

# Karakteristik Tiwul Instan Substitusi Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas* L.) sebagai Sumber $\beta$ -Karoten

Properties of Instant Tiwul Substitution of Yellow Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) as Source of  $\beta$ -Carotene

**Herlina Herlina\***, Syaiful Adzim, Ahmad Nafi, Nita Kuswardhani

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember,  
Jl. Kalimantan No. 37 Jember, 68121, Jawa Timur, Indonesia

\*Penulis korespondensi: Herlina, Email: lina.ftp@unej.ac.id

Tanggal submisi: 19 Februari 2019; Tanggal revisi: 18 Mei 2020; Tanggal penerimaan: 19 Juni 2020

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh persentase substitusi ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas* L.) terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik tiwul instan dan menentukan persentase ubi jalar kuning yang tepat sehingga dihasilkan tiwul instan dengan kandungan  $\beta$ -karoten tinggi dan disukai panelis. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal, yaitu persentase substitusi ubi jalar kuning (0; 10; 20; 30; 40; dan 50%). Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan, data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA), dan apabila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $\alpha \leq 0,05$ ) dilanjutkan dengan uji beda *duncan new multiple range test* (DNMRT), sedangkan data organoleptik diuji menggunakan uji *chi-square* ( $\alpha \leq 0,05$ ), dan untuk menentukan perlakuan terbaik dilakukan uji efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kadar air, jumlah total  $\beta$ -karoten, daya rehidrasi, daya kembang, densitas kamba, kesukaan panelis akan warna, aroma, rasa, tekstur, kekenyalan dan keseluruhan ( $\alpha \leq 0,05$ ). Berdasarkan uji efektivitas didapatkan persentase substitusi ubi jalar kuning yang tepat pada pembuatan tiwul instan adalah pada perlakuan P3 (substitusi ubi jalar kuning sebesar 30%), yang memiliki kandungan total  $\beta$ -karoten sebesar 0,336 mg/100 g, kesukaan panelis akan warna, aroma, rasa, tekstur, kekenyalan, dan keseluruhan, berturut-turut adalah 28, 32,40, 32, 36, dan 32%.

**Kata kunci:**  $\beta$  – karoten; uji efektivitas; tiwul instan; ubi jalar kuning

## ABSTRACT

This study aims to examine the effect of percentage substitute of yellow sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) on the physical, chemical and organoleptic characteristics of instant tiwul. It also aims to determine the exact percentage of yellow sweet potato in instant tiwul with high  $\beta$ -carotene content and favored by panelists. The completely randomized design (CRD) method was used with a single factor, namely the percentage substitution of yellow sweet potato (0, 10, 20, 30, 40, and 50%). Each treatment was repeated 3 (three) times while the data obtained were analyzed using the analysis of variance (ANOVA). In addition, when significant differences exist

between treatments ( $\alpha \leq 0,05$ ), the Duncan new multiple range test (DNMRT) is used, organoleptic data were analyzed using the chi-square test ( $\alpha \leq 0.05$ ), meanwhile, to determine the best treatment, an effectiveness test was performed. The results showed that the percentage substitution of yellow sweet potato significantly affected the water content, total  $\beta$ -carotene content, rehydration and swelling power, bulk density, panelists' preference for color, aroma, taste, texture, elasticity and overall. Based on the effectiveness test, the best percentage substitution of yellow sweet potato in instant tiwul production was P3 treatment (yellow sweet potato substitution by 30%), which has a total  $\beta$ -carotene content of 0.336 mg/100 g, panelists' preference for color, aroma, taste, texture, suppleness, and overall of 28, 32,40, 32, 36, and 32% respectively.

**Keywords:**  $\beta$  – carotene; effectiveness test; Instant tiwul; yellow sweet potato

## PENDAHULUAN

Permasalahan nasional dibidang pangan semakin kompleks seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan pola kehidupan modern. Penyediaan pangan yang murah dan sehat serta memenuhi selera masyarakat modern semakin dibutuhkan, terutama makanan kaya zat gizi dan menyehatkan. Laporan BPPK (2010), berdasarkan penelitian riset kesehatan dasar (RISKESDAS) menunjukkan bahwa penduduk Indonesia yang usianya di atas 18 tahun memiliki status gizi kurang sebanyak 12,6%.

Pola makan atau diet merupakan faktor utama dalam menentukan seseorang mengalami gizi kurang atau gizi lebih. Untuk penderita gizi kurang diet mempunyai tujuan guna memenuhi kebutuhan energi tubuh, mencegah kerusakan jaringan dan mendapatkan berat badan normal atau ideal, sedangkan diet bagi penderita gizi lebih bertujuan menyesuaikan status gizi sesuai dengan umur, jenis kelamin, kebutuhan fisik untuk mendapatkan indeks massa tubuh (IMT) ideal/normal, yaitu sebesar 18,5-25 kg/m<sup>2</sup> (Almatsier, 2010).

Pangan alternatif yang sangat potensial dikembangkan di Indonesia adalah ubi kayu atau singkong (*Monihot utilisima* L.). Menurut Soetanto (2008) Di Indonesia singkong merupakan makanan pokok ke tiga setelah padi dan jagung. Perkembangan produktivitas singkong di Indonesia selama 5 (lima) tahun, yaitu mulai tahun 2011 sampai tahun 2015 mengalami peningkatan sebesar 3,84%, dengan rata-rata luas panen singkong di tiga provinsi sentra tanaman singkong, yaitu provinsi Lampung, Jawa Timur, dan Jawa Tengah berturut-turut sebesar 30,11%; 16,04% dan 15,17% (Badan Pusat Statistik, 2016).

Kondisi di lapang saat ini tanaman singkong hampir di tanam di seluruh wilayah Indonesia, pada waktu singkong mengalami panen raya singkong segar tidak dapat di simpan dalam waktu lama, masa simpan singkong berkisar antara 4-5 hari, selebihnya singkong akan mengalami penurunan kualitas yaitu umbinya berubah menjadi biru atau hitam (Soetanto, 2008). Di beberapa daerah seperti di wilayah provinsi

Jawa Timur dan Jawa Tengah, serta Yogyakarta untuk mengatasi umbi singkong yang mudah rusak diatasi dengan diversifikasi pembuatan produk olahan pangan berbasis singkong, yaitu tiwul, gatot, keripik singkong, kerupuk samiler, tepung singkong modifikasi (MOCAF), dan tapioka.

Tiwul merupakan salah satu makanan tradisional yang saat ini sangat digemari masyarakat sebagai pangan alternatif pengganti nasi, tiwul terbuat dari tepung singkong yang di kukus ditambah gula kelapa dan penyajiannya dengan kelapa parut. Pembuatan tepung singkong dapat dibuat secara tradisional (gaplek) atau secara fermentasi spontan yang dikenal dengan tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*) (Putri dkk., 2018). Ditinjau dari bahan bakunya tiwul merupakan jenis makanan kaya karbohidrat dan miskin kandungan gizi yang lain. Untuk mempromosikan tiwul sebagai pangan alternatif pengganti beras dan gandum yang dapat menopang ketahanan pangan di Indonesia maka diperlukan solusi untuk mensubstitusi bahan baku tiwul dengan bahan lain yang mempunyai nilai gizi tinggi, salah satu alternatif adalah disubstitusi dengan ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas* L.) yang kaya  $\beta$ -karoten dan antioksidan alami (Dwiyanti dkk., 2018). Selain itu perkembangan produk tiwul sebagai pangan alternatif pengganti nasi untuk masyarakat belum berkembang, hal ini juga disebabkan karena proses pembuatan tiwul memerlukan waktu yang cukup lama dan tahapan proses yang panjang sehingga masyarakat tidak tertarik untuk mengkonsumsi tiwul. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan rekayasa produk pengolahan tiwul menjadi tiwul instan, sehingga masyarakat lebih praktis dalam penyajian tiwul.

Ubi jalar kuning mengandung antosianin dan  $\beta$ -karoten, kandungan antosianin pada ubi jalar kuning segar sebesar 519 mg/100g (Kano dkk., 2005), dan aktivitas antioksidannya sebesar 97,92% (Dwiyanti dkk., 2018). Menurut Yoshimoto dkk. (2001) antosianin pada ubi jalar kuning merupakan antioksidan alami dan penangkal radikal bebas serta mempunyai stabilitas yang tinggi terhadap suhu dan pH. Antioksidan pada ubi jalar kuning mengandung vitamin C yang cukup

tinggi (Harada dkk., 2004). Kandungan  $\beta$ -karoten pada ubi jalar kuning sebesar 2900  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ,  $\beta$ -karoten merupakan salah satu karotenoid yaitu provitamin A yang sangat baik untuk memelihara kesehatan mata (Thompson dkk., 2011). Berdasarkan permasalahan di atas perlu dilakukannya penelitian tentang pengaruh persentase substitusi ubi jalar kuning terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning sebagai sumber  $\beta$ -karoten dan menentukan persentase ubi jalar kuning yang tepat sehingga dihasilkan tiwul instan dengan  $\beta$ -karoten tinggi yang disukai.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong dan ubi jalar kuning diperoleh dari desa Pakis, kecamatan Panti, kabupaten Jember, provinsi Jawa Timur, gula kristal putih merk gulaku, garam, air, kalium dikromat, etanol 97%, dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven (Blower Excellent 53L UFE400), eksikator (Lokal 21 cm), vortex (IKA), tabung reaksi (Pyrex 20 ml), spektrofotometer Genesys 10S UV-VIS, ayakan 80 mesh (Sieve), kompor (Rinnai RI-522E), *colour reader* Konica Minolta CR-10 Jepang, *beaker glass* (Duran), gelas ukur (Shagufta), pisau (Stainless Lokal), dandang (Aluminium Lokal), penjepit, grinder, sendok, neraca analitik Ohaus BSA 2245, timbangan (Sigma Type SM 6000), kertas saring (Whatman 42), dan *vortex* Max Mix 1 Type 16700.

### Pembuatan Tepung Singkong (Soetanto, 2008)

Singkong segar dikupas untuk dipisahkan antara kulit dengan daging singkong, dilanjutkan dengan pencucian untuk membersihkan sisa-sisa kotoran pada daging singkong. Daging singkong yang telah bersih kemudian dilakukan pemotongan berbentuk chip (ketebalan  $\pm 2\text{ mm}$ ), pemotongan bertujuan untuk mempermudah proses pengeringan. Setelah terbentuk chip dilakukan perendaman dengan menggunakan air bersih dengan persentase rasio chip singkong : air (1:2) selama 12 jam, hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar asam sianida pada singkong. Chip yang direndam kemudian dilakukan penirisan dan penjemuran dibawah sinar matahari selama  $\pm 6\text{ jam}$ . Langkah selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven vakum pada suhu  $\pm 60\text{ }^\circ\text{C}$  selama 8 jam. Chip yang sudah kering digiling menggunakan grinder, yang dilanjutkan dengan proses pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh.

### Pembuatan Bubur Ubi Jalar Kuning (Suprapti, 2003)

Ubi jalar kuning segar dikupas untuk memisahkan antara kulit dan daging umbi, kemudian dilakukan pencucian untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada daging umbi. Selanjutnya dilakukan pengukusan hingga umbi matang secara maksimal (suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , selama  $\pm 45$  menit). Kemudian didinginkan dan umbi dihancurkan atau dilumatkan dengan alat pelumat hingga menjadi bubur/lumatan ubi jalar kuning.

### Pembuatan Tiwul Instan Substitusi Ubi Jalar Kuning (Rukmini dan Naufalin, 2015)

Pembuatan tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning dimulai dengan pencampuran bahan yaitu tepung singkong (100; 90; 80; 70; 60; dan 50%) dan bubur ubi jalar (0; 10; 20; 30; 40; dan 50%), gula 5%, garam 1% dan air 20% dan diaduk hingga homogen. Proses selanjutnya adalah pengukusan adonan yang telah tercampur selama  $\pm 45$  menit, pengukusan bertujuan untuk membuat tiwul menjadi matang. Kemudian tiwul di dinginkan dan dilakukan pencetakan menggunakan ekstruder yang bertujuan untuk menyeragamkan bentuk, dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan oven dengan suhu  $55\text{ }^\circ\text{C}$  selama 9 jam hingga tiwul instan benar-benar kering sehingga tiwul instan memiliki umur simpan yang cukup lama.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu P= persentase substitusi bubur ubi jalar kuning dan setiap perlakuan diulang 3 (tiga). Secara rinci perlakuan dalam penelitian ini adalah P0 = 0% bubur ubi jalar kuning + 100% tepung singkong, P1 = 10% bubur ubi jalar kuning + 90% tepung singkong, P2 = 20% bubur ubi jalar kuning + 80% tepung singkong, P3 = 30% bubur ubi jalar kuning + 70% tepung singkong, P4 = 40% bubur ubi jalar kuning + 60% tepung singkong, dan P5 = 50% bubur ubi jalar kuning + 50% tepung singkong.

### Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan meliputi pengamatan fisik, kimia, dan organoleptik serta uji efektivitas. Pengamatan fisik meliputi daya rehidrasi, daya kembang, densitas kamba, dan kecerahan warna (Romlah dan Haryadi, 1997). Pengamatan kimia meliputi kadar air (AOAC, 2007) dan uji kandungan  $\beta$ -karoten (Pujimulyani dan Wazyka, 2009). Uji kesukaan/hedonik secara organoleptik meliputi kesukaan warna, aroma, rasa, tekstur, kekenyalan, dan keseluruhan dengan cara

*hedonic scale scoring* yang mana penulis diminta untuk menentukan nilai kesukaan produk dengan memberi nilai produk kisaran nilainya sudah ditentukan (Mabesa, 1986).

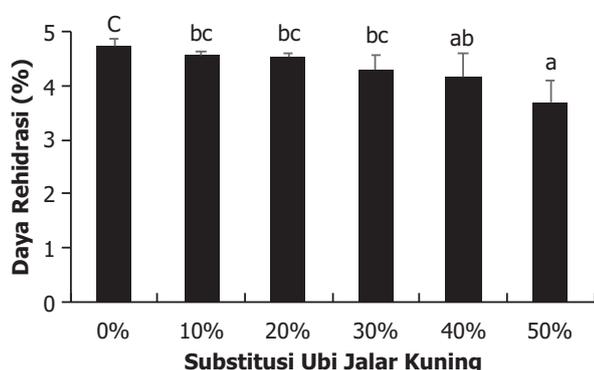
### Analisis Data

Data hasil dari pengujian sifat fisik dan kimia akan dianalisis menggunakan ANOVA dan jika antar perlakuan diperoleh perbedaan yang nyata/signifikan ( $\alpha \leq 0,05$ ), dilanjutkan dengan uji beda DN MRT. Data hasil pengujian organoleptik dianalisis dengan menggunakan uji *chi-square*. Sedangkan untuk menentukan perlakuan terbaik diuji menggunakan uji efektivitas (DeGarmo dkk., 1984).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Rehidrasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata daya rehidrasi tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 3,69-4,73% (Gambar 1) yang artinya tiwul instan memiliki daya rehidrasi 3-4 kali lipat dari berat bahan. Hasil sidik ragam taraf nyata ( $\alpha \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap daya rehidrasi tiwul instan sehingga dilanjutkan dengan uji DN MRT.



Keterangan:  
Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Gambar 1. Grafik daya rehidrasi tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

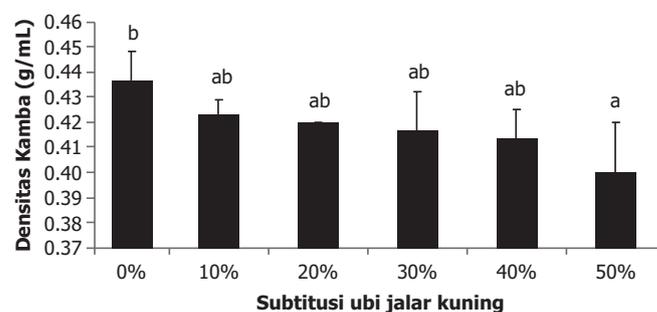
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa daya rehidrasi tiwul instan tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi ubi jalar kuning 0% dengan nilai 4,73%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada

perlakuan substitusi ubi jalar kuning sebesar 50% dengan nilai 3,69%, dapat diketahui bahwa semakin tinggi persentase substitusi ubi jalar kuning maka daya rehidrasi yang dihasilkan akan semakin rendah, hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan pati dan amilosa. Kandungan pati singkong sebesar 81% (Subagio, 2006) lebih tinggi dibandingkan kandungan pati ubi jalar yaitu 32% (Balitkabi, 2009).

Daya rehidrasi produk berpati sangat ditentukan oleh kandungan amilosanya, semakin tinggi kandungan amilosa maka semakin tinggi daya rehidrasi produk. Hal tersebut berkaitan dengan peningkatan jumlah gugus hidrofilik yang memiliki kemampuan menyerap air lebih besar (Harada dkk., 2004). Menurunnya daya rehidrasi disebabkan oleh semakin meningkatnya substitusi ubi jalar kuning kedalam tiwul instan dan jumlah tepung singkong yang semakin sedikit. Kandungan amilosa ubi jalar lebih kecil antara 15-25% (Putri, 2015) dibanding kandungan amilosa tepung singkong yaitu 27,5% (Murtiningrum dkk., 2016).

### Densitas Kamba

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata densitas kamba tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 0,40-0,43 g/mL (Gambar 2). Hasil sidik ragam taraf nyata ( $\alpha \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap densitas kamba tiwul instan sehingga dilanjutkan uji DN MRT.



Keterangan:  
Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ )

Gambar 2. Grafik densitas kamba tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa densitas kamba tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase ubi jalar kuning 0% dengan nilai sebesar 0,43 g/mL, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan persentase

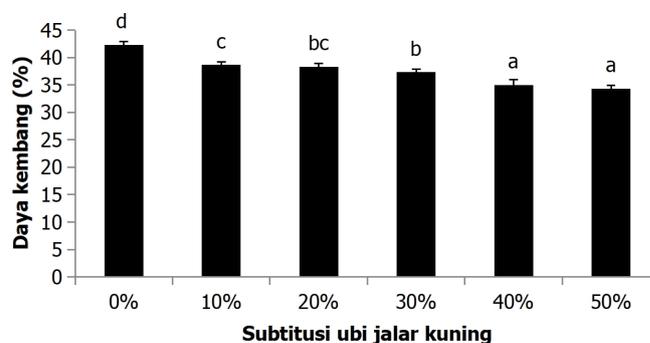
substitusi ubi jalar kuning 50% sebesar 0,40 g/mL. Nilai densitas kamba berbanding terbalik dengan jumlah substitusi ubi jalar kuning, semakin tinggi substitusi ubi jalar kuning maka nilai densitas kamba akan semakin kecil. Husain dkk. (2006) menyatakan bahwa densitas kamba dipengaruhi oleh kadar air bahan, semakin rendah kadar air maka densitas kamba akan semakin besar, hal ini sesuai dengan kadar air tiwul instan yang dihasilkan, yaitu kadar air perlakuan persentase substitusi ubi jalar kuning 0% dan 50% adalah 4,74% dan 7,88% (Gambar 5).

Tingginya kandungan air bahan menyebabkan terbentuknya partikel yang semakin besar disebabkan oleh air yang terperangkap oleh granula pati sehingga bahan semakin porous, dengan tingginya kandungan air maka granula yang terbentuk akan semakin besar dan densitas kamba yang dihasilkan akan semakin kecil. Semakin tinggi kadar air tiwul instan, maka densitas kamba yang dihasilkan akan semakin kecil dan ruang penyimpanan yang digunakan semakin besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi densitas kamba yaitu karakteristik ukuran partikel atau granula, ruang kosong (*void*) dan porositas. Karakteristik ukuran granula diantaranya adalah pipih, bulat, beratatan atau tidak, kecil, besar homogenya granula bahan tersebut (Heldman & Singh 1981).

### Daya Kembang

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata daya kembang tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 34,33-42,33% (Gambar 3). Hasil sidik ragam taraf nyata ( $\alpha \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap daya kembang tiwul instan sehingga dilanjutkan dengan uji DNMR.

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa yang memiliki nilai daya kembang tertinggi yaitu pada perlakuan persentase ubi jalar kuning 0% sebesar 42,33% dan nilai daya kembang terendah diperoleh pada perlakuan persentase substitusi ubi jalar kuning sebesar 50% sebesar 34,33%. Hal tersebut disebabkan oleh semakin berkurangnya jumlah tepung singkong yang digunakan, pada tepung singkong terdapat kandungan amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan amilosa. Amilopektin yang tinggi menyebabkan tiwul instan menjadi lebih tinggi daya kembangnya. Hartati dan Prana (2003), menyatakan bahwa sifat dari pati dalam produk pangan berpati yang sangat berpengaruh terhadap daya kembang adalah amilopektin karena amilopektin berpengaruh terhadap *swelling properties* (Swinkels & Veendams, 1985).



Keterangan:

Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ )

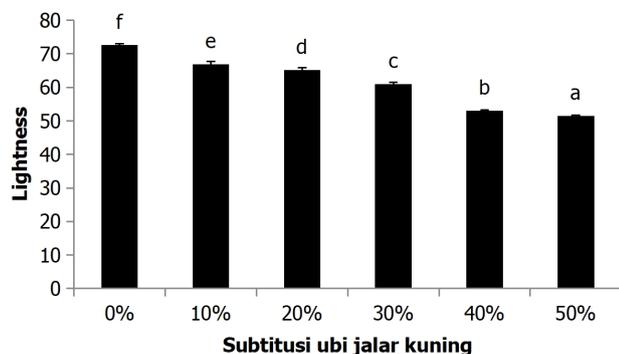
Gambar 3. Grafik daya kembang tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

Daya kembang produk berpati dipengaruhi oleh komposisi rasio amilosa : amilopektin, distribusi berat molekul dan panjang rantai atom (Bemiller & Whistler, 1996). Kandungan amilosa yang tinggi bersifat lebih kering, tidak lengket dan menyerap air atau higroskopis, sedangkan daya kembang merupakan sifat yang dipengaruhi oleh kandungan amilopektin (Moorthy, 2004). Kandungan amilopektin tepung singkong 72,62% dari jumlah pati sebesar 80% lebih tinggi dari pada kandungan amilopektin ubi jalar yaitu 80% dari total pati sebesar 32% (Murtiningrum, 2012).

### Tingkat Kecerahan Warna (*Lightness*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui rata-rata tingkat kecerahan warna tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 51,42-72,68 (Gambar 4). Hasil sidik ragam taraf nyata ( $\alpha \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa variasi persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan warna tiwul instan sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT.

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa substitusi ubi jalar kuning dapat mempengaruhi tingkat kecerahan warna tiwul instan, nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase ubi jalar kuning 0% dengan nilai 72,68, dan nilai terendah diperoleh pada perlakuan persentase substitusi ubi jalar kuning 50% dengan nilai 51,42. Perubahan tersebut disebabkan oleh sifat fisik bahan utama yaitu ubi jalar kuning yang memiliki kenampakan warna kuning, sehingga mampu mempengaruhi produk akhir tiwul instan. Menurut Hidayat dan Saati (2006), bahwa karotenoid menghasilkan warna jingga sampai merah. Maka



Keterangan:

Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ )

Gambar 4. Grafik kecerahan warna tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

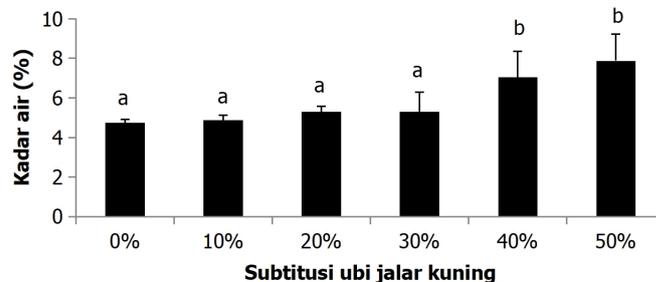
semakin tinggi substitusi ubi jalar kuning warna tiwul instan yang dihasilkan akan semakin gelap.

Kecerahan warna tiwul yang dihasilkan juga disebabkan oleh perubahan selama proses pembuatan, proses pembuatan tiwul yang melibatkan gula pereduksi dan gugus amin yang dipicu oleh adanya pemanasan sehingga terbentuk pigmen melanoidin yang bertanggung jawab pada pembentukan warna lebih gelap (Kusnandar, 2010). Proses inilah yang disebut dengan reaksi *maillard*, reaksi ini dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi gula, konsentrasi amino, pH, dan tipe gula (Benyamin, 2012). Menurut Bradbury dan Nixon (1998), ubi jalar mengandung gula sebesar 2,38%, semakin tinggi kandungan gula pada bahan maka reaksi *maillard* juga akan besar yang mengakibatkan perubahan warna semakin besar.

### Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai kadar air tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 4,744-7,880% (Gambar 5). Hasil sidik ragam taraf nyata ( $\alpha \leq 0,05$ ) menunjukkan bahwa variasi persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap kadar air tiwul instan sehingga dilanjutkan dengan uji DNMRT.

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase substitusi ubi jalar kuning, akan berbanding lurus dengan nilai kadar air tiwul instan. Hal ini disebabkan oleh ubi jalar kuning memiliki kadar air tinggi, sehingga semakin tinggi persentase substitusi ubi jalar kuning akan meningkatkan nilai kadar air tiwul instan. Menurut Suprpti (2003), kandungan air ubi jalar kuning segar



Keterangan:

Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ )

Gambar 5. Grafik kadar air tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

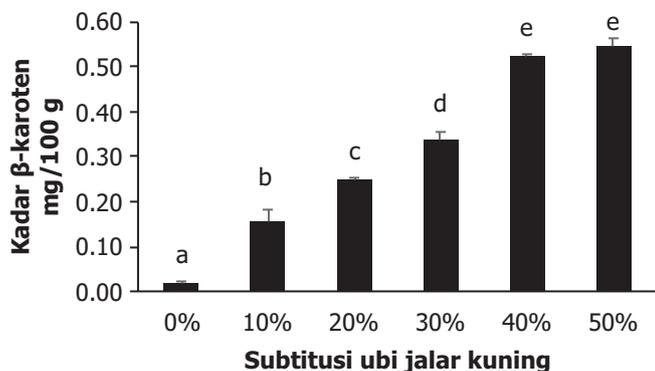
sebesar 68,50%. Kadar air tiwul instan juga dipengaruhi oleh kandungan pati bahan, kandungan amilosa tepung singkong lebih tinggi yaitu 27,5% (Murtiningrum, 2012) dibandingkan dengan kandungan amilosa ubi jalar yaitu 15-25% (Putri, 2015), amilosa bersifat kering, kurang kuat dan higrokopis.

### Total $\beta$ -karoten

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa total  $\beta$ -karoten tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 0,018-0,544 mg/100 g (Gambar 6). Hasil sidik ragam taraf ( $\alpha = 0,05$ ) menunjukkan bahwa variasi persentase substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan berpengaruh nyata terhadap total  $\beta$ -karoten tiwul instan sehingga dilanjutkan dengan uji DNMRT.

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning kedalam tiwul instan berbanding lurus terhadap kandungan total  $\beta$ -karoten tiwul instan. Semakin banyak substitusi ubi jalar kuning, maka kandungan total  $\beta$ -karoten juga akan semakin tinggi. Ubi jalar kuning mengandung vitamin A sebesar 7.700 SI per 100 g ubi jalar kuning (Suprpti, 2003). Semakin tinggi substitusi ubi jalar kuning, semakin pekat warna kuning yang dikandung dalam bahan yang diolah, sehingga kandungan  $\beta$ -karoten pada produk akan semakin tinggi (Hulshof dkk., 1997).

Karetonoid dapat mengalami kerusakan pada suhu tinggi, oksidasi dan isomerisasi. Menurut Muchtadi (1992), karotenoid pada suhu 60 °C belum mengalami kerusakan, karetonoid akan mengalami kerusakan pada suhu tinggi yaitu melalui degradasi thermal sehingga terjadi dekomposisi karetonoid yang mengakibatkan turunnya intensitas warna karoten atau terjadi pemucatan warna, hal tersebut terjadi dalam kondisi oksidatif.



Keterangan:  
Huruf yang sama pada histogram menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji anova ( $\alpha \leq 0,05$ )

Gambar 6. Grafik kadar β-karoten tiwul instan pada berbagai persentase substitusi ubi jalar kuning

### Tingkat Kesukaan Warna

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan panelis akan warna tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 8 - 48 % (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase kesukaan warna tiwul instan yang disubstitusi bubuk ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	8	0	8
P1	16	4	20
P2	24	4	28
P3	32	16	48
P4	32	12	44
P5	12	8	20

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan warna tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa variasi substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan warna panelis terhadap warna tiwul instan. Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan P3 (substitusi ubi jalar kuning 30%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan warna sebesar 48%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P1 ( substitusi bubuk ubi jalar kuning 0%) dengan persen kesukaan warna sebesar 8 %. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan yang warnanya kurang cerah (nilai  $L=60,98$ ).

Persentase substitusi ubi jalar kuning berbanding lurus terhadap warna tiwul instan yang dihasilkan,

semakin besar substitusi ubi jalar kuning maka warna yang dihasilkan juga semakin gelap yang disebabkan oleh reaksi maillard. Reaksi maillard terjadi dengan adanya gula pereduksi dan senyawa gugus amin yang dipicu oleh adanya pemanasan, sehingga terbentuk pigmen melanoidin yang bertanggung jawab pada pembentukan warna lebih gelap (Kusnandar, 2010). Kecepatan reaksi maillard akan meningkat seiring dengan meningkatnya pH, suhu dan kadar air (Oliveira dkk., 2014)

### Tingkat Kesukaan Aroma

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan panelis akan aroma tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 4 - 32 % (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase kesukaan aroma tiwul instan yang disubstitusi bubuk ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	4	8	12
P1	0	4	4
P2	12	4	16
P3	16	8	24
P4	28	4	32
P5	28	4	32

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan aroma tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa variasi substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan aroma panelis terhadap aroma tiwul instan. Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan P4 dan P5 (substitusi ubi jalar kuning 40% dan 50%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan aroma sebesar 32%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P1 ( substitusi bubuk ubi jalar kuning 10%) dengan persen kesukaan warna sebesar 4%. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan yang aromanya khas ubi jalar kuning.

Aroma khas tiwul akan semakin hilang dengan meningkatnya jumlah substitusi ubi jalar kedalam tiwul instan yang disebabkan oleh reaksi maillard. Benyamin (2012) mengatakan reaksi *maillard* dapat memberikan perubahan besar pada industri makanan, sebab reaksi ini dapat mempengaruhi aroma, rasa, dan warna.

### Tingkat Kesukaan Rasa

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan

Tabel 3. Persentase kesukaan rasa tiwul instan yang disubstitusi bubur ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	4	0	4
P1	4	0	4
P2	12	0	12
P3	20	0	20
P4	32	4	36
P5	16	0	16

panelis akan rasa tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 4 - 36% (Tabel 2).

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan rasa tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa variasi substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan rasa panelis terhadap rasa tiwul instan. Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan P4 (substitusi ubi jalar kuning 40%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan rasa sebesar 36%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P0 dan P1 (substitusi bubur ubi jalar kuning 0% dan 10%) dengan persen kesukaan warna sebesar 4 %. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan yang rasa ubi jalar kuning cukup kuat dan ubi jalar kuning yang mengandung gula, dimana gula dapat meningkatkan cita rasa pada makanan. Akan tetapi juga akan berakibat buruk jika terlalu banyak kandungan gula pada bahan dan akan terjadi reaksi *maillard* yang berlebihan. Reaksi *maillard* dapat mempengaruhi cita rasa, warna, dan aroma pada makanan (Benyamin, 2012). Menurut Parisi dkk. (2019), bahwa senyawa melanoidin yang terjadi pada reaksi *maillard* mengakibatkan perubahan warna kuning sampai coklat dan memberikan rasa pahit serta citarasa yang khas pada makanan, reaksi *maillard* tidak hanya menghasilkan *flavor* yang dikehendaki, tapi dapat pula membentuk *flavor* yang tidak dikehendaki hal tersebut dapat merusak makanan.

### Tingkat Kesukaan Tekstur

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan panelis akan tekstur tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 4 - 20% (Tabel 4).

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan tekstur tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa variasi substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan tekstur panelis terhadap tekstur tiwul instan. Tabel 4 menunjukkan

Tabel 4. Persentase kesukaan tekstur tiwul instan yang disubstitusi bubur ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	20	0	20
P1	16	4	20
P2	8	0	8
P3	0	4	4
P4	8	0	8
P5	8	8	16

bahwa perlakuan P0 dan P1 (substitusi ubi jalar kuning 0% dan 10%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan tekstur sebesar 20%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P3 (substitusi bubur ubi jalar kuning 30%) dengan persen kesukaan warna sebesar 4%. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan yang teksturnya remah.

Semakin tinggi substitusi ubi jalar kuning, maka kandungan air bahan akan semakin tinggi, kandungan air ubi jalar kuning segar sebesar 68% per 100 g bahan (Suprapti, 2003). Kandungan air pada ubi jalar akan mempengaruhi tekstur yang dihasilkan. Adanya pati pada bahan yang bereaksi dengan air mengakibatkan tekstur tiwul instan menjadi lebih keras, namun pati hanya mampu mengikat air hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati (Swinkels & Veendams, 1985). Kandungan amilosa tepung singkong lebih tinggi yaitu 27,5% (Murtiningrum, 2012) dibandingkan dengan kandungan amilosa ubi jalar yaitu 15-25% (Putri, 2015), semakin tinggi kandungan amilosa maka tiwul instan akan bersifat kering, sehingga mempunyai tekstur remah.

### Tingkat Kesukaan Kekenyalan

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan panelis akan kekenyalan tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 0 - 32% (Tabel 5).

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan kekenyalan tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa variasi substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan kekenyalan panelis terhadap kekenyalan tiwul instan. Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan P3 (substitusi ubi jalar kuning 30%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan aroma sebesar 32%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P0 (substitusi bubur ubi jalar kuning 0%) dengan persen kesukaan

Tabel 5. Persentase kesukaan kekenyalan tiwul instan yang disubstitusi bubuk ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	0	0	0
P1	16	0	16
P2	16	0	16
P3	24	8	32
P4	20	8	28
P5	4	12	16

kekenyalan sebesar 0%. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan yang kekenyalannya sedang.

Tingkat kekenyalan tiwul instan dipengaruhi oleh kandungan amilopektin pada bahan. Kandungan amilopektin tepung singkong lebih tinggi 72,62% dibandingkan dengan kandungan amilosanya yaitu 27,38% (Murtiningrum, 2012). Kekenyalan pada tiwul instan juga disebabkan oleh kandungan pati, tiwul instan akan mengembang hingga mencapai volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai (Swinkels & Veendams, 1985).

### Tingkat Kesukaan Keseluruhan

Hasil uji organoleptik dengan parameter suka - sangat suka menunjukkan bahwa persentase kesukaan panelis akan kesukaan keseluruhan tiwul instan yang disubstitusi ubi jalar kuning berkisar antara 0 - 32 % (Tabel 6).

Tabel 6. Persentase kesukaan keseluruhan tiwul instan yang disubstitusi bubuk ubi jalar kuning

Perlakuan	Suka (%)	Sangat suka (%)	Persentase (%)
P0	0	0	0
P1	8	0	8
P2	16	0	16
P3	32	12	44
P4	28	16	44
P5	8	8	16

Hasil uji *chi-square* untuk penilaian kesukaan keseluruhan tiwul instan substitusi ubi jalar kuning menunjukkan bahwa persentase substitusi ubi jalar kuning berpengaruh nyata terhadap kesukaan keseluruhan

panelis terhadap tiwul instan. Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan P3 dan P4 (substitusi ubi jalar kuning 30% dan 40%) yang paling disukai oleh panelis dengan persen kesukaan keseluruhan sebesar 44%, sedangkan yang paling tidak disukai yaitu perlakuan P0 ( substitusi bubuk ubi jalar kuning 0%) dengan persen kesukaan warna sebesar 0 %. Hal ini menunjukkan bahwa panelis menyukai tiwul instan dengan persentase substitusi ubi jalar kuning kategori sedang.

Kesukaan keseluruhan tiwul instan lebih ditentukan oleh kesukaan warna, aroma, tekstur, rasa dan kekenyalan. Semakin besar substitusi ubi jalar kuning pada tiwul instan maka perubahan yang terjadi akan semakin besar, dapat dilihat dari warna, rasa, aroma, tekstur, dan kekenyalan tiwul instan yang dihasilkan. Winarno (2007), mengatakan berbagai macam cara yang dapat dilakukan untuk menganalisis secara objektif bahan makanan untuk mengetahui penurunan mutu, akan tetapi penentuan nilai akhir adalah kepuasan panelis.

### Uji Efektivitas

Pengujian tiwul instan terbaik menggunakan uji efektivitas, uji ini dilakukan untuk mengetahui perlakuan terbaik berdasarkan beberapa parameter pengamatan yang telah diuji. Nilai efektivitas tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 7.

Rabel 7. Nilai efektivitas tiwul instan berdasarkan persentase substitusi ubi jalar kuning.

Sampel	Substitusi ubi jalar kuning	Nilai efektivitas
P0	0%	0.08
P1	10%	0.16
P2	20%	0.44
P3	30%	0.88
P4	40%	0.84
P5	50%	0.44

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa nilai hasil uji efektivitas tiwul instan dengan substitusi ubi jalar kuning berkisar antara 0,08 sampai dengan 0,88. Nilai efektivitas tertinggi terdapat pada perlakuan substitusi ubi jalar kuning P3 (substitusi ubi jalar kuning 30%), sedangkan nilai efektivitas terendah terdapat pada perlakuan P0 (substitusi ubi jalar kuning 0%). Nilai efektivitas yang tinggi menunjukkan bahwa perlakuan tersebut adalah perlakuan terbaik dari

keseluruhan perlakuan yang dilakukan. Perlakuan ini memiliki karakteristik daya rehidrasi 4,31%; densitas kamba 0,417 g/mL; daya kembang 37,33%; kadar air 5,31%; kadar  $\beta$ -karoten 0,62 mg/100 g; dan persentase kesukaan warna 48%; kesukaan aroma 24%, kesukaan rasa 20%; kesukaan tekstur 4%, kesukaan kekenyalan 32%, dan kesukaan keseluruhan 44%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa peningkatan persentase substitusi ubi jalar kuning menyebabkan peningkatan kadar air dan total  $\beta$ -karoten tiwul instan, namun menyebabkan penurunan daya rehidrasi, daya kembang, densitas kamba dan kecerahan tiwul instan yang dihasilkan. Berdasarkan uji efektivitas didapatkan perlakuan terbaik pada pembuatan tiwul instan adalah persentase substitusi ubi jalar kuning sebesar 30%, dengan memiliki karakteristik daya rehidrasi 4,31%; densitas kamba 0,417 g/mL; daya kembang 37,33%; kadar air 5,31%; kadar  $\beta$ -karoten 0,336 mg/100 g; dan persentase kesukaan warna 48%; kesukaan aroma 24%, kesukaan rasa 20%; kesukaan tekstur 4%, kesukaan kekenyalan 32%, dan kesukaan keseluruhan 44%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada IDB (*Islamic Development Bank*) melalui Konsorsium Food Security 4 in 1 IDB Project yang telah membiayai penelitian ini dan LP2M Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas perijinan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dari berbagai pihak pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2010). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- AOAC. (2007). Official methods of analysis. 18th Edition, Associations of Analytical Chemists, International, Washington DC.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2010). Laporan riskesmas 2010. *KEMENTERIAN KESEHATAN RI*. Retrieved from [http://www.academia.edu/10119285/Laporan\\_riskesmas\\_2010](http://www.academia.edu/10119285/Laporan_riskesmas_2010).
- Badan Pusat Statistik. (2016). Produksi dan Luas Tanaman Singkong di Indonesia. *Badan Pusat Statistik Indonesia*. Jakarta.
- BALITKABI. (2011). Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Ubi-ubian. Malang: Agro inovasi.
- Bemiller, JN. & Whistler, RL. (1996). *Carbohydrates in Food Chemistry*. O. R. Fennema (ed.). New York: Marcel Dekker Inc.
- Benyamin, KS. (2012). *Food Biochemistry and Food Processing*, 2<sup>nd</sup> (ed). John Wiley & Sons, Inc. New York. DOI: 10.1002/9781118035
- Bradbury, J. H., & Nixon, R. W. (1998). The acidity of raphides from the edible aroids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(4), 608–616. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199804\)76:4<608::AID-JSFA996>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199804)76:4<608::AID-JSFA996>3.0.CO;2-2)
- DeGarmo, E. P., Sullivan, W. G., & Canada, J. R. (1984). *Engineering economy* (7th ed). New York : Macmillan ; London : Collier Macmillan. Retrieved from <https://trove.nla.gov.au/version/32750478>
- Dwiyanti, G., Siswaningsih, W., & Febrianti, A. (2018). Production of purple sweet potato ( *Ipomoea batatas* L.) juice having high anthocyanin content and antioxidant activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012194. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012194>
- Dziedzic, S. Z., & Kearsley, M. W. (1995). *Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives*. Springer US. Retrieved from [//www.springer.com/gp/book/9780751402698](http://www.springer.com/gp/book/9780751402698)
- Harada, K., Kano, M., Takayanagi, T., Yamakawa, O., & Ishikawa, F. (2004). Absorption of Acylated Anthocyanins in Rats and Humans after Ingesting an Extract of *Ipomoea batatas* Purple Sweet Potato Tuber. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 68(7), 1500–1507. <https://doi.org/10.1271/bbb.68.1500>
- Hartati, N. S., & Prana, T. K. (2003). Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepungbeberapa Kultivar Talas ( *Colocasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia*, 6(1), 29–33.
- Heldman, D. R. & Singh, P. R. (1981). *Food Proses Engineering*. 2<sup>nd</sup> ed. The AVI Publ. Comp., Inc. Westrop. CT, USA
- Hidayat, N., & Saati, E. A. (2006). Membuat Pewarna Alami. *Trubus Agrisarana*. Surabaya.
- Hulshof, P. J. M., Xu, C., van de Bovenkamp, P., Muhilal, & West, C. E. (1997). Application of a Validated Method for the Determination of Provitamin A Carotenoids in Indonesian Foods of Different Maturity and Origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1174–1179. <https://doi.org/10.1021/jf9603137>

- Kano, M., Takayanagi, T., Harada, K., Makino, K., & Ishikawa, F. (2005). Antioxidative Activity of Anthocyanins from Purple Sweet Potato, Ipomoea batatas Cultivar Ayamurasaki. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 69(5), 979–988. <https://doi.org/10.1271/bbb.69.979>
- Kusnandar, F. (2010). Teknologi Modifikasi Pati dan Aplikasinya di Industri Pangan. Retrieved August 20, 2018, from [http://itp.fateta.ipb.ac.id/id/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=111](http://itp.fateta.ipb.ac.id/id/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=111)
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., & León, J. (2006). Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39, 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>
- Lindawati, L. (1992). Mempelajari Cara Pembuatan Minuman Bubuk Jambu Biji (Psidium guajava L.). Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/xmlui/handle/123456789/30930>
- Mabesa, L. B. (1986). *Sensory Evaluation of Foods: Principles and Methods*. Laguna: COLLEGE OF AGRICULTURAL University of the Philippines at Los Baños College.
- Moorthy, S. (2004). Tropical sources of starch. In *Starch in Food: Structure, Function and Applications* (pp. 321–359). <https://doi.org/10.1533/9781855739093.2.321>
- Muchtadi, T. R. (1992). Karakterisasi komponen intrinsik utama buah sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) dalam rangka optimalisasi proses ekstraksi minyak dan pemanfaatan provitamin A. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/xmlui/handle/123456789/23199>
- Murtiningrum, M., Lisangan, M. M., & Edoway, Y. (2016). Pengaruh Preparasi Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* L.) Sebagai Bahan Pengental Terhadap Komposisi Kimia Dan Sifat Organoleptik Saus Buah Merah (*Pandanus Conoideus* L.). *Agrointek*, 6(1), 1–7.
- Oliveira, F. C. D., Coimbra J. S. D. R., de Oliveira E. B., Zuñiga A. D. G., & Rojas E. E. G. (2014). *Food Protein-Polysaccharide Conjugates obtained via the Maillard Reaction: A Review*. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 13:37-41.
- Parisi, S., Sara, M.A., Shana, M. & Anna, S. (2019). *Maillard Reaction in Foods Mitigation Strategies and Positive properties*. Springer. Swizerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-03022556-8>
- Pujimulyani, D., & Wazyka, A. (2009). Antioxidation, chemical, and physical properties of wet sweets from white Saffron (*Curcuma mangga* Val.). *AgriTech*, 29(3), 167–173.
- Putri, A. M. E. (2015). *Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (Ipomoea batatas L.) Menggunakan Enzim Amylomaltase menjadi Pati Thermoreversible (Kajian Lama Inkubasi dan Konsentrasi Enzim Amylomaltase)* (Sarjana). Universitas Brawijaya. Retrieved from <http://repository.ub.ac.id/149691/>
- Putri, N.A., Herlina H., & Subagio, A. (2018). Karakteristik Mocaf (Modified Cassava Flour) Berdasarkan Metode Penggilingan dan Lama Fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 79-89.
- Romlah, & Haryadi. (1997). *Sifat fisik adonan dan mie beberapa jenis tepung gandum dengan variasi penambahan kansui, telur dan tepung ubi kayu* (Thesis). [Yogyakarta] : Universitas Gadjah Mada. Retrieved from. [http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian\\_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku\\_id=18535](http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=18535)
- Rukmini, H.S., & Naufalin, R. (2015). Formulasi Tiwul Instan Tinggi Protein Melalui Penambahan Lembaga Serealia dan Konsentrat Protein Kedelai. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 25(3): 190-197.
- Simpson, B. K. (Ed.). (2012). *Food Biochemistry and Food Processing*. In *Food Biochemistry and Food Processing* (2nd ed., pp. i–xii). New York: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118308035.fmatter>
- Soetanto, N. . (2008). *Tepung Kasava dan Olahannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Subagio, A. (2006). Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-tepungan. *Food Review*. 1(3). 18-22.
- Suda, I., Oki, T., Masuda, M., Kobayashi, M., Nishiba, Y., & Furuta, S. (2003). Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanins and Their Utilization in Foods. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 37(3), 167–173. <https://doi.org/10.6090/jarq.37.167>
- Suprapti, M. L. (2003). *Tepung Ubi Jalar: Pembuatan dan Pemanfaatannya* (1st ed., Vol. 1). Yogyakarta: Kanisius.
- Swinkels & Veendanm. (1985). Composition and Properties of Commercial Native Starches. *Starch - Stärke*, 37 (1), 1–5. <https://doi.org/10.1002/star.19850370102>
- Syarief, R., & Halid, H. (1993). Teknologi penyimpanan pangan. *Arcan*. Jakarta.
- Thompson, J., Manore, M., & Vaughan, L. A. (2011). *The science of nutrition* (2nd ed., Student ed). San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings.
- Winarno, F. G. (2007). *Kimia Pangan dan gizi* (11th ed.). Jakarta: P.T. Gramedia.
- Yoshimoto, M., Okuno, S., Yamaguchi, M., & Yamakawa, O. (2001). Antimutagenicity of Deacylated Anthocyanins in Purple-fleshed Sweetpotato. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65(7), 1652–1655. <https://doi.org/10.1271/bbb.65.1652>