

PENGARUH BERBAGAI METODE PENCEGAHAN PENCOKLATAN ENZIMATIS TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DARI TEPUNG BUAH PANDAN TIKAR (*PANDANUS TECTORIUS* PARK.)

*[Effect of Various Enzymatic Browning Prevention Methods on Physicochemical Characteristics of Pandan Tikar Fruit Flour (*Pandanus tectorius* Park.)]*

**Anggreini Kadotu Lalu¹, Zita Letviany Sarungallo^{2✉}, Sritina Novreta Paulina Paiki²,
Cicilia Maria Erna Susanti³, Nurhaidah Iriany Sinaga⁴, Diana Nurini Irbayanti⁵**

¹) Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

²)Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

ABSTRACT

*Enzymatic browning reaction in pandan tikar (*Pandanus tectorius* Park.) fruit flour (PTF) is a major problem, which can be inhibited by enzyme inactivation. This study aims to determine the effect of various enzymatic browning prevention methods on the physicochemical characteristics of PTF flour. The research method used was a completely randomized design with 4 treatments, namely (a) control (no treatment); (b) blanching (steaming at 80 °C, 3 min); (c) citric acid soaking (0.5% citric acid soaking, 20 minutes) and (d) combination (0.5% citric acid soaking 20 minutes and blanching at 80 °C 3 min). The results showed that all enzymatic browning prevention treatments had a significant effect on the physicochemical properties of PTF flour, namely the L value (brightness), a value (redness), b value (yellowness), gelatinization temperature, proximate content, crude fiber content, and total carotenoids of PTF flour. Prevention of enzymatic browning with blanching treatment can produce PTF flour with dark yellow color, L value 71.12, a value 5.98, b value 46.69, moisture content 9.91% (wb), ash 5.6% (db), fat 3.52% (db), protein 7.47% (db), carbohydrates 83.40% (db), crude fiber 15.49% (db), and total carotenoids 325 mg/Kg (db). The blanching method effectively inhibits enzymatic browning, retains carotenoid content, and produces a distinctive dark yellow color in PTF flour. However, the combination method can also prevent browning and produce a brighter flour color (closer to the natural fruit color).*

Keywords: carotenoids, enzymatic browning, fruit flour, pandan tikar, physicochemical.

ABSTRAK

Reaksi pencoklatan enzimatis pada tepung buah pandan tikar (BPT) (*Pandanus tectorius* Park.) merupakan masalah utama yang dapat dihambat dengan menginaktifkan enzim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai metode pencegahan pencoklatan enzimatis terhadap karakteristik fisikokimia pada tepung BPT. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan, yaitu (a) kontrol (tanpa perlakuan); (b) blansing (pengukusan 80 °C, 3 menit); (c) perendaman asam sitrat 0,5 % selama 20 menit dan (d); kombinasi (perendaman asam sitrat 5% dan blansing 80 °C, 3 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap nilai L (kecerahan), nilai a (kemerahan), nilai b (kekuningan), suhu gelatinisasi, kandungan proksimat, kadar serat kasar, dan total karotenoid tepung BPT. Pencegahan pencoklatan enzimatis dengan perlakuan blansing dapat menghasilkan tepung BPT dengan warna kuning tua, nilai L 71,12, nilai a 5,98, nilai b 46,69, kadar air 9,91% (bb), abu 5,6% (bk), lemak 3,52% (bk), protein 7,47% (bk), karbohidrat 83,40% (bk), serat kasar 15,49% (bk), dan total karotenoid 325 mg/Kg (bk). Metode blansing efektif menghambat pencoklatan enzimatis, mempertahankan kadar karotenoid dan menghasilkan warna kuning tua yang khas pada tepung BPT. Namun, metode kombinasi juga dapat mencegah pencoklatan dan menghasilkan warna tepung yang lebih cerah (mendekati warna alami BPT).

Kata Kunci: fisikokimia, karotenoid, pandan tikar, pencoklatan enzimatis, tepung buah.

PENDAHULUAN

Pandanus tectorius Park., dikenal di beberapa daerah di Indonesia sebagai pandan tikar laut atau pandan tikar, tergolong *famili Pandanus*. Bentuk buahnya bulat telur atau oval hingga lonjong dan berwarna kuning hingga merah jika sudah matang, dengan daging buah yang berserat dan berwarna putih kekuningan, serta bersifat lengket dan berasa manis (Thomson et al., 2006). Kandungan karbohidrat buah pandan tikar yang agak matang mengandung karbohidrat (89,88%) dan total gula (31,60%) yang lebih rendah dibandingkan dengan buah matang (Sarungallo et al., 2018). Karena tingginya kandungan karbohidrat pada buah yang agak matang sehingga pada fase tersebut, buah pandan tikar berpotensi untuk dijadikan tepung sebagai salah satu upaya diversifikasi dan optimalisasi pemanfaatannya.

Tepung buah pandan tikar mempunyai aroma, rasa dan warna yang khas sehingga dapat digunakan pada pengolahan berbagai jenis makanan berbahan dasar tepung. Keuntungan dari tepung pandan tikar antara lain beraroma khas pandan dan warna kuning oranye sehingga dapat berfungsi sebagai pewarna alami makanan. Proses pembuatan tepung dari buah pandan tikar meliputi tahapan pencucian, pengecilan ukuran, perendaman asam sitrat atau blansing, penirisan, penjemuran/pengeringan pada oven, penghalusan, dan pengayakan (Paiki et al., 2018.). Reaksi pencoklatan enzimatis selama proses pembuatan tepung buah pandan tikar dapat terjadi sehingga menyebabkan perubahan warna. Reaksi pencoklatan dapat terjadi karena adanya aktivitas enzim *polifenoloksidase* (PPO), yang dapat mengkatalisis dua reaksi yang berbeda hidrosilasi monofenolase (*monofenol* menjadi *o-difenol*) dan oksidasi difenolase (*o-difenol* menjadi *o-kuinon*), yang kemudian berpolimerisasi menjadi pigmen hitam, coklat, atau merah (Siddiq & Dolan, 2017). Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menghambat reaksi pencoklatan enzimatis pada buah dan sayuran diantaranya dengan metode blansing dan perendaman air, asam sitrat ataupun natrium metabisulfite (Winarno, 2009).

Blansing adalah metode pemanasan cepat yang digunakan untuk menonaktifkan enzim, dengan cara perebusan atau pengukusan pada suhu di bawah 100 °C selama waktu tertentu (Fellows, 2000). Salah satu tujuan proses blansing adalah untuk menginaktifkan enzim bahan pangan (buah dan sayur), seperti enzim *fenolase* yang mengkatalisis pencoklatan dan enzim *lipoksidase* yang dapat merusak karoten (Winarno, 2009; Muchtadi et al., 2013). Sementara itu, asam sitrat dapat mengkompleks ion tembaga (*chelating agent*) yang merupakan katalis dalam reaksi pencoklatan enzimatis. Dijelaskan pula bahwa asam sitrat dapat menghambat pencoklatan enzimatis dengan cara menurunkan pH sehingga menginaktifkan enzim *polifenoloksidase* (Winarno, 2009).

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa irisan buah pandan tikar yang direndam dalam larutan asam sitrat 2% selama 30 menit menghasilkan tepung dengan aroma dan rasa yang agak asam, sedangkan dengan metode blansing (pengukusan) selama 5 menit menghasilkan warna yang lebih kuning dengan rasa khas, namun memiliki rendemen yang lebih rendah dibandingkan tanpa perlakuan (Paiki et al., 2018). Oleh karena itu dalam kajian ini waktu perendaman dikurangi (20 menit menjadi 3 menit), konsentrasi asam sitrat diturunkan (2% menjadi 0,5%), dan waktu blansing diturunkan (5 menit menjadi 3 menit). Hal ini yang dimaksudkan untuk memperbaiki zat gizi dan warna tepung menjadi mendekati warna buah segarnya, dengan rendemen tepung yang maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai metode pencegahan pencoklatan enzimatis terhadap karakteristik fisikokimia pada tepung buah Pandan Tikar.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah buah pandan tikar agak matang dari Amban Pantai - Kampung Indow, Distrik Manokwari Utara, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Bahan kimia untuk analisis proksimat yang digunakan antara lain aquades, HCl, NHCl, NaOH, K₂SO₄, H₂SO₄, HgO, heksan, toluen dan etanol.

Alat

Peralatan yang digunakan meliputi 1) alat untuk pembuatan tepung seperti panci, sendok, loyang, kompor, kertas label, blender, dan ayakan (100 *mesh*); dan 2) Peralatan untuk analisis fisikokimia yaitu: timbangan analitik (Radwag, PT. Intetik presisi integrasi, Jakarta), oven (Memmert UNB 400, Germany), spektrofotometer (Shimadzu UV-2450, Kyoto, Jepang), *waterbath*, desikator, *Minolta Reflectance Chromameter* (CR-400), thermometer, *hot plate*, vortex (Heidolph type reax top, Germany), corong *buchner*, pompa vakum, buret, *soxhlet*, labu *kjeldhal*, cawan dan peralatan gelas lainnya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan penghambatan pencoklatan enzimatis yaitu (a) kontrol (tanpa perlakuan); (b) blansing (suhu 80 °C, 3 menit); (c) perendaman asam sitrat 0,5 % selama 20 menit; dan (d) kombinasi perendaman asam sitrat 0,5 % selama 20 menit dan blansing dengan pengukusan (suhu 80 °C, 3 menit).

Pembuatan Tepung Buah Pandan Tikar

Proses pembuatan tepung buah pandan tikar dengan menggunakan metode Paiki et al. (2018) yang dimodifikasi, yaitu pada lama proses penghambatan pencoklatan enzimatis. Pembuatan tepung buah pandan tikar masing-masing perlakuan dijelaskan berikut ini.

Perlakuan kontrol (tanpa perlakuan)

Produksi tepung buah pandan tikar tanpa perlakuan (kontrol) melibatkan serangkaian tahapan termasuk penyortiran, pencucian, ukuran, pengeringan, penghalusan, dan pengayakan. Sortasi bertujuan untuk memilih *phalange* (bulir) buah pandan tikar yang agak matang, utuh dan tidak rusak, sebagai bahan baku dalam pembuatan tepung. Tahapan pencucian buah dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan atau membuang kotoran yang lengket pada buah pandan tikar. Tujuan pengecilan ukuran dengan ketebalan 2-5 mm adalah untuk memudahkan dalam proses pengeringan dan penghalusan. Pengeringan irisan buah pandan tikar menggunakan oven pengering kabinet pada suhu 60 °C selama ±4-6 jam atau sampai irisan daging buah pandan mudah dipatahkan. Penghalusan daging buah yang sudah kering dengan cara diblender, lalu diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*. Pengayakan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh tepung yang halus dan berukuran seragam, sebelum dikemas plastik.

Perlakuan blansing

Pembuatan tepung buah pandan tikar dengan perlakuan blansing dilakukan dengan tahapan mirip perlakuan kontrol, tetapi yang membedakan adalah adanya tahapan blansing sesudah tahapan pengirisan. Tahapannya meliputi tahapan sortasi, pencucian, pengecilan ukuran, blansing, pengeringan, penghalusan, dan pengayakan. Blansing dilakukan dengan cara irisan daging buah pandan tikar disusun dalam penangas air dan diuapkan dengan uap air panas (dikukus) selama 3 menit. Tahap berikutnya adalah penirisan, dan pengeringan dengan oven pengering kabinet pada suhu 60 °C selama ±4-6 jam, penghalusan dan pengayakan serta pengemasan.

Perlakuan perendaman asam sitrat

Prosedur penyiapan tepung buah pandan tikar dengan perlakuan perendaman asam sitrat mengikuti urutan langkah yang sama seperti perlakuan kontrol, namun didahului dengan tahapan perendaman asam sitrat setelah pengirisan daging buah. Pembuatan tepung dengan perlakuan perendaman asam sitrat diawali dengan pembersihan buah pandan, pengecilan ukuran dilakukan dengan cara mengiris daging buah dengan ketebalan 2-5 mm, perendaman dalam larutan asam sitrat

0,5% selama 20 menit, pembilasan dan penirisan, pengeringan, penepungan dan pengayakan serta pengemasan.

Perlakuan kombinasi (perendaman asam sitrat dan blansing)

Pembuatan tepung buah pandan tinar dengan perlakuan kombinasi dilakukan dengan tahapan meliputi tahapan sortasi, pencucian, pengecilan ukuran, perendaman asam sitrat, blansing, pengeringan, penghalusan, dan pengayakan. Hasil irisan daging buah dengan ketebalan 2-5 mm direndam dalam larutan asam sitrat 0,5% selama 20 menit. Selanjutnya hasil perendaman dibilas dan ditiriskan lalu diblansing 80 °C selama 3 menit. Irisan buah pandan hasil blansing selanjutnya ditiriskan, dikeringkan, dihaluskan, diayak, dan dikemas.

Analisis Sifat Fisikokimia Tepung Buah

Tepung buah pandan tinar yang dihasilkan dikarakterisasi fisiknya seperti rendemen, warna (*Chromameter*), dan suhu gelatinisasi (Sudarmadji et al., 1997). Analisis komposisi proksimat (AOAC, 2023) tepung buah pandan tinar meliputi kadar air (metode oven), kadar abu (metode tanur), kadar lemak (ekstraksi soxhlet), kadar protein (metode mikro kjeldahl), kadar karbohidrat (*by different*), dan kadar serat kasar (metode gravimetri dengan perlakuan asam kuat dan basa kuat).

Analisis Total Karotenoid

Analisis total karotenoid menggunakan metode Al-Farsi et al. (2005) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 0,01 gr dari masing-masing sampel ditambahkan 0,1% *butylated hydroxytoluene* (BHT) dihitung dari basis volume 10 ml. Larutan divortex untuk mengekstrak karoten selama 15 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 446 nm. Total karotenoid dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Total karotenoid (mg/Kg)} = \frac{A \times V \times 10^4}{E_{1\text{cm}}^{1\%} \times W} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: A = nilai absorbansi, V = volume sampel (mL), $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ = *extinction coefficient* = 2.500 untuk β -karoten dalam larutan, W = berat sampel (g).

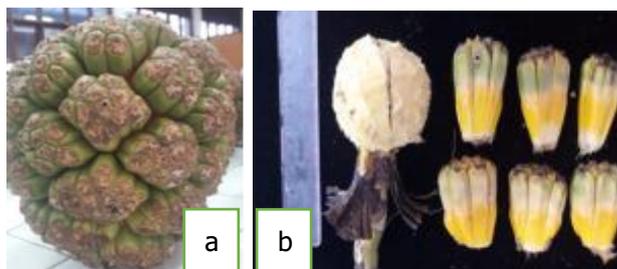
Analisis Data

Data karakteristik fisikokimia tepung buah pandan tinar yang dihasilkan dalam kajian ini dianalisis menggunakan analisis ragam. Jikalau hasil analisis ragam ditemukan perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan metode *Duncan* pada taraf kepercayaan signifikansi 95% ($\alpha=5\%$). Analisis data statistik menggunakan Program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 16.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Tepung Buah Pandan Tinar

Tingkat kematangan buah untuk pembuatan tepung adalah agak matang yang ditandai dengan jarak antar *phalange* mulai agak terbuka dan bagian daging buah pandan tinar yang dapat dimakan telah menguning (Gambar 1). Karakteristik fisik buah pandan tinar yang digunakan dalam kajian ini disajikan pada Tabel 1, yang berbentuk oval dengan berat utuh berkisar 3-4 kg. (Maker et al., 2018) melaporkan bentuk buah pandan tinar asal Pantai Utara Manokwari berbentuk oval dengan berat 1,7-4,0 kg, sedangkan asal Pulau Mansinam (Manokwari) berbentuk bulat lonjong dengan berat yang lebih ringan yaitu 1,3-2,5 kg.



Gambar 1. Tampilan buah pandan tikar: (a) Buah utuh; (b) Empulur dan *phalange* (bulir)

Buah pandan tikar tersusun dari empulur dan *phalange*. Empulur adalah bagian inti (*core*) di tengah buah, tempat melekatnya *phalange* atau bulir (Gambar 1b). *Phalange* terdiri daging buah yang dapat dimakan dan biji (*drupa*). Jumlah *phalange* per buah utuh pandan tikar berkisar 54-61. Ukuran *phalange* yang dapat dimakan berkisar 3-5 cm dengan berat 8-11 g/*phalange*. Bagian yang dapat dimakan dapat diiris-iris dan dikeringkan untuk menghasilkan tepung buah pandan tikar. Berat daging buah perbuah kurang lebih 480 g dari 53 *phalange*.

Tabel 1. Karakteristik fisik buah pandan tikar "agak matang" asal Amban Pantai (Manokwari), dibandingkan dengan yang berasal dari Pantai Utara (Manokwari) dan Pulau Mansinam (Manokwari)

Parameter Fisik Buah Pandan Tikar	Amban Pantai	Pantai Utara*	Pulau Mansinam*
Bentuk Buah Utuh	Oval	Oval	Bulat lonjong
Berat Buah Utuh (kg)	3,0-5,0	1,7-4,0	1,3-2,5
Jumlah <i>phalange</i>	54-61	41-60	57-82
Ukuran panjang <i>phalange</i> (cm)	4,6-7,2	3,4-5,9	5,8-6
Warna daging buah yang dapat dimakan	Kuning	Kuning	Kuning
Berat daging buah dalam 1 <i>phalange</i> (g)	8-11	4-10	4-10

*Maker et al., (2018)

Sifat Fisik Tepung Buah Pandan Tikar

Analisis sifat fisik tepung buah pandan tikar yang dihasilkan dari keempat perlakuan meliputi rendemen, warna dan suhu gelatinisasi. Data hasil analisis karakteristik fisik tepung tersebut disajikan pada Tabel 2. Data pada Tabel 2 memperlihatkan adanya pengaruh perlakuan metode pencegahan pencoklatan enzimatis terhadap tepung yang dihasilkan.

Tabel 2. Karakteristik Fisik Tepung Buah Pandan Tikar dengan perlakuan kontrol, blansing, asam sitrat dan kombinasi perendaman asam sitrat dan blansing

Parameter	Perlakuan			
	Kontrol	Blansing	Perendaman asam sitrat	Kombinasi
Rendemen (%)	15,84±1,94	14,79±1,79	15,19±1,46	14,54±5,01
Warna (Nilai Hunter)				
Nilai L (Kecerahan)	73,58±0,23 ^b	71,12±0,15 ^a	74,25±0,29 ^c	71,09±0,02 ^a
Nilai a (Kemerahan)	3,91±0,44 ^b	5,99±0,18 ^c	3,58±1,22 ^a	6,25±0,58 ^d
Nilai b (Kekuningan)	36,74±0,37 ^b	46,69±0,65 ^d	36,18±0,33 ^a	45,54±0,25 ^c
Suhu Gelatinisasi (°C)	85-90	80-90	85-90	85-90

*Huruf yang berbeda dibelakang angka menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Rendemen

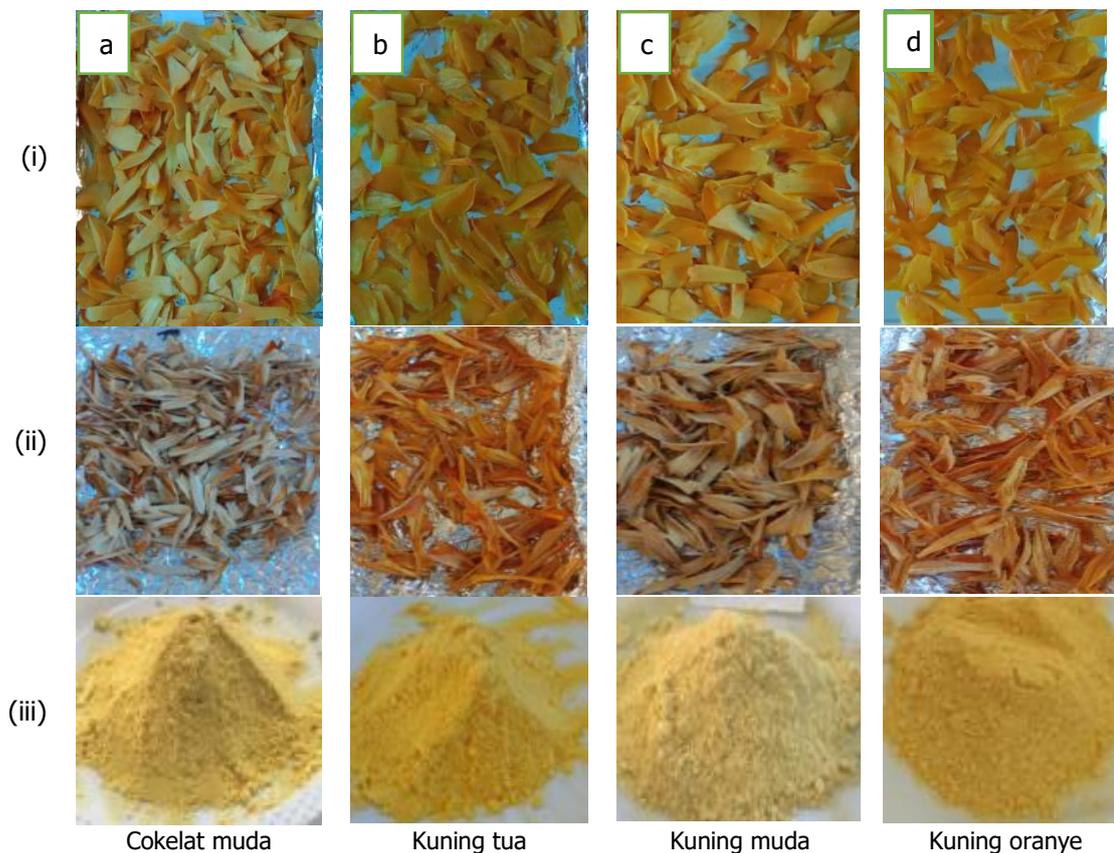
Persentase tepung yang berhasil diperoleh dari irisan buah pandan tikar dengan perlakuan 4 metode berkisar antara 14,54%-15,84% (Tabel 2). Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa metode

pencegahan pencoklatan enzimatis tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$) terhadap rendemen tepung yang diproduksi (Tabel 2).

Rendemen tepung yang dihasilkan dalam kajian ini lebih rendah dibandingkan laporan Paiki et al. (2018), dimana perendaman asam sitrat menghasilkan rendemen sebesar 15,71% (Paiki et al., 2018). Perbedaan rendemen ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan jenis dan asal buah pandan tikar. Penelitian ini menggunakan buah asal Amban Pantai Manokwari, sedangkan Paiki et al., (2018) menggunakan buah dari Pulau Mansinam, dengan ukuran buah yang lebih besar.

Warna

Warna berperan penting dalam penilaian awal dari suatu produk makanan (Winarno, 2009). Tepung dengan warna kusam dan kurang menarik akan memberikan kesan yang negatif dan berpengaruh pada tingkat penerimaannya sebelum menilai elemen lain. Hasil pengujian pencegahan pencoklatan enzimatis pada irisan buah pandan tikar menunjukkan variasi warna pada tepung yang dihasilkan, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pencegahan pencoklatan enzimatis dengan metode blansing, perendaman asam sitrat, dan kombinasinya dapat memperbaiki warna irisan pandan dari lebih cerah dibandingkan kontrol (Gambar 2-i). Selanjutnya setelah dikeringkan warna irisan buahnya lebih cerah dan stabil dibandingkan pada kontrol (Gambar 2-ii). Hasil pengujian tepung yang dihasilkan, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pencegahan pencoklatan enzimatis dengan metode blansing, perendaman asam sitrat, dan kombinasinya dapat memperbaiki warna tepung dari lebih cerah dibandingkan kontrol (Gambar 2-iii).



Gambar 2. Irisan Buah Pandan Tikar segar (i), Setelah dikeringkan (ii) dan Tepung buah (iii), dengan perlakuan kontrol-tanpa perlakuan (a); Blansing (b), Perendaman asam sitrat (c), dan Kombinasi perendaman asam sitrat dan blansing (d).

Pengukuran warna tepung buah pandan tikar menggunakan chromameter menghasilkan nilai L, a, dan b yang mencerminkan variasi warna. Secara visual, tepung pada perlakuan control (tanpa perlakuan) tampak berwarna coklat muda, sedangkan tepung yang diblansing berwarna kuning tua. Perlakuan asam sitrat menghasilkan warna kuning muda, sementara kombinasi perlakuan menghasilkan

warna kuning oranye. Sebagai perbandingan, tepung tanpa perlakuan mengalami pencoklatan paling nyata, terlihat berwarna coklat muda (Gambar 2-iii).

Nilai L menggambarkan tingkat kecerahan pangan, dengan kisaran 0-100. Semakin tinggi nilai L mengindikasikan sampel memiliki warna dengan kecerahan tinggi (terang), dan sebaliknya jika lebih rendah menunjukkan bahwa tingkat kecerahan warnanya berkurang. Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai L tepung buah pandan tikar dari keempat perlakuan berkisar antara 71,09-74,25. Sidik ragam memperlihatkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai L tepung buah pandan tikar (Tabel 2). Pengujian lanjut Duncan (tingkat kepercayaan 95%) menunjukkan bahwa nilai L (tingkat kecerahan) paling tinggi pada metode perendaman asam sitrat 0,2% tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa perendaman, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tingginya nilai L dari perlakuan perendaman asam sitrat 0,5% selama 20 menit karena cukup efektif mencegah reaksi pencoklatan enzimatis. Hal ini dimungkinkan karena dengan menurunnya pH larutan sehingga enzim inaktif, disamping itu asam sitrat dapat mengkelat ion tembaga (pada enzim PPO) yang merupakan katalis reaksi pencoklatan enzimatis sehingga dapat menstabilisasi warna, aroma dan tekstur makan (Winarno, 2009). Nilai L tepung pandan tikar ini lebih rendah dibandingkan laporan (Paiki et al., 2018), dengan perlakuan perendaman asam sitrat dengan konsentrasi 2% selama 30 menit dengan nilai L 77,82. Dengan demikian makin tinggi konsentrasi dan lama perendaman makin cerah warna tepung yang dihasilkan. Panggi (2018) menambahkan bahwa Perendaman irisan sukun dalam larutan asam sitrat 1% menghasilkan tepung dengan derajat putih 91,2%, lebih tinggi dibandingkan yang tanpa perlakuan asam (89,76%). Sementara Efendi et al., (2015) juga melaporkan bahwa metode blansing (80 °C, 5 menit) cenderung menurunkan nilai L dibandingkan perlakuan tanpa blansing.

Nilai a mengindikasikan derajat kemerahan sampel, yaitu jika semakin tinggi maka warnanya semakin merah dan sebaliknya jika semakin kecil maka warnanya semakin gelap. Data dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai a (tingkat kemerahan) tepung pandan tikar, dari keempat metode yang digunakan, berkisar antara 3,58-6,25. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis tepung buah pandan tikar berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap tingkat kemerahan (nilai a) tepung yang dihasilkan. Hasil uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa nilai a (tingkat kemerahan) tepung paling tinggi pada perlakuan kombinasi (perendaman asam sitrat dan blansing) yang secara visual berwarna kuning oranye (Gambar 2d-iii) secara nyata berbeda dengan perlakuan lain, dan yang terendah pada perlakuan perendaman asam sitrat dengan warna kuning muda (Gambar 2c-iii). Tingginya nilai a pada perlakuan kombinasi diduga karena adanya interaksi perlakuan pendahuluan yaitu perendaman asam sitrat yang menurunkan pH larutan perendaman sehingga menghambat oksigen kontak dengan irisan daging buah, kemudian dilanjutkan dengan blansing-uap panas dapat menginaktifkan enzim PPO sehingga reaksi pencoklatan dapat diminimalkan (Estiasih & Ahmadi, 2011). Dengan demikian, perlakuan perendaman asam sitrat dan blansing dapat mempertahankan warna kuning oranye daging buah pandan tikar. Selain itu, warna oranye dikontribusi oleh karotenoidnya yang merupakan pigmen alaminya (Tabel 3). Wibowo et al., (2017) juga melaporkan bahwa perlakuan kombinasi (perendaman asam sitrat dan blansing) dapat mencegah reaksi pencoklatan enzimatis, dalam pembuatan tepung dari umbi kentang varietas granola.

Nilai b menunjukkan tingkat kekuningan, semakin tinggi nilainya maka warna sampel semakin kuning sedangkan semakin rendah menghasilkan warna yang lebih gelap. Data Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai a (tingkat kemerahan) tepung dari empat perlakuan bervariasi berkisar antara 36,18-46,69. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai b dari tepung yang dihasilkan. Hasil pengujian Duncan pada kepercayaan 95% memperlihatkan bahwa nilai b tepung buah pandan tikar yang paling tinggi pada perlakuan blansing yang secara visual berwarna kuning tua (Gambar 2b-iii) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dan paling rendah pada perendaman asam sitrat dengan warna kuning muda (Gambar 2c-iii).

Tingginya nilai b dapat disebabkan oleh proses blansing dengan pemanasan uap selama 3 menit cukup efektif untuk menonaktifkan enzim PPO sehingga mencegah reaksi pencoklatan enzimatis. Paiki et al., (2018) juga melaporkan bahwa nilai b dari tepung buah pandan tikar dengan blansing uap adalah yang tertinggi dibandingkan kontrol (tanpa perlakuan) dan perendaman asam sitrat. Lebih lanjut Fellows (2000) menjelaskan bahwa blansing dapat menyebabkan warna bahan menjadi lebih cerah, karena pemanasan dapat menginduksi perubahan struktur konjugasi karoten sehingga bagian warna merah meningkat dan warna kuning menurun. Menurut Efendi et al., (2015) penggunaan metode blansing pada suhu 80°C selama 5 menit menghasilkan tepung ubi jalar oranye dengan nilai tertinggi (28,67), yang secara nyata berbeda dengan tanpa perlakuan.

Suhu Gelatinisasi

Suhu gelatinisasi merupakan proses dimana pati menjadi larut dalam air saat suspensinya dipanaskan pada suhu kritisnya (Emire dan Rakshit, 2006). Dijelaskan pula bahwa pembentukan gel diawali dengan penyerapan air dan pembengkakan granula pati, yang dipengaruhi oleh struktur molekul pati, terutama kandungan amilosa dan amilopektin, serta kondisi pemanasan seperti suhu dan waktu. Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa suhu gelatinisasi tepung buah pandan tikar yang dihasilkan bervariasi antara 85-90 °C.

Perlakuan blansing paling cepat tergelatinisasi yaitu pada suhu 80°C, sehingga adanya proses blansing dengan uap panas yang mudah terurai menjadi gula sederhana sehingga mudah tergelatinisasi. Sedangkan perlakuan perendaman asam sitrat maupun kombinasi relatif sama dengan tanpa perlakuan. Hal ini dapat disebabkan karena blansing dapat merusak struktur gel pektin dan hemiselulosa. Menurut Suprpto (2004), blansing mampu menurunkan kadar serat kasar dari stik ubi jalar dengan merusak struktur gel pektin dan hemiselulosa. Suhu gelatinisasi tepung pandan tikar yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan laporan Paiki et al. (2018) yaitu blansing (92 °C) dan perendaman asam sitrat (93 °C). Hal ini diduga dipengaruhi oleh kadar serat tepung pandan tikar dengan kisaran 13,07-16,86% lebih rendah dibandingkan dengan laporan Paiki et al. (2018) yang berkisar 24,42-28,03%. Kandungan serat yang lebih rendah dapat mempengaruhi struktur granula pati sehingga membutuhkan suhu yang lebih rendah untuk mengalami gelatinisasi.

Kandungan Proksimat Tepung Buah Pandan Tikar

Tepung buah pandan tikar yang dihasilkan dari empat perlakuan yaitu kontrol, blansing, perendaman asam sitrat dan kombinasi, mengandung kadar gizi yang bervariasi. Hasil analisis kandungan proksimat, serat kasar dan total karotenoid tepung buah pandan tikar diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Tepung Buah Pandan Tikar hasil empat yaitu perlakuan kontrol, blansing, asam sitrat dan kombinasi (perendaman asam sitrat dan blansing)

Komposisi kimia tepung buah pandan tikar	Perlakuan pencegahan pencoklatan enzimatis			
	Kontrol	Blansing	Perendaman Asam Sitrat	Kombinasi
Kadar Air (% _{bb})	10,60±0,28 ^b	9,91±0,67 ^a	10,54±2,34 ^b	12,30±0,93 ^c
Kadar Abu (% _{bk})	5,85±1,42 ^d	5,60±0,62 ^c	4,80±76,59 ^a	2,14±69,75 ^b
Kadar Lemak (% _{bk})	4,86±1,18 ^b	3,52±0,08 ^a	4,07±6,73 ^a	3,99±9,03 ^a
Protein (% _{bk})	10,51±0,24 ^c	7,47±4,61 ^a	7,90±0,30 ^a	9,04±0,97 ^b
Karbohidrat (% _{bk})	78,78±0,15 ^a	83,40±0,37 ^c	83,23±0,29 ^c	81,62±0,47 ^b
Serat Kasar (% _{bk})	13,07±0,12 ^a	15,49±0,58 ^b	15,59±1,63 ^b	16,86±0,08 ^c
Total Karotenoid (mg/Kg)	187±7,13 ^a	325±8,31 ^c	234±1,28 ^b	285±17,68 ^c

Keterangan: *Huruf yang berbeda di belakang angka pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

**bb = basis basah; bk = basis kering

Kadar Air

Kandungan air bahan pangan sangat menentukan kualitas dan umur simpannya, karena mempengaruhi berbagai sifat seperti fisik, kimia, dan mikrobiologis (Winarno, 2009). Berdasarkan data Tabel 3, kadar air tepung buah pandan tikar dar berbagai perlakuan pencegahan pencoklatan enzimatis berada dalam kisaran 9,91-12,29%. Nilai ini berada di bawah batas maksimal kadar air yang ditetapkan oleh BSN (2006) dalam SNI 01-3751-2006 tentang tepung terigu sebagai bahan makanan yaitu 14,5%. Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap kadar air pada setiap perlakuan tepung buah pandan tikar. Pengujian Duncan ($P < 0,05$) memperlihatkan bahwa kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi (12,29%) berbeda nyata dengan semua perlakuan dan terendah pada perlakuan blansing sekitar 9,91% (Tabel 3).

Tingginya kadar air pada perlakuan kombinasi diduga disebabkan oleh proses perendaman buah pandan tikar dalam larutan asam sitrat yang mempengaruhi kadar air tepung yang dihasilkan. Pada perlakuan perendaman asam sitrat dan blansing, kandungan air tepung menjadi lebih tinggi, kemungkinan terjadi saat pengeringan mengalami case hardening sehingga kadar air menjadi tinggi. Menurut Litaay & Santoso (2013), penggunaan asam asetat 3% dalam pembuatan tepung ikan sebagai media perendaman dapat menarik air keluar dari sel-sel jaringan ikan sehingga cenderung menurunkan kadar air. Lebih lanjut dijelaskan bahwa perendaman dengan zat asam menyebabkan banyak ikatan hidrogen pada kolagen terputus, sehingga melemahkan ikatan peptida. Akibatnya, kekuatan ikatan molekul air dengan tepung menurun dan menyebabkan penurunan kadar air (Litaay & Santoso, 2013).

Rendahnya kadar air tepung dengan perlakuan blansing uap dapat disebabkan oleh tekanan selama pengukusan membuka pori-pori pada dinding sel tanaman, sehingga air lebih mudah keluar selama proses pengeringan. Disamping itu, pelunakan jaringan selama pengukusan menyebabkan struktur menjadi lebih porous, mempercepat laju penguapan air. Kadar air dalam tepung buah pandan tikar ini hampir sama dengan hasil penelitian (Paiki et al., 2018) yang menggunakan waktu blansing selama 5 menit sebesar 10,08%. Namun, lebih rendah dibandingkan Santoso et al., (2021), pada kisaran 10,97-11,36% untuk 3 jenis buah pandan tikar yang berbeda. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis dan asal buah pandan tikar yang digunakan sebagai bahan baku (Sarungallo et al., 2018). Selain itu, Efendi et al., (2015) juga menyatakan bahwa perlakuan blansing tidak memiliki pengaruh nyata terhadap kandungan air dalam tepung ubi jalar oranye tanpa perlakuan.

Kadar Abu

Mineral dalam suatu makanan dapat diketahui melalui kadar abu yang ada di dalam makanan tersebut (Andarwulan et al., 2011). Data Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar abu tepung buah pandan tikar yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar 4,80-5,85 %bk. Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu tepung yang dihasilkan. Pengujian Duncan pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa tingkat kadar abu pada tepung paling tinggi (5,85%) terdapat pada kontrol (tanpa perlakuan) berbeda secara signifikan antar perlakuan, sementara yang terendah terdapat pada perlakuan perendaman asam sitrat sebesar 4,80% (Tabel 3).

Rendahnya kadar abu tepung pandan yang dihasilkan oleh perendaman asam sitrat menunjukkan bahwa asam sitrat efektif mengkelat logam dan menurunkan pH irisan pandan sehingga kandungan mineral dalam bahan larut bersama air perendaman dan ikut terbuang selama perendaman. Penurunan pH dapat menyebabkan perubahan mineral dari bentuk koloid menjadi bentuk terlarut, sehingga akan keluar dari jaringan buah pandan tikar. Perendaman asam sitrat menghasilkan kadar abu tepung terendah. Kadar abu tepung dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Paiki et al., 2018) yang melaporkan kadar abu 8,94-10,69%. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh jenis dan tempat tumbuh buah pandan tikar. Selain itu, tingkat kematangan juga dapat mempengaruhi kadar abu seperti yang dilaporkan Sarungallo et al., (2018).

Kadar Lemak

Kandungan lemak tepung buah pandan tikar dari empat metode pencegahan pencoklatan enzimatis berkisar antara 3,17-4,34% bk (Tabel 3). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa ke-empat metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak tepung yang dihasilkan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar lemak pada perlakuan kontrol/tanpa perlakuan paling tinggi berbeda nyata dengan ke tiga metode lainnya (Tabel 3), namun perlakuan blansing, asam sitrat dan kombinasi tidak berbeda nyata satu sama lain. Dengan demikian, metode pencegahan pencoklatan enzimatis tidak mempengaruhi kadar lemak tepung yang dihasilkan. Paiki et al., (2018) melaporkan bahwa kadar lemak tepung tanpa perlakuan lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan blansing dan perendaman asam sitrat. Penurunan kadar lemak tersebut dapat disebabkan oleh proses blansing dengan pengukusan dapat mempercepat gerakan molekul lemak sehingga menurunkan viskositas dan mempermudah lepasnya lemak dari jaringan buah (Winarno, 2009). Selain itu, perendaman dalam larutan asam juga menyebabkan sebagian lemak mengalami hidrolisis dan terlarut oleh asam.

Kadar Protein

Protein tergolong makronutrien yang dapat menghasilkan energi, sama seperti karbohidrat dan lemak (Winarno, 2009). Data Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar protein tepung dari keempat perlakuan berkisar antara 7,47-10,51%. Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa perlakuan pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap kadar protein tepung buah pandan tikar yang dihasilkan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar protein tepung buah pandan tikar perlakuan kontrol paling tinggi berbeda nyata dengan semua perlakuan dan terendah pada perlakuan blansing tidak berbeda nyata dengan perendaman asam sitrat.

Kadar protein tepung pandan tikar cenderung menurun ketika dilakukan perlakuan blansing uap, yang dapat mengakibatkan protein terdenaturasi dan terlepas dari jaringan buah. Demikian halnya dengan perendaman asam sitrat juga dapat menyebabkan penurunan pH larutan dan protein dalam jaringan buah terdenaturasi. Menurut Winarno, (2009), pada titik isoelektrik protein bersifat hidrofobik sehingga akan berikatan dengan muatannya sendiri membentuk lipatan ke dalam dan terjadi pengendapan dengan cepat. Paiki et al (2018), juga melaporkan bahwa kandungan kadar protein tepung buah pandan tikar dengan perlakuan kontrol dan blansing tidak berbeda nyata satu sama lain, namun lebih tinggi dibandingkan perlakuan perendaman asam sitrat 5% selama 30 menit. Perbedaan dapat disebabkan oleh variasi jenis dan lokasi tumbuh buah pandan tikar yang digunakan. Menurut Sarungallo et al (2018), kadar protein buah pandan tikar berbeda nyata antar jenis dan lokasi tumbuhnya.

Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat tepung buah pandan tikar dari keempat perlakuan berkisar antara 78,78-83,40% (Tabel 3). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat tepung yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa kadar karbohidrat lebih tinggi daripada pada komponen kimia lainnya. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar karbohidrat tepung dari perlakuan blansing dan perendaman asam sitrat paling tinggi dan tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata dengan semua perlakuan; sementara perlakuan kontrol memiliki kadar karbohidrat yang paling rendah berbeda nyata dengan semua perlakuan (Tabel 3). Laporan Paiki et al., (2018) juga menunjukkan bahwa kadar karbohidrat tepung buah pandan tikar perlakuan perendaman asam sitrat dan blansing lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Menurut Pardede et al. (2017), kadar karbohidrat dipengaruhi oleh persentase komposisi gizi lainnya seperti kadar air, abu, lemak, dan protein. Oleh karena itu, makin besar kadar komponen gizi lainnya menyebabkan kadar karbohidrat bahan akan menurun dan sebaliknya.

Kadar Serat Kasar

Serat kasar tergolong polisakarida yang sulit untuk diuraikan dan bersifat tidak larut air (Winarno, 2009). Data Tabel 3 memperlihatkan bahwa tepung buah pandan tikar yang dihasilkan dari semua perlakuan mengandung serat kasar pada kisaran 13,07-16,86%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tepung buah pandan tikar berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap serat kasar tepung yang dihasilkan. Pengujian lanjutan Duncan menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi kandungan mengandung serat kasar tepung paling tinggi (16,86%), sementara perlakuan kontrol (tanpa perlakuan) memiliki kandungan serat kasar yang paling rendah yang berbeda secara signifikan dengan semua perlakuan. Di sisi lain, perlakuan blansing dan perendaman asam sitrat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata satu sama lain. Paiki et al (2018) juga melaporkan bahwa kandungan kadar serat kasar tepung buah pandan tikar dengan perendaman asam sitrat paling tinggi, berbeda nyata dengan perlakuan blansing dan kontrol (tanpa perlakuan). Menurut Winarno, (2009), serat dibagi menjadi dua yaitu serat kasar tidak larut air seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin, serta serat larut air seperti pektin dan glukukan. Oleh karena itu diduga bahwa baik metode blansing maupun perendaman asam sitrat diduga dapat menyebabkan hilangnya komponen larut selama dipanaskan dengan uap panas atau direndam dengan asam sitrat, sehingga meningkatkan kadar serat kasar.

Total Karotenoid

Karotenoid pada umumnya merupakan pigmen alami tumbuhan dengan berwarna kuning hingga merah. Data Tabel 3 memperlihatkan kadar total karotenoid tepung buah pandan tikar yang dihasilkan keempat perlakuan yang diuji berkisar antara 187-325 mg/Kg. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap kadar total karotenoid tepung buah pandan tikar yang dihasilkan. Pengujian lanjut Duncan memperlihatkan bahwa kandungan karotenoid tepung dari perlakuan blansing yang tertinggi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi; namun berbeda nyata dengan kontrol dengan nilai terendah (Tabel 3). Hasil ini memperlihatkan bahwa aplikasi penghambatan pencoklatan enzimatis baik blansing, perendaman asam sitrat maupun kombinasi dapat meningkatkan stabilitas karotenoid sebagai pigmen alami buah pandan tikar. Asgar & Musaddad (2006) melaporkan bahwa metode blansing dapat meningkatkan kandungan β -karoten wortel menjadi 100,8 ug/100 g, sedangkan tanpa diblansing hanya mengandung 84 ug/100 g. Kusdibyo & Musaddad (2000) juga melaporkan metode blansing (perebusan air 80-90 °C, 10 menit) meningkatkan kecerahan warna wortel menjadi lebih cerah, serta memiliki tekstur dan nutrisi yang lebih baik.

KESIMPULAN

Semua metode pencegahan pencoklatan enzimatis berpengaruh nyata terhadap nilai L (kecerahan), nilai a (kemerahan), nilai b (kekuningan), suhu gelatinisasi, kandungan proksimat, kadar serat kasar, dan total karotenoid tepung BPT. Pencegahan pencoklatan enzimatis dengan perlakuan blansing dapat menghasilkan tepung BPT dengan warna kuning tua, nilai L 71,12, nilai a 5,98, nilai b 46,69, kadar air 9,91% (bb), abu 5,6% (bk), lemak 3,52% (bk), protein 7,47% (bk), karbohidrat 83,40% (bk), serat kasar 15,49% (bk), dan total karotenoid 325 mg/Kg (bk). Metode blansing efektif menghambat pencoklatan enzimatis, mempertahankan kadar karotenoid dan menghasilkan warna kuning tua yang khas pada tepung BPT. Namun, metode kombinasi juga dapat mencegah pencoklatan dan menghasilkan warna tepung yang lebih cerah (mendekati warna alami BPT).

DAFTAR PUSTAKA

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., & Shahidi, F. (2005). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix*

- dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7592–7599. <https://doi.org/10.1021/jf050579g>.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati, D. (2011). *Pengelolaan data analisis pangan*. Universitas Terbuka.
- [AOAC] Association of Analytical Chemist. (2023). *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22nd ed.) (G. W. Latimer, Ed.). AOAC Publications.
- Asgar, A., & Musaddad, D. (2006). Optimalisasi cara, suhu, dan lama blansing sebelum pengeringan pada wortel. *Jurnal Hortikultura*, 16(3), 245–252. <http://124.81.126.59/handle/123456789/7939>.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2006). *SNI 01-3751-2006 – Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Efendi, Z., Surawan, F. E. D., & Winarto. (2015). Efek blanching dan metode pengeringan terhadap sifat fisikokimia tepung ubi jalar orange (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agroindustri*, 5(2), 109–117. <http://dx.doi.org/10.31186/j.agroind.5.2.109-117>.
- Estiasih, T., & Ahmadi, K. G. S. (2011). *Teknologi pengolahan pangan*. Bumi Aksara.
- Fellows, P. J. (2000). *Food processing technology: Principles and practice*. Ellis Horwood Limited.
- Litaay, C., & Santoso, J. (2013). Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 85–92.
- Maker, D., Sarungallo, Z. L., Santoso, B., Latumahina, R. M. M., Susanti, C. M. E., Sinaga, N. I., & Irbayanti, D. N. (2018). Sifat fisik, kandungan vitamin c dan total padatan buah pandan tikar (*Pandanus tectorius* Park.) pada tiga tingkat kematangan. *Agritechnology*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v1i1.5>
- Muchtadi, T. R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2013). *Pengetahuan bahan pangan (cetakan keempat)*. Alfabeta.
- Paiki, S. N., Irman., Sarungallo, Z. L., Latumahina R. M. M., Susanti, C. M. E., Sinaga, N. I., & Irbayanti, D. N. (2018). Pengaruh blansing dan perendaman asam sitrat terhadap mutu fisik dan kandungan gizi tepung buah pandan tikar (*Pandanus tectorius* Park.). *Agritechnology*, 1(2), 76–83. <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v1i2.20>
- Panggi, H. (2018). *Karakteristik tepung sukun (Artocapus communis) dengan kombinasi metode perendaman asam sitrat dan steam blanching*. [Skripsi, Universitas Negeri Gorontalo].
- Pardede, M. C., Julianti, E., & Ridwansyah. (2017). Pengaruh suhu blansing dan suhu pengeringan terhadap mutu fisik tepung ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(3), 469–477.
- Santoso, B., Menanti, N. W., & Sarungallo, Z. L. (2021). Karakteristik fisikokimia tepung pandan tikar (*Pandanus tectorius* Park.). *Pro Food*, 7(1), 831–839. <https://doi.org/10.29303/profood.v7i1.166>.
- Sarungallo, Z. L., Susanti, C. M. E., Sinaga, N. I., Irbayanti, D. N., & Latumahina, R. M. M. (2018). Kandungan gizi buah pandan laut (*Pandanus tectorius* Park.) pada tiga tingkat kematangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(1), 21–26. <https://doi.org/10.17728/jatp.2577>
- Shimelis, E. A., Meaza, M., & Rakshit, S. K. (2006). Physicochemical properties, pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from improved bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

- varieties grown in East Africa. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 8, 1–19. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/629/623>.
- Siddiq, M., & Dolan, K. D. (2017). Characterization and heat inactivation kinetics of polyphenol oxidase from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chemistry*, 218, 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.061>
- Sudarmadji, S., Bambang, H., & Suhardi. (1997). *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty.
- Suprpto. (2004). *Pengaruh lama blanching terhadap kualitas stik ubi jalar (Ipoema batatas L.) dari tiga varietas*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang.
- Thomson, L. A. J., Englberger, L., Guarino, L. Thaman, R. R., & Elevitch, C. R. (2006). *Pandanus tectorius* (pandanus). In C. R. Elevitch (Ed.), *Species profiles for pacific island agroforestry*. Permanent Agriculture Resources: Holualoa, Hawai'i. www.traditionaltree.org.
- Wibowo, C., Erminawati, Hariyanti, P., & Wicaksono, R. (2017). Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan dari umbi kentang varietas granola. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed*, 7(1), 585–593.
- Winarno, F. G. (2009). *Kimia pangan dan gizi*. Gramedia Pustaka Utama.