit, 45 menit, dan 60 menit (sesuai perlakuan) dalam 500 ml aquadest yang telah ditambahkan dengan natrium metabisulfit konsentrasi sesuai perlakuan (1,5%; 2%; 2,5%). Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 6 jam. Biji jewawut yang sudah kering kemudian digiling dengan grinder dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan ukuran tepung yang seragam.

Analisis Kimia, Fisik, dan Organoleptik

Penelitian terhadap pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap tepung jewawut melalui pengukuran dan pengamatan terhadap parameter kimia yaitu kadar air menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005), kadar abu menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005), dan potential hydrogen (pH), parameter fisik terdiri dari warna (*Lightness, redness, yellowness*) dengan menggunakan metode colorimetri dan derajat putih dimana pengukurannya menggunakan L*, a*, dan b*, sedangkan parameter organoleptik terdiri dari warna, tekstur, dan aroma dengan menggunakan metode hedonik terhadap 25 panelis tidak terlatih dengan metode skoring. Skala kesukaan 1-5 (1= tidak suka; 2 = kurang suka; 3 = biasa; 4 = agak suka; 5 = suka).



Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu faktor A adalah konsentrasi natrium metabisulfit terdiri dari 3 taraf (A1=1,5%; A2=2%; A3= 2,5%) dan faktor B adalah lama perendaman terdiri dari 3 taraf (B1=30 menit; B2=45 menit; B3=60 menit). Dari kedua faktor diperoleh 9 perlakuan, dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil uji kimia tepung jiwawut. Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (*Analysis of Varian*), hasil uji yang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kimia, Fisik, dan Organoleptik

Hasil rekapitulasi analisis ragam pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik tepung jiwawut yang meliputi kadar air, kadar abu, warna (*lightness*, *yellowness*, *redness*), derajat putih, warna, tekstur, dan aroma disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik tepung jiwawut (*Foxtail millet*)

| No. | Variabel Pengamatan | Analisis Sidik Ragam | | |
|-----|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Konsentrasi | Lama perendaman | Konsentrasi*lama perendaman |
| 1. | Kadar air | ** | ** | ** |
| 2. | Kadar abu | ** | ** | ** |
| 3. | pH | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |
| 4. | Warna: | | | |
| | <i>Lightness</i> (L*) | ** | ** | ** |
| | <i>Redness</i> (a*) | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |
| | <i>Yellowness</i> (b*) | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |
| 5. | Derajat putih | Tidak berpengaruh nyata | ** | Tidak berpengaruh nyata |
| 6. | Warna | ** | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |
| 7. | Tekstur | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |
| 8. | Aroma | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata | Tidak berpengaruh nyata |

Keterangan: **= berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa konsentrasi natrium metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, *lightness*, organoleptik warna pada tepung jiwawut dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, nilai derajat putih, tekstur, dan aroma tepung jiwawut. Perlakuan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, nilai



lightness, nilai derajat putih dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, organoleptik warna, tekstur, dan aroma tepung jowawut. Sedangkan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, dan nilai *lightness* tepung jowawut, dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, nilai derajat putih, warna, tekstur, dan aroma.

Analisis Kimia

Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik kimia (kadar air, abu dan nilai pH) tepung jowawut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik kimia tepung jowawut berbagai perlakuan

| Perlakuan | Kadar air (%) | Kadar abu (%) | pH |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| A1B1 | 5,81 ^a ±0,03 | 0,97 ^b ±0,01 | 6,1±0,00 |
| A2B1 | 5,92 ^b ±0,01 | 0,98 ^b ±0,01 | 6,27±0,15 |
| A3B1 | 6,33 ^d ±0,12 | 1,04 ^d ±0,01 | 6,20±0,10 |
| A1B2 | 6,20 ^c ±0,05 | 0,93 ^a ±0,01 | 6,23±0,06 |
| A2B2 | 5,89 ^b ±0,02 | 0,99 ^{bc} ±0,02 | 6,33±0,12 |
| A3B2 | 6,74 ^e ±0,04 | 0,91 ^a ±0,04 | 6,30±0,10 |
| A1B3 | 8,46 ^g ±0,01 | 0,92 ^a ±0,02 | 6,23±0,06 |
| A2B3 | 8,36 ^f ±0,02 | 1,02 ^{cd} ±0,03 | 6,23±0,06 |
| A3B3 | 8,42 ^{fg} ±0,01 | 1,09 ^e ±0,03 | 6,20±0,10 |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%. Konsentrasi natrium metabisulfit (A1=1,5%; A2= 2%; A3= 2,5%). Lama Perendaman (B1= 30 menit, B2= 45 menit, dan B3= 60 menit).

Kadar Air

Kandungan air mempengaruhi umur simpan suatu bahan (Putri Y, 2009). Semakin rendah kadar air maka umur simpan bahan semakin lama (Kusnandar, 2010), karena mikroba semakin terhambat dengan semakin rendahnya kadar air (Sukardi *et.al.*, 2007; Naufalin *et.al.*, 2013). Semakin tinggi kadar air bahan pangan, maka kerusakan oleh aktivitas mikroba semakin cepat, hal ini dikarenakan mikroba membutuhkan air bebas untuk pertumbuhannya (Pangesti *et.al.*, 2014).

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan kadar air tepung jowawut berkisar 5,81-8,46. Hasil uji lanjut Duncan's taraf 5% menunjukkan kadar air tepung jowawut perlakuan A1B1 (konsentrasi 1,5%; perendaman 30 menit) berbeda sangat nyata daripada kadar air tepung jowawut dengan perlakuan lainnya. Kadar air cenderung meningkat seiring dengan semakin bertambahnya konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Purwanto *et.al.*, (2013) yang menyatakan bahwa perendaman natrium metabisulfit berpengaruh terhadap peningkatan kadar air tepung labu kuning, dan hasil



penelitian Rizal *et.al.*, (2013) bahwa semakin tinggi konsentrasi natrium metabisulfit semakin meningkatkan kadar air tepung biji angka. Selain itu, peningkatan kadar air tepung juga disebabkan karena reaksi antara natrium metabisulfit dan asam fenolik (tanin) pada biji jiwawut yang menghasilkan air dan garam. Menurut Rangkuti (2023), reaksi antara senyawa asam dan basa akan menghasilkan air dan garam sebagai hasil reaksinya. Meskipun demikian, menurut standar SNI kadar air tepung jiwawut ini memenuhi standar yaitu tepung terigu maksimal 14,5% (b/b), tepung singkong maksimal 12% (b/b), tepung beras 13% (b/b) dan tepung jagung 10% (b/b).

Kadar abu

Kadar abu merepresentasikan kandungan mineral pada suatu produk. Semakin tinggi kandungan mineralnya maka semakin tinggi pula kadar abunya (Kusnandar, 2010). Kandungan mineral dapat berkurang selama proses pengolahan seperti pengupasan, penggilingan dan pemotongan (Failisinur *et.al.*, 2015).

Berdasarkan Tabel 2, kadar abu tepung jiwawut berkisar 0,91-1,09. Hasil uji lanjut Duncan taraf 5% menunjukkan kadar abu tepung jiwawut yang paling berbeda nyata adalah perlakuan A3B2 (konsentrasi 2,5%;perendaman 45 menit), A1B3 (konsentrasi 1,5%;perendaman 60 menit), A1B2 (konsentrasi 1,5%;perendaman 45 menit) dan dengan kadar abu berturut turut 0,91%, 0,92%, dan 0,93%. Kadar abu tepung jiwawut pada perlakuan tersebut memenuhi standar yang ditetapkan oleh Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (2017) yaitu tidak lebih dari 1,0%. Natrium metabisulfit cenderung meningkatkan kadar abu pada tepung jiwawut seiring dengan meningkatnya konsentrasi dan lama perendaman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rizal *et.al.*, (2013) yaitu kadar abu tepung biji angka cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi natrium metabisulfit. Menurut Rahman (2007) dan Kusumawati *et.al.*, (2012), peningkatan ini disebabkan karena selama proses perendaman, kandungan mineral Na dan S pada natrium metabisulfit masuk ke dalam bahan sehingga mempengaruhi kadar abu tepung jiwawut. Selain itu, peningkatan kadar abu juga diakibatkan terbentuknya komponen garam hasil reaksi asam-basa (reaksi netralisasi) antara senyawa fenolik (tanin) yang bersifat asam pada biji jiwawut dengan natrium metabisulfit. Hal ini sesuai dengan pendapat Rangkuti (2023), bahwa reaksi asam-basa (reaksi netralisasi) menghasilkan air dan garam.

pH

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pH tepung jiwawut yang dihasilkan berkisar antara 6,1-6,33 dimana pH ini mendekati pH netral (pH=7). Menurut SNI 01-3751-1995 memenuhi pH standar tepung terigu yaitu maksimal 4. Hasil uji sidik ragam ANOVA menunjukkan konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) tidak berpengaruh nyata terhadap pH tepung jiwawut. pH tertinggi diperoleh pada tepung jiwawut dengan perendaman natrium



metabisulfit konsentrasi 2% dan lama perendaman 45 menit sebesar 6,1, sedangkan pH terendah terdapat pada tepung jewawut dengan perlakuan 1,5% natrium metabisulfit dengan lama perendaman 30 menit sebesar 6,33. pH tepung jewawut cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi dan lama perendaman. Peningkatan pH ini menurut Rani (2012) dan Ningrum dan Aqil (2017), disebabkan karena terjadinya peluruhan senyawa fenolik (tanin) yang banyak terdapat di lapisan terluar biji jewawut yang memiliki gugus hidroksil (bersifat asam). Hal ini sesuai pendapat Rangkuti (2023), bahwa asam dan basa bereaksi maka akan terjadi reaksi asam-basa (reaksi netralisasi; pH=7) membentuk air dan garam.

Analisis Fisik

Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap warna (*lightness*, *yellowness*, *redness*), dan derajat putih tepung jewawut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap karakteristik fisik tepung jewawut berbagai perlakuan

| Perlakuan | Warna | | | Derajat putih |
|-----------|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| | <i>Lightness (L*)</i> | <i>Redness (a*)</i> | <i>Yellowness (b*)</i> | |
| A1B1 | 80,02 ^b ±0,04 | 3,35±0,05 | 20,14±0,09 | 78,07 ^a ±0,23 |
| A2B1 | 81,49 ^a ±0,30 | 3,76±0,08 | 18,06±0,32 | 78,00 ^a ±1,70 |
| A3B1 | 78,85 ^d ±0,07 | 3,72±0,02 | 19,40±0,04 | 79,17 ^a ±0,35 |
| A1B2 | 77,59 ^e ±0,28 | 5,66±0,04 | 19,81±0,04 | 78,96 ^a ±0,06 |
| A2B2 | 78,72 ^d ±0,16 | 5,27±0,02 | 19,77±0,14 | 79,20 ^a ±1,39 |
| A3B2 | 79,50 ^c ±0,21 | 5,19±0,02 | 20,17±0,07 | 77,31 ^a ±0,49 |
| A1B3 | 77,76 ^e ±0,37 | 5,77±0,04 | 21,53±0,19 | 76,18 ^b ±1,09 |
| A2B3 | 77,19 ^f ±0,05 | 5,66±0,01 | 21,04±0,13 | 77,75 ^b ±0,60 |
| A3B3 | 77,80 ^e ±0,09 | 5,60±0,06 | 21,00±0,16 | 75,39 ^b ±2,45 |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%. Konsentrasi natrium metabisulfit (A1=1,5%; A2= 2%; A3= 2,5%). Lama Perendaman (B1= 30 menit, B2= 45 menit, dan B3= 60 menit).

Warna (*Lightness*, *redness*, dan *yellowness*)

Warna dari produk pangan berasal dari pigmen yang secara alami terdapat pada produk pangan tersebut atau perubahan akibat proses pengolahan. Warna dapat diketahui jika ada sumber cahaya yang mengenainya, sehingga sifat absorpsi, transmisi, dan refleksi cahaya oleh benda serta kondisi lingkungan akan mempengaruhi penilaian terhadap warna.

Tabel 3 menunjukkan nilai *L** tepung jewawut berkisar antara 77,19 - 81,49. *Lightness* menunjukkan kenampakan gelap (hitam) atau cerah (putih). Hasil pembacaan berupa interval angka 0 - 100. Semakin kecil angka yang dihasilkan dari pembacaan, semakin gelap atau hitam kenampakan tepung. Berdasarkan hasil uji



lanjut Duncan's taraf 5% menunjukkan nilai L^* yang paling berbeda nyata adalah tepung jewawut perlakuan A2B1 (konsentrasi 2%; perendaman 30 menit) yaitu sebesar 81,49 (cerah). Nilai kecerahan tepung jewawut meningkat seiring semakin bertambahnya konsentrasi natrium metabisulfit. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Angelia dan Hasan, 2018), bahwa penambahan konsentrasi natrium metabisulfit dapat meningkatkan kecerahan tepung jagung dan Samosir *et al.*, (2022), bahwa perendaman natrium metabisulfit pada tepung talas beneng menghasilkan tepung yang lebih cerah. Selain konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman juga berpengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan tepung jewawut. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ayu dan Yuwono (2014) yaitu lama perendaman berpengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan tepung kimpul. Peningkatan nilai kecerahan menunjukkan bahwa pengaruh natrium metabisulfit dalam menghambat reaksi pencokelatan bekerja secara signifikan, karena nilai L^* yang semakin menurun menandakan reaksi pencokelatan yang lebih intensif. Hal ini sesuai dengan pendapat (Severeni *et al.*, 2005) menurunnya nilai L^* dan b^* serta meningkatnya nilai a^* menandakan reaksi pencokelatan berjalan lebih intensif. Menurut (Nastiti *et al.*, 2014) senyawa bisulfit berinteraksi dengan gugus karbonil dan mengikat meloida penyebab pencokelatan sehingga akibatnya tepung menjadi lebih cerah. Penghambatan pencokelatan oleh senyawa bisulfit dilakukan dengan menghambat aldehid sehingga aldehid tidak memiliki kesempatan untuk bereaksi dengan asam amino yang menyebabkan reaksi pencokelatan (Kumalaningsih *et al.*, 2004). Selain itu, perendaman dapat menghilangkan komponen pembentuk warna coklat seperti kadar protein yang menyebabkan reaksi pencokelatan non enzimatis (reaksi *maillard*) selama proses pengeringan atau pemanasan (Agustawa, 2012).

Tabel 3 menunjukkan nilai a^* tepung jewawut berkisar 3,35 - 5,77. Hasil uji sidik ragam ANOVA menunjukkan konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai a^* tepung jewawut yang dihasilkan. Nilai a^* terendah terdapat pada tepung jewawut perlakuan A1B1 (konsentrasi 1,5%; perendaman 30 menit) sebesar 3,35. Hal menunjukkan bahwa pada perlakuan ini natrium metabisulfit bekerja secara signifikan dalam menghambat reaksi pencokelatan selama pengolahan tepung jewawut yang ditunjukkan dengan nilai a^* yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Samosir *et al.*, (2022), bahwa perendaman natrium metabisulfit pada tepung talas beneng menghasilkan nilai a^* yang lebih rendah. Terhambatnya pencokelatan terjadi karena menurut Nastiti *et al.*, (2014), natrium metabisulfit bekerja sebagai anti-browning agent berinteraksi dengan gugus karbonil dan mengikat melanoida sehingga mencegah timbulnya warna coklat, akibatnya tepung menjadi lebih cerah. Peningkatan nilai a^* menandakan reaksi pencokelatan semakin cepat, sebagaimana pendapat Severini *et al.*, (2005) bahwa menurunnya nilai L^* dan b^* serta meningkatnya nilai a^* menandakan reaksi pencokelatan berjalan lebih intensif.



Berdasarkan Tabel 3 nilai b^* tepung jewawut berkisar 18,06 - 21,53. Hasil uji sidik ragam ANOVA menunjukkan konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai b^* tepung jewawut yang dihasilkan. Nilai b^* tertinggi terdapat pada tepung jewawut perlakuan A1B3 (konsentrasi 1,5%; perendaman 60 menit) sebesar 21,53. Hal menunjukkan bahwa pada perlakuan ini natrium metabisulfit bekerja secara signifikan dalam menghambat reaksi pencokelatan selama pengolahan tepung jewawut yang ditunjukkan dengan nilai b^* yang tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Samosir *et.al.*, (2022), bahwa perendaman natrium metabisulfit pada tepung talas beneng menghasilkan nilai b^* yang lebih tinggi. Karena nilai b^* yang rendah menandakan reaksi pencokelatan yang lebih intensif. Hal ini sesuai dengan pendapat (Severeni *et.al.*, 2005) menurunnya nilai L^* dan b^* serta meningkatnya nilai a^* menandakan reaksi pencokelatan berjalan lebih intensif. Terhambatnya pencokelatan terjadi karena natrium metabisulfit bekerja sebagai anti-browning agent. Hal ini sesuai dengan pendapat Kumalaningsih *et.al.*, (2004) bahwa penghambatan pencokelatan oleh senyawa bisulfit dilakukan dengan menghambat aldehid sehingga aldehid tidak memiliki kesempatan untuk bereaksi dengan asam amino yang menyebabkan reaksi pencokelatan, dan menurut Nastiti *et.al.*, (2014) bahwa sulfit berinteraksi dengan gugus karbonil dan mengikat melanoida sehingga mencegah timbulnya warna cokelat, akibatnya tepung menjadi lebih cerah.

Derajat putih

Derajat putih menunjukkan kemampuan bahan untuk memantulkan cahaya yang mengenai bahan tersebut. Tabel 3 menunjukkan nilai derajat putih pada tepung jewawut berkisar antara 75,39 - 79,20. Perbedaan nilai derajat putih menurut Darmawan *et.al.*, (2013) dipengaruhi oleh reaksi pencokelatan selama pengeringan, warna asal, lama proses pengeringan, suhu pemanasan dan proses fermentasi (Ayetigbo *et.al.* (2018). Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh nyata terhadap derajat putih tepung jewawut. Semakin lama perendaman semakin meningkat derajat putih tepung jewawut yang dihasilkan. Meningkatnya derajat putih berarti tepung semakin terlihat putih. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmawati *et.al.*, (2020), bahwa semakin tinggi nilai derajat putih maka semakin putih warna tepung yang dihasilkan. Hasil uji lanjut Duncan's menunjukkan bahwa lama perendaman yang paling berpengaruh nyata dalam meningkatkan derajat putih tepung jewawut adalah perendaman 30 menit dan 45 menit. Hal ini menunjukkan bahwa proses penghambatan reaksi pencokelatan terjadi signifikan pada perendaman natrium metabisulfit pada perendaman 30 menit dan 45 menit yang ditunjukkan dengan meningkatnya derajat putih tepung jewawut. Menurut Nastiti *et al.*, (2014) bahwa natrium metabisulfit bekerja sebagai anti-browning agent mencegah pencokelatan melalui sulfit berinteraksi dengan gugus karbonil dan mengikat melanoida sehingga mencegah timbulnya warna cokelat, akibatnya tepung menjadi lebih cerah. Selain itu, perendaman dapat



menghilangkan komponen pembentuk warna coklat seperti kadar protein yang menyebabkan reaksi pencokelatan non enzimatis (reaksi *maillard*) selama proses pengeringan atau pemanasan (Agustawa, 2012).

Pengujian Organoleptik

Pengujian organoleptik terhadap tepung jewawut dilakukan dengan menggunakan metode hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis dengan skala kesukaan 1-5. Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap organoleptik tepung jewawut berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna, tekstur, dan aroma disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh perendaman natrium metabisulfit terhadap organoleptik tepung jewawut berbagai perlakuan

| Perlakuan | Warna | Tekstur | Aroma |
|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| A1B1 | 3,84 ^b ±1,14 | 4,28±0,95 | 3,68±0,89 |
| A2B1 | 3,56 ^a ±0,80 | 4,44±1,12 | 3,56±0,82 |
| A3B1 | 3,56 ^b ±1,04 | 4,00±1,16 | 3,56±0,91 |
| A1B2 | 4,16 ^b ±1,29 | 4,56±1,08 | 3,52±0,92 |
| A2B2 | 4,00 ^a ±0,87 | 4,24±1,08 | 3,52±0,78 |
| A3B2 | 4,08 ^b ±0,95 | 4,24±0,95 | 3,76±1,06 |
| A1B3 | 3,80 ^b ±1,19 | 4,20±1,04 | 3,56±1,04 |
| A2B3 | 3,92 ^a ±0,86 | 3,96±1,01 | 3,64±0,88 |
| A3B3 | 3,48 ^b ±1,12 | 4,36±0,98 | 3,96±0,95 |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%. Konsentrasi natrium metabisulfit (A1=1,5%; A2= 2%; A3= 2,5%). Lama Perendaman (B1= 30 menit, B2= 45 menit, dan B3= 60 menit).

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung jewawut yang dihasilkan berkisar antara 3,48 (biasa) - 4,16 (agak suka). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa yang konsentrasi natrium metabisulfit berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung jewawut yang dihasilkan. Hasil uji lanjut Duncan's menunjukkan bahwa konsentrasi natrium metabisulfit yang paling berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung jewawut adalah konsentrasi 2%, sedangkan konsentrasi 1,5% dan 2,5% tidak berpengaruh nyata (tidak berbeda nyata). Tingkat kesukaan panelis pada konsentrasi 2% berkisar antara 3,56 – 4,00 (agak suka). Hal ini sejalan dengan hasil analisis tingkat kecerahan (Tabel 1 dan Tabel 3), dimana tingkat kecerahan tertinggi adalah A2B1 (konsentrasi 2%; perendaman 30 menit) sebesar 81,49 dan hasil analisis derajat putih (Tabel 3), dimana nilai derajat putih tertinggi adalah A2B2 (konsentrasi 2%; perendaman 45 menit) sebesar 79,20.

Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur tepung jewawut berkisar antara 3,96 (agak suka) – 4,56 (suka). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman, dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan



panelis terhadap tekstur tepung jowar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Syarifuddin (2016), bahwa perendaman natrium metabisulfit tidak berpengaruh terhadap tekstur tepung biji nangka. Tekstur tepung jowar semua perlakuan memiliki tingkat kehalusan yang seragam yaitu 60 mesh. Nilai tekstur tertinggi yaitu pada tepung jowar yang diperoleh dari perlakuan A1B2 (konsentrasi 1%; perendaman 45 menit) dengan skala 4,56 (suka).

Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung jowar berkisar antara 3,52 – 3,96, dimana nilai ini berada di skala agak suka. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi natrium metabisulfit, lama perendaman, dan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung jowar. Nilai aroma tertinggi yaitu tepung jowar perlakuan A3B3 (konsentrasi 2,5%; perendaman 60 menit) dengan skala 3,96 (agak suka). Hasil penelitian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Syarifuddin (2016), bahwa perlakuan natrium metabisulfit tidak berpengaruh terhadap aroma tepung biji nangka yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi natrium metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, *lightness*, organoleptik warna pada tepung jowar dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, nilai derajat putih, tekstur, dan aroma tepung jowar. Perlakuan lama perendaman natrium metabisulfit berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, nilai *lightness*, nilai derajat putih dan tidak berpengaruh nyata terhadap pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, organoleptik warna, tekstur, dan aroma tepung jowar. Sedangkan interaksi kedua faktor (konsentrasi dan lama perendaman) berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, dan nilai *lightness* tepung jowar, dan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, nilai *redness*, nilai *yellowness*, nilai derajat putih, warna, tekstur, dan aroma. Peningkatan konsentrasi dan lama perendaman natrium metabisulfit cenderung meningkatkan kadar air, kadar abu, pH (mendekati pH=7), tingkat kecerahan, derajat putih, dan tingkat kesukaan terhadap organoleptik warna tepung jowar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustawa, R. 2012. Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L) Varietas Sukeh dengan Proses Fermentasi dan Metode Heat Moisture Treatment (HMT) Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Pati Skripsi. Jurusan teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Amadou, I, ME. Gounga, Yong-Hui Shi, Guo -Wei Le. 2014. Fermentation and heat moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet (*Setaria italica*) flour. Journal Food



- and Bioproducts Processing 92(1):38– 45. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.07.009>
- Angelia, I. O., Hasan, A. A. 2018. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Natrium Metabisulfit terhadap Kandungan Vitamin C dan Tingkat Kecerahan dalam Pembuatan Tepung Ubi Jalar, Tepung Jagung dan Tepung Singkong. *Jtech* 6(2):67-71. <https://doi.org/10.30869/jtech.v6i2.200>.
- Anggriawan, R. 2010. Pengaruh varietas jagung dan metode penggilingan terhadap sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung kuning hibrida. Skripsi. Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian UNSOED. Purwokerto
- Arif, D. Z. 2018. Kajian perbandingan tepung terigu (*Triticum aestivum*) dengan Tepung Jewawut (*Setaria italica*) Terhadap karakteristik roti manis. *PFTJ* 5(3):180-189. Available from: <https://doi.org/10.23969/pftj.v5i3.1267>
- Ayetigbo, O., Latif, S., Abass, A., & Müller, J. 2018. Comparing characteristics of root, flour and starch of biofortified yellow-flesh and white-flesh cassava variants, and sustainability considerations: A review. *Sustainability* 10(9), 3089. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3089>
- Ayu DC, dan Yuwono SS. 2014. Pengaruh suhu blansing dan lama perendaman terhadap sifat fisik kimia tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *J. Pangan dan Agroindustri* 2(2): 110-120. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/43>
- Badan Pusat Statistik. 2022. Impor Biji Gandum dan Meslin Menurut Negara Asal Utama, 2017-2021 [Internet]. [cited 2023 Mar 22]. Available from: <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2016/impor-biji-gandum-dan-meslin-menurut-negara-asal-utama-2017-2020.html>
- Darmawati, E., Mardjan, S. S., & Khumaida, N. 2020. Komposisi Fisikokimia Tepung Ubi Kayu dan Mocaf dari Tiga Genotipe Ubi Kayu Hasil Pemuliaan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 8(3), 97-104.
- Dhivya, A. B., Subashini, S., Chandrababu, R., Ramalingam, J. 2015. Establishment of MilletDB: TNAU Released Millet Varieties with their Morphological Traits. *IJCA* 111(14):24-26. <https://www.ijcaonline.org/archives/volume111/number14/19606-1471>
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 2017. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Kompas Gramedia. Jakarta
- Failisinur, Firdauni dan Silfia. 2015. Pengaruh proses pengolahan terhadap sifat fisik dan kimia bubuk kedelai. *Jurnal Litbang Industri* 5(1):1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.24960/jli.v5i1.664.37-43>
- Fidyasari A, Negri LK, Solandjari W. 2016. Potensi Pembuatan Tepung Umbi Bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) dengan Penambahan Natrium Metabisulfit sebagai Fortifikasi Produk Pangan. *Research Report* 22:240-51. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/research-report/article/view/772>
- Fitri, N, Irfan, Zaidiyah. 2022. Pengaruh Jenis Kentang dan Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Mutu Tepung Kentang. *JTIP Indonesia* 14(2):70-75. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i2.24093>
- Haros, M., Perez, O. E., & Rosell, C. M. 2004. Effect of steeping corn with lactic acid on starch properties. *Cereal chemistry*, 81(1): 10-14.
- Juhaeti, T., Widoyono, W., Setyowati, N., Lestari, P., Syarif, F., Saefudin, G. I., & Budiarjo, A. R. 2019. Serealia lokal Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv): Gizi, Budidaya dan Kuliner. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Saintek, dan Pembelajarannya (SN-Biosper)* 28: 9-17. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2591155>
- Kumalaningsih, S., Harijono, H., Amir, Y. F. 2004. Pencegahan Pencoklatan Umbi Ubi jalar Untuk Pembuatan Tepung: Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Asam Askrobat dan Sodium Acid Pyrophosphate. *Jurnal Teknologi Pertanian* 5(1):11-19. Available from: <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/164>



- Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan: Komponen Makro. Dian Rakyat. Jakarta
- 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/viewFile/4184/3604>
- Legowo, D. L. R. A. M., & Dwiloka, B. 2015. Total bakteri asam laktat, ph, dan kadar laktosa yoghurt dengan penambahan tepung jewawut. AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian 33(2): 46-54 DOI: <https://doi.org/10.47728/ag.v33i2.114>
- Maryanto, I. 2013. Bioresources untuk pembangunan ekonomi hijau. LIPI.
- Nastiti MA, Hendrawan Y, Yulianingsih R. 2014. Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Suhu pengeringan terhadap karakteristik tepung ampas tahu. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis 2 (2): 100-106. <https://jbkt.ub.ac.id/index.php/jbkt/article/view/145/132>
- Naufalin R, Yanto T, Sulistyningrum A. 2013. Pengaruh jenis dan konsentrasi pengawet alami terhadap mutu gula kelapa cetak. J.Teknologi Pertanian14(3): 165-174.
- Ningrum, A. S., Aqil, M. 2018. Karakteristik Tepung Jewawut (Foxtail Millet) Varietas Lokal Majene Dengan Perlakuan Perendaman. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian 11(1):11-21. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/1502>
- Pangesti YD, Parnanto NH, Ridwan A. 2014. Kajian sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dimodifikasi secara heat moisture treatment (hmt) dengan variasi suhu. J. Teknosains Pangan 3(3): 72-77
- Purwanto. C. C., D Ishartani, dan D Rahadian. 2013. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita maxima*) dengan Perlakuan Blanshing dan Perendaman dengan Natrium Metabisulfit. Jurnal Teknosains Pangan 2(2): 121-130. <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4392/3746>
- Putri, Y. 2009. Peningkatan Mutu Pati Ganyong Melalui Perbaikan Proses Produksi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Rahman, F. 2007. Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Pati Biji Alpukat. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan
- Rangkuti Maksun, 2023. Asam dan Basa Kimia: Sifat, reaksi, dan peran penting. [Asam dan Basa Kimia: Sifat, Reaksi, dan Peran Penting \(umsu.ac.id\)](https://umsu.ac.id) [17 Oktober 2023].
- Rani, I. 2012. Potensi Senyawa Tannin Dalam Menunjang Produksi Ramah Lingkungan. CEFARS: Jurnal Agribisnis Dan Pengembangan Wilayah, 3(2), 46-55.
- Rizal, S., Surmarlan, S. H., & Yulianingsih, R. 2013. Pengaruh konsentrasi natrium bisulfit dan suhu pengeringan terhadap sifat fisik-kimia tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Jurnal Bioproses Komoditas Tropis, 1(2): 1-10. <https://jbkt.ub.ac.id/index.php/jbkt/article/view/108/109>
- Samosir, P., Merynda Indriyani Syafutri, Nura Malahayati, Desi Aryani, dan Trubus Airlangga. 2022. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi *Anti Browning Agent* terhadap Warna Tepung Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch). Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022. Universitas Sriwijaya. pp. 991-999.
- Severini C, Baiano A, Pilli TD, Carbone BF, Derossi A. 2005. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. J. of Food Engineering 68: 289– 296.
- SNI 01-3751. 1995. Tepung Terigu. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta



- Suryani, D.R., Mulyani, S. 2016. Aroma dan Warna Susu Kerbau Akibat Proses Glikasi Dpsikosa, L- psikosa, D-tagatosa, dan L-tagatosa. JATPI 3(3): 94-97. Available from: <http://www.jatp.ift.or.id/index.php/jatp/article/view/75/45>
- Syarifudin, E. 2016. Pengaruh lama perendaman biji nangka dalam natrium metabisulfit dan cara pengeringan terhadap kualitas tepung biji nangka. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tan, T. C., Cheng, L. H., Bhat, R., Rusul, G., Easa, A. M. 2015. Effectiveness of ascorbic acid and sodium metabisulfite as anti-browning agent and antioxidant on green coconut water (*Cocos nucifera*) subjected to elevated thermal processing. IFRJ [22(2):631-637. Available from: <http://agris.upm.edu.my:8080/dspace/handle/0/11371>
- Upadhyaya, H. D., Ravishankar, C. R., Narasimhudu, Y., Sarma, N. D. R. K., Singh, S. K., Varshney, S. K., Gowda, C. L. L. 2011. Identification of trait-specific germplasm and developing a mini core collection for efficient use of foxtail millet genetic resources in crop improvement. Field Crops Research 124(3):459-467. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.08.004>
- Wibowo, C., Erminawati., Hariyanti, P., Wicaksono, R. 2017. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Terhadap Karakteristik Tepung yang diHasilkan dari Umbi Kentang Varietas Granola. Prosiding Seminar Nasional : 585–593.
- Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka; Jakarta