

---

## KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA TEPUNG BUAH PEDADA (*Sonneratia caseolaris*) DENGAN SUHU PENGERINGAN BERBEDA

*Characterization of Physical Properties and Antioxidant Activities on Mangrove Fruit Flour (*Sonneratia caseolaris*) with Different Drying Temperatures*

**Tandani Chandra Verdiantika<sup>1)</sup>, Dwi Yuli Pujiastuti<sup>2)</sup>, Spto Andriyono<sup>2\*)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115, Indonesia

<sup>2)</sup>Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115, Indonesia

\*korespondensi: [spto.andriyono@fpk.unair.ac.id](mailto:spto.andriyono@fpk.unair.ac.id)

Diterima: 04 Juli 2022, Disetujui: 19 Oktober 2022

### ABSTRACT

*Pedada fruit (*Sonneratia caseolaris*) is a commodity of the fisheries and marine sectors that is able to prevent abrasion and as a place to live for several marine biotas. The part of the pedada fruit can be used starting from the leaves, stems, skin, and fruit. The advantages obtained are that the fruit can be directly eaten and has a variety of nutritional content of vitamins and secondary metabolites. Pedada fruit flour is able to become the substitution for flour that has high nutritional value. The role of drying temperature can improve physical and chemical properties, as well as increase the nutritional content and secondary metabolites that affect the quality of products. The research aimed to find out the physical characterization and antioxidant activity of pedada fruit flour (*Sonneratia caseolaris*) with different drying temperatures. This research method used the different drying temperatures of 40°C (R1), 50°C (R2), and 60°C (R3) with three repetitions. The main parameters are the characterization of physical properties which include yield tests, Particle Size Index (PSI), colour, and antioxidant activity. The supporting parameters were proximate analyses. Data analysis used Analysis of Variance (ANOVA) 1 factor and Least Significant Difference (LSD). The results showed that the physical characteristics of pedada fruit flour produced yields ranging from 8.38±0.08 to 11.31±0.10 with a Particle Size Index (PSI) above 96% in all treatments and the best colour appearance was light olive-brown at 40°C temperature. The value of antioxidant activity varies between 15.49±0.03 to 71.63±0.01 which decreases with increasing drying temperature and has a proximate analysis that is suitable for use as a substitute for consumption according to SNI. The effect of drying temperature on pedada fruit flour (*Sonneratia caseolaris*) had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on physical characteristics, antioxidant activity, and proximate analysis.*

**Keywords:** *antioxidant, characterization, food, mangrove, temperature*

### ABSTRAK

Tanaman mangrove pedada (*Sonneratia caseolaris*) merupakan komoditas sektor perikanan dan kelautan yang dapat dimanfaatkan bagian daun, kulit, akar maupun buahnya. Adapun keunggulan dari buah ini dapat langsung dimakan serta memiliki berbagai kandungan gizi, vitamin, dan metabolit sekunder. Diversifikasi produk tepung buah pedada mampu menjadi substitusi tepung yang memiliki nilai gizi dan ekonomis tinggi. Peran suhu pengeringan mampu memperbaiki sifat fisik dan peningkatan terhadap kandungan gizi yang berpengaruh pada kualitas produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakterisasi fisik dan aktivitas antioksidan pada tepung buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) dengan pengaruh suhu pengeringan yang berbeda. Penelitian ini menggunakan perlakuan suhu pengeringan 40°C (R1), 50°C (R2), and 60°C (R3). Parameter utama dalam penelitian ini adalah karakterisasi fisik yang meliputi uji rendemen, *Particle Size Index* (PSI), kenampakan warna, dan aktivitas antioksidan. Sedangkan parameter pendukung meliputi analisis proksimat. Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) 1 faktor dan dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fisik

tepung buah pedada menghasilkan rendemen berkisar antara  $8,38 \pm 0,08$  hingga  $11,31 \pm 0,10$  dengan *Particle Size Index* (PSI) diatas 96% pada semua perlakuan, serta kenampakan warna terbaik yaitu *light olive brown* pada perlakuan suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Adapun nilai aktivitas antioksidan bervariasi antara  $15,49 \pm 0,03$  hingga  $71,63 \pm 0,01$  yang semakin menurun seiring kenaikan suhu pengeringan dan memiliki nilai proksimat yang memenuhi karakteristik syarat mutu tepung sebagai konsumsi menurut SNI. Pengaruh suhu pengeringan pada tepung buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap karakteristik fisik, aktivitas antioksidan, dan analisis proksimat.

**Kata kunci:** antioksidan, karakterisasi, pangan, mangrove, temperatur

## PENDAHULUAN

Buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) merupakan buah mangrove yang memiliki kulit hijau dengan aroma khas. Namun, rasa asam pada buah pedada membuat orang enggan mengkonsumsi secara langsung. Manalu (2013) menyatakan kandungan gizi daging buah pedada sangat tinggi yaitu kandungan vitamin A, vitamin B, vitamin B2, dan vitamin C. Selain itu, diketahui bahwa buah pedada memiliki nutrisi yang baik untuk kesehatan, diantaranya kandungan fitokimia untuk mencegah penyakit seperti beri-beri, kanker, dan penyakit jantung (Rahman, 2016), serta kandungan serat pangan yang menurunkan kolesterol (Ahmed et al., 2010).

Menurut Rahman (2016), menyatakan kandungan air buah pedada sangat tinggi hingga mencapai 79% yang membuat buah ini memiliki umur simpan pendek dan mudah membusuk karena air merupakan media pertumbuhan mikroorganisme. Alternatif untuk mengatasi hal tersebut dilakukan diversifikasi produk menjadi tepung buah pedada sebagai substitusi tepung untuk konsumsi. Tepung buah pedada merupakan partikel kecoklatan yang memanfaatkan proses pengeringan (Jariyah, 2014).

Proses pengeringan merupakan pengolahan untuk menghasilkan bentuk produk baru dan metode pengawetan bahan pangan mudah rusak dengan mengurangi kadar air. Bahan pangan yang memiliki kadar air tinggi dapat menghasilkan tepung dengan ukuran partikel besar dengan tekstur basah dan lembek, serta berpotensi sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme (Mechlouch et al., 2012). Beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengeringan berkaitan dengan suhu, aliran udara pengering, kecepatan volumetrik,

kelembaban udara, serta sifat bahan (Dharma, 2020). Keberhasilan proses pengeringan tergantung beberapa faktor, salah satunya adalah suhu pengeringan. Jika suhu terlalu rendah, maka proses akan gagal dan kualitas memburuk. Sedangkan, saat suhu terlalu tinggi akan mempengaruhi warna dan terjadi penurunan pada beberapa zat aktif yang terkandung (Dharmapadni, 2016).

Menurut Andriani (2013), menyatakan bahwa suhu pengeringan menyebabkan perubahan senyawa dalam bahan pangan yang berpengaruh pada komposisi kimia dari tepung yang dihasilkan terutama kandungan flavonoid, steroid, alkaloid, dan fenolik yang mempunyai aktivitas antioksidan dan antimikroba. Aktivitas antioksidan memiliki dampak besar terhadap kesehatan manusia seperti analgesik dan anti-inflamasi. Selain itu, suhu pengeringan akan mempengaruhi karakteristik fisik dari tepung terutama pada tekstur dan warna yang dihasilkan dapat dievaluasi dengan mengukur tingkat kecerahan pada tepung (Astuti, 2021).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk memperbaiki karakteristik sifat fisik yang meliputi rendemen, *Particle Size Index* (PSI), dan kenampakan warna serta aktivitas antioksidan dari tepung buah pedada. Sehingga penelitian ini mampu menambah keragaman olahan tepung buah pedada yang menjadi substitusi tepung sebagai bahan baku serta meningkatkan pemahaman masyarakat dalam memanfaatkan hasil dari *mangrove*.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Analisis Fakultas Perikanan dan

Kelautan Universitas Airlangga dari bulan Maret hingga Mei 2022.

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan antara lain buah pedada yang siap panen dengan karakteristik memiliki warna hijau agak kecoklatan yang diperoleh dari Wilayah Mangrove Wonorejo, Surabaya. Kemudian bahan pendukung yang diperlukan antara lain Air, Aquades, Etanol ( $C_2H_5OH$ ), n-Heksana ( $C_6H_{14}$ ), DPPH ( $C_{18}H_{12}N_5O_6$ ), Kalium Sulfat ( $K_2SO_4$ ), Tembaga Sulfat ( $CuSO_4$ ), Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) 45%, Larutan Jenuh Asam Borat ( $H_3BO_3$ ) 4%, HCL 0,1 N (*Merck*), *Methylene Red*, dan *Brom Cresol Green*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Oven (*Nuve FN 120*), Baskom, Pisau, Kain Golden Mella, Loyang Metal, Ayakan 80 Mesh, Timbangan Analitik (*Ohaus 210 gr*), Centrifuge (*EBA 20*), Alat Gelas (*HERMA*), Botol Kaca Coklat, Refrigerator (*GEA*), Saringan Whatman No. 42, Rak Tabung Reaksi, Cawan Porselen, Desikator, Tanur (*B-One*), Kjeltec, Buret, Statif, Klem, Soxhlet, Thimble, Cup Aluminium, Vortex, Mikropipet (*Micropipette Single Channel 0,5 - 10 mL*), *Moisture Analyzer (BEL Engineering)*, *Vacuum Rotary Evaporator (Hanvapor HS-2005S-M)*, Kuvet, dan *Spektrofotometer UV-VIS (Human X-ma 1200)*.

### Metode Penelitian

Penelitian menggunakan eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai rancangan percobaan dengan tiga perlakuan dan tiga kali pengulangan. Perlakuan pemberian suhu mengacu penelitian Jariyah et al. (2015) yang telah dimodifikasi. Sampel diberi kode R1, R2, R3 (R1 = tepung buah pedada yang dikeringkan pada suhu 40°C); R2 = tepung buah pedada yang dikeringkan pada suhu 50°C; dan R3 = tepung buah pedada yang dikeringkan pada suhu 60°C.

### Prosedur Kerja

#### Pembuatan Tepung Buah Pedada

Pembuatan tepung buah pedada mengacu pada penelitian Jariyah et al. (2015) dengan beberapa modifikasi dengan diawali persiapan alat dan bahan. Kemudian dilakukan pencucian dan pengirisan buah

pedada untuk mendapatkan isi buahnya. Langkah selanjutnya yaitu penambahan 1 liter air dan diaduk secara manual hingga mendapatkan bentuk slurry. Kemudian dilakukan penyaringan sebanyak dua kali menggunakan saringan kasar, penyaringan pertama dilakukan untuk memperoleh sari buah dan biji kotor. Biji kotor dari hasil penyaringan pertama ditambahkan 1 liter air dan dilanjutkan penyaringan kedua, sehingga hasil yang diperoleh yaitu sari buah dan biji bersih. Hasil penyaringan pertama dan kedua disatukan dan dilanjutkan dengan pemerasan menggunakan kain golden mella untuk memperoleh ampas buah yang digunakan sebagai bahan baku dan dilanjutkan proses pembuatan chips dengan melumatkan pada loyang metal untuk dikeringkan pada oven. Proses pengeringan diberi perlakuan suhu berbeda yaitu 40°C, 50°C, dan 60°C selama 16 jam. Kemudian dilakukan penggilingan untuk mendapatkan chips dan diakhiri dengan proses pengayakan ukuran 80 mesh untuk mendapatkan tepung buah pedada.

#### Ekstraksi Tepung Buah Pedada

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi untuk mempertahankan suhu optimal agar kandungan senyawa pada sampel tidak rusak. Proses ekstraksi mengacu pada penelitian Kiay (2011) dengan diawali pelarutan 10 gram sampel tepung buah pedada dengan ditambahkan 100 ml aquades dalam labu erlenmeyer. Kemudian proses dilakukan menggunakan hot plate selama 3 jam pada suhu 25°C. Ekstrak disaring menggunakan saringan whatman dan menghasilkan filtrat.

#### Evaporasi Tepung Buah Pedada

Proses evaporasi menggunakan *vacuum rotary evaporator* dimulai dengan persiapan 50 ml filtrat ekstraksi dan dimasukkan kedalam labu alas bulat yang dilanjutkan dengan pengisian aquades pada waterbath serta mengatur suhu 40°C dan kecepatan 60 rpm. Proses evaporasi dilakukan untuk menurunkan tekanan agar terjadi penguapan. Pelarut berpindah ke labu pelampung dan sampel akan mengental. Kemudian sampel disimpan pada suhu 5°C.

### Perhitungan Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui perbandingan berat awal bahan baku dengan hasil akhir berat produk untuk mengetahui efektivitas dan nilai ekonomis bahan baku pangan. Perhitungan rendemen ditentukan dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat Akhir (gr)}}{\text{Berat Awal (gr)}} \times 100\%$$

### Identifikasi Particle Size Index (PSI)

Identifikasi Particle Size Index (PSI) dilakukan berdasarkan penelitian Purnomo (2015) dengan diawali proses pengayakan 5 gram sampel secara manual dengan ayakan 80 mesh selama 10 menit. Kemudian massa bahan yang tidak lolos ayakan dinyatakan dalam persentase sampel tertahan yang digunakan untuk mengetahui persentase lolos ayakan yang merupakan Particle Size Index (PSI). Perhitungan dilakukan dengan rumus:

$$\text{PSI (\%)} = 100 - \frac{\text{Massa Sampel Tertahan (gr)}}{\text{Total Massa (gr)}}$$

### Kenampakan Warna

Pengamatan warna tepung pedada mengacu Ferguson (2012) menggunakan buku Munsell Color Chart. Langkah awal pengamatan warna dilakukan dengan pengambilan sampel tepung buah pedada sebanyak 5 gram. Kemudian dilakukan proses pencocokan warna sampel dengan notasi warna pada buku Munsell Color Chart. Jika telah menemukan warna yang sesuai dengan sampel, dilanjutkan dengan pencatatan kode warna sampel yang terdiri dari Hue (H), Value (V), dan Chroma (C), serta nama warna yang tertera sesuai kode warna yang diperoleh.

### Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yang mengacu pada penelitian Trisnawati (2014). Pengujian diawali pengambilan supernatan dengan pengambilan sampel yang telah didinginkan dan disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit. Kemudian dilakukan pengambilan larutan sampel sebanyak 4 ml menggunakan mikropipet dan dilakukan penambahan 1 ml

larutan 1,1-difenil-2- pikrilhidrazil (DPPH) yang telah dilarutkan dalam etanol hingga 100 ml dan melapisi tabung reaksi dengan aluminium foil. Kemudian dilanjutkan proses inkubasi dengan menempatkan campuran sampel dan larutan DPPH pada ruang gelap selama 30 menit. Kemudian dilakukan pengukuran penurunan absorbansi DPPH dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 517 nm untuk mengetahui tingkat pengurangan warna larutan yang menjadi indikator efisiensi penangkapan radikal bebas. Nilai persentase inhibisi untuk mengetahui penghambatan dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Inhibisi (\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ak}\right) \times 100\%$$

Keterangan:

AS = Absorbansi sampel

AK = Absorbansi kontrol

### Analisis Proksimat

#### Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air menggunakan metode thermogravimetri dengan moisture analyzer yang mengacu pada penelitian sebelumnya (Puteri dan Mutmainah, 2018). Langkah awal dilakukan preparasi sampel sebanyak 5 gram. Kemudian alat moisture analyzer dikalibrasi dan sampel diletakkan secara merata pada seluruh bagian permukaan. Proses pemanasan berlangsung setelah alat telah tertutup dengan prinsip kerja sampel dipanaskan pada suhu tertentu sehingga kandungan air pada bahan akan menguap. Jika proses pemanasan selesai, alat akan memberikan indikator berupa bunyi dan hasil kadar air disajikan pada layar moisture analyzer.

#### Penentuan Kadar Abu

Cawan porselen dikeringkan dengan oven suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian cawan diambil dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Cawan porselen ditimbang dengan neraca analitik untuk menentukan berat cawan kering. Sebanyak 4 gram sampel ditempatkan pada cawan porselen dan dilakukan proses pengabuan pada tanur yang dibakar pada suhu 600°C selama 6 jam, kemudian didinginkan pada desikator. Langkah terakhir dilakukan



penimbangan untuk mengetahui berat akhir dari cawan dan sampel. Perhitungan kadar abu ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{c - b}{a} \times 100$$

Keterangan:

a = Berat cawan kering

b = Berat sampel

c = Berat akhir cawan dan sampel

### Penentuan Kadar Lemak

Proses diawali dengan pencucian cawan aluminium dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang untuk mengetahui berat awal cawan. Proses selanjutnya yaitu pemasangan cawan pada wadah cup aluminium yang ditambahkan n-heksana (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) sebagai pelarut. Sampel ditimbang 2 gram dan dimasukkan dalam *thimble* yang ditutup dengan kapas dan memposisikan soxhlet. Proses dimulai dengan menekan tuas utama yang dipanaskan hingga suhu 130°C. Setelah mencapai suhu 130°C, dilakukan *boiling* selama 20 menit, *rinsing* selama 40 menit, dan *recovery* selama 8 menit dengan posisi kran soxhlet terbuka. Cawan aluminium dimasukkan dalam oven suhu 103°C selama 30 menit dan dilanjutkan pendinginan. Langkah terakhir penimbangan cawan aluminium beserta sampel yang telah didinginkan. Perhitungan kadar lemak ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{c - a}{b} \times 100$$

Keterangan:

a = Berat awal cawan aluminium

b = Berat sampel

c = Berat akhir setelah dioven

### Penentuan Kadar Protein

Penentuan kadar protein diawali dengan destruksi yang dimulai dengan penimbangan 1 gram sampel dan dimasukkan ke dalam labu destruksi dengan ditambahkan katalis berupa K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 3,5 gram, CuSO<sub>4</sub> sebanyak 0,4 gram, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebanyak 15 ml. Sampel didestruksi dengan alat *tecator digester* selama 45 menit hingga

larutan menjadi hijau jernih dan ditambahkan larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% yang telah dicampurkan dengan indikator *methylene red* dan *brom cresol green* dengan perbandingan 3:5 pada labu erlenmeyer. Kemudian dilakukan penambahan 70 ml aquades dan larutan NaOH 45% sebanyak 60 ml. Tahap kedua yaitu destilasi dengan *kjeltec* hingga larutan berubah menjadi biru kehijauan. Tahap ketiga yaitu titrasi dengan penambahan HCL 0,1 N dari buret hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{N (\%)} = \frac{(\text{Titran} - \text{Blanko}) \times \text{HCL} \times 14,007 \times 100}{\text{Berat Sampel}}$$

Keterangan:

% N = 17,54

Faktor Konversi = 6,25

### Penentuan Kadar Karbohidrat

Penentuan kadar karbohidrat menggunakan metode *by different* dengan perhitungan selisih dari hasil pengurangan angka 100 dengan jumlah persentase antara kadar protein, lemak, air, dan abu dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Karbohidrat (\%)} = 100 - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{air} + \text{abu})$$

### Penentuan Serat Kasar

Pengujian kadar serat kasar mengacu Bawias (2019). Langkah pertama dilakukan penimbangan sampel sebanyak 1 gram dan dilarutkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N sebanyak 50 ml. Kemudian dilakukan proses pemanasan yang pertama pada suhu 70°C selama 1 jam dan dilanjutkan dengan proses pemanasan kedua pada suhu 70°C selama 30 menit dengan dilakukan penambahan NaOH 1,5 N 25 ml. Larutan disaring menggunakan corong buchner untuk mendapatkan endapan yang dicuci secara berulang kali dengan aquades panas, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N sebanyak 50 ml, dan aseton sebanyak 25 ml. Kemudian kertas saring yang telah berisi residu dimasukkan ke dalam cawan petri dan dilakukan proses pengeringan dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105°C dan didinginkan dengan desikator selama 20 menit. Langkah terakhir dilakukan penimbangan bobot sampel akhir dan

perhitungan yang ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Serat Kasar (\%)} = \frac{b - a}{X} \times 100$$

Keterangan :

b = Bobot kertas saring dan sampel

a = Bobot kertas saring

x = Bobot sampel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui nilai ekonomis bahan baku buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) menjadi produk yang disajikan pada (Tabel 1.)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rendemen

Perlakuan	Rata-rata (%) ± SD
R1 (40°C)	8,38 <sup>a</sup> ± 0,08
R2 (50°C)	10,30 <sup>b</sup> ± 0,10
R3 (60°C)	11,31 <sup>c</sup> ± 0,10

Keterangan: Notasi huruf kecil superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p > 0,05$ )

Hasil tertinggi perhitungan rendemen pada tepung buah pedada suhu 60°C sebesar 11,31±0,10, sedangkan hasil terendah terdapat pada tepung buah pedada suhu 40°C sebesar 8,38±0,08. Menurut Dharmapadni (2016) menyatakan tinggi rendahnya suhu pengeringan mempengaruhi tingkat percepatan laju proses penguapan air pada bahan baku dan memberikan pengaruh terhadap ukuran partikel tepung dan menjadi faktor penyusutan berat bahan baku.

### Particle Size Index (PSI)

Identifikasi *Particle Size Index* (PSI) dilakukan untuk mengetahui tingkat kehalusan dan kekerasan suatu produk. Hasil identifikasi *Particle Size Index* (PSI) disajikan pada (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Particle Size Index*

Perlakuan	Rata-rata (%) ± SD	Referensi (SNI, 2009)
R1 (40°C)	96,58 <sup>a</sup> ± 0,01	Min. 95%
R2 (50°C)	99,82 <sup>b</sup> ± 0,03	
R3 (60°C)	99,88 <sup>c</sup> ± 0,03	

Keterangan: Notasi huruf kecil superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p > 0,05$ )

Tepung buah pedada dengan tingkat kehalusan tinggi dapat mempengaruhi kapasitas hidrasi tingkat penyerapan air (Posner et al., 2011) karena peran granula dapat mempercepat penguapan air selama proses termal yang berpengaruh pada penurunan kadar air (Yang et al., 2016). Selain itu, *Particle Size Index* (PSI) sesuai standar dapat menghasilkan tekstur tepung padat dan halus sebagai fungsionalitas konsumsi (Amin, 2018).

### Kenampakan Warna

Pengamatan kenampakan warna tepung buah pedada dilakukan dengan *munsell color chart* yang terdiri notasi *hue* (H) merupakan indikator spektrum gelombang warna untuk menentukan pigmen warna, *value* (V) menentukan tingkat kecerahan unsur warna terang maupun gelap, serta *chroma* (C) sebagai indikator intensitas warna. Hasil pengamatan warna disajikan pada (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Pengamatan Warna

Perlakuan	Notasi	Keterangan	
		Nama Warna	Warna
R1 (40°C)	2.5 YR <sup>5/6</sup>	Light Olive Brown	
R2 (50°C)	2.5 YR <sup>4/4</sup>	Olive Brown	
R3 (60°C)	7.5 YR <sup>3/4</sup>	Dark Brown	

Keterangan: Notasi YR merupakan simbol *yellow-red* dari pengelompokan warna berdasarkan panjang gelombang

Berdasarkan pengamatan warna tepung buah pedada menjadi semakin gelap seiring kenaikan suhu pengeringan. Tepung buah pedada suhu 40°C menunjukkan notasi 2,5 YR<sup>5/6</sup> yaitu *light olive brown*, tepung buah pedada suhu 50 °C menunjukkan notasi 2,5 YR<sup>4/3</sup> adalah *olive brown*, sedangkan tepung buah pedada suhu 60°C menunjukkan notasi 7,5 YR<sup>4/4</sup> adalah *dark brown*.

Perbedaan tingkatan warna tepung pada suhu 40°C lebih cerah karena adanya penghambatan pencoklatan enzimatis yang beriringan dengan penurunan pH karena

enzim polifenol oksidase aktif pada pH 3.8-5. Adanya inaktivasi enzim menghambat reaksi pencoklatan dan menghasilkan warna lebih cerah (Manuhara, 2017). Sedangkan, tepung buah pedada dengan suhu 60°C menghasilkan warna lebih gelap karena reaksi Maillard yang merupakan indikator pembentukan melanoidin dan menyebabkan oksidasi senyawa fenolik serta perluasan karamelisasi (Correia, 2009).

### Aktivitas Antioksidan

Pengujian nilai aktivitas antioksidan tepung buah pedada dilakukan menggunakan metode DPPH untuk mengetahui kemampuan penangkapan radikal bebas dari komponen alami dengan serapan terkuatnya berada pada panjang gelombang 517 nm. Hasil nilai aktivitas antioksidan disajikan pada (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Aktivitas Antioksidan

Perlakuan	Antioksidan (%) ± SD
R1 (40°C)	71,63 <sup>a</sup> ± 0,01
R2 (50°C)	28,73 <sup>b</sup> ± 0,03
R3 (60°C)	15,49 <sup>c</sup> ± 0,03

Keterangan: Notasi huruf kecil superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata dan signifikan ( $p > 0,05$ )

Berdasarkan hasil nilai aktivitas antioksidan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya suhu pengeringan pada tepung buah pedada. Kandungan utama yang terdapat pada tepung tersebut adalah Vitamin C yang berfungsi sebagai antioksidan (Manalu, 2013). Penurunan nilai aktivitas antioksidan menurut Rupadani (2013), dipengaruhi oleh proses termal menyebabkan kerusakan struktur sel jaringan dan senyawa metabolit sekunder yang bertindak sebagai antioksidan. Pengaruh suhu tinggi menyebabkan antioksidan terdegradasi karena bersifat termolabil dan mudah rusak pada suhu diatas 40°C (Ruttarattanamongkol et al., 2016).

Adapun mekanisme kerja aktivitas antioksidan adanya penghambatan DPPH oleh antioksidan melalui donor atom hidrogen (H+) pada senyawa radikal bebas yang menyebabkan reaksi pengurangan ikatan rangkap untuk memperoleh pasangan elektron yang menjadi difenilpicrilhidrazin (Amin et al., 2016). Radikal bebas memiliki

reaktivitas rendah sehingga dapat mereduksi radikal bebas yang bersifat toksik dan DPPH akan menerima radikal hidrogen (H+) yang akan membentuk molekul elektron untuk menetralkan radikal DPPH (Wijaya, 2014).

Pada saat proses inkubasi, sampel mengalami reaksi dengan DPPH yang menghasilkan perubahan warna dari ungu menjadi kuning (Kusyana, 2014) yang disebabkan adanya proses penghambatan DPPH oleh antioksidan yang menyebabkan reaksi pengurangan ikatan rangkap yang terkonjugasi pada DPPH (Amin et al., 2016) dan warna akan menjadi lebih pekat yang dapat menghasilkan nilai persentase inhibisi yang semakin tinggi (Widyasanti et al., 2016).

### Analisis Proksimat

Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui nilai kandungan kimia pada tepung buah pedada. Berikut hasil analisis proksimat yang disajikan pada (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil Analisis Proksimat

Parameter	Perlakuan			Referensi (SNI,2009)
	R1	R2	R3	
Air	42,07 <sup>c</sup> ± 0,04	22,00 <sup>b</sup> ± 0,05	14,47 <sup>a</sup> ± 0,01	Mak. 14,5%
Abu	3,26 <sup>a</sup> ± 0,01	3,37 <sup>bc</sup> ± 0,01	3,38 <sup>c</sup> ± 0,01	Mak. 0,60%
Lemak	3,02 <sup>c</sup> ± 0,03	1,63 <sup>b</sup> ± 0,02	1,42 <sup>a</sup> ± 0,02	Mak. 3,0%
Protein	15,40 <sup>b</sup> ± 0,02	13,77 <sup>a</sup> ± 0,03	17,45 <sup>c</sup> ± 0,1	Min. 7,0%
Karbohidrat	34,19 <sup>a</sup> ± 0,03	59,23 <sup>b</sup> ± 0,04	65,37 <sup>c</sup> ± 0,09	Min. 60,0%
Serat Kasar	27,81 <sup>a</sup> ± 0,01	28,22 <sup>b</sup> ± 0,01	28,75 <sup>c</sup> ± 0,02	Mak. 0,4%

Keterangan: Notasi huruf kecil superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata dan signifikan ( $p > 0,05$ )

### Kadar Air

Kadar air merupakan karakteristik yang mempengaruhi kenampakan, ukuran partikel, tekstur, cita rasa serta menentukan kualitas bahan pangan (Daud dan Suriati, 2020). Hasil pengujian kadar air bervariasi yaitu 14,47±0,01, 22,00±0,05, dan 42,07±0,04 dengan kandungan terbaik pada tepung buah pedada suhu 60°C. Adapun persyaratan kadar air berdasarkan SNI maksimal sebesar 14,5%. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang didapatkan sebagai syarat tepung sebagai bahan pangan. Kadar air mempengaruhi rendahnya kualitas dan keamanan produk karena

penggumpalan yang meningkatkan kohesivitas granular dan menurunkan *flowability* (Kurniawan, 2020). Selain itu, kadar air tinggi mempengaruhi kenampakan warna menjadi lebih gelap karena penurunan tingkat kecerahan produk (Victor dan Orsat, 2018) dan ukuran partikel menjadi besar serta peningkatan oksidasi lipid (Horváth, 2016).

#### **Kadar Abu**

Kadar abu merupakan indikator total mineral dan kualitas kontaminasi pangan (Kavitha and Parimalavalli, 2014) yang memberikan fungsi metabolisme pada ATP, hemoglobin, dan DNA (Iwe, 2016). Pengujian kadar abu tepung buah pedada mendapatkan hasil bervariasi yaitu  $3,26 \pm 0,01$ ,  $3,37 \pm 0,01$ , dan  $3,38 \pm 0,01$  dengan kandungan tertinggi pada tepung buah pedada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan terendah suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Adapun persyaratan kadar abu berdasarkan SNI maksimal 0,6%. Hal tersebut tidak sesuai dengan syarat mutu tepung. Namun, Hamsah (2013) menyatakan bahwa tepung buah pedada memiliki kadar abu lebih tinggi dikarenakan buah pedada segar memiliki kandungan abu tinggi sebesar 8,4%. Peran suhu tinggi menghasilkan lebih sedikit mineral karena proses pemekatan. Tepung dengan nilai kadar abu kurang dari 1% berkualitas rendah memberikan efek negatif pada kenampakan warna serta ukuran partikel semakin kecil yang menyebabkan hemiselulosa kecil dan selulosa lebih besar (Dareda, 2020).

#### **Kadar Lemak**

Kadar lemak merupakan senyawa organik yang menjadi sumber energi untuk menjaga kesehatan tubuh manusia (Pargiyanti, 2019). Kandungan kadar lemak yang dihasilkan pada tepung buah pedada mendapatkan hasil yang bervariasi kurang dari 3% untuk semua tepung buah pedada. Masing-masing perlakuan mendapatkan hasil yang berkisar  $3,02 \pm 0,03$ ,  $1,63 \pm 0,02$ , dan  $1,42 \pm 0,02$  dengan hasil terbaik pada pembuatan tepung buah pedada dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut sesuai syarat mutu tepung sebagai bahan pangan. Peran suhu mempengaruhi susut lemak akibat hilangnya cairan yang dapat mempercepat pergerakan molekul lemak dan jarak antar molekul menjadi besar yang mempermudah oksidasi

lemak. Sehingga, semakin tinggi suhu pengeringan menghasilkan kadar lemak rendah (Dhanpal et al., 2012).

#### **Kadar Protein**

Kandungan kadar protein merupakan makronutrien dari asam L-amino yang berperan sebagai biokatalis pada reaksi metabolisme tubuh (Sylvia, 2021). Kandungan kadar protein tepung buah pedada dengan suhu pengeringan berbeda mendapatkan hasil bervariasi yaitu  $15,40 \pm 0,02$ ,  $13,77 \pm 0,03$ , dan  $17,45 \pm 0,1$  dengan hasil tertinggi pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan terendah suhu  $50^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Novia et al. (2011), bahwa suhu menyebabkan terjadinya denaturasi protein yang mengubah struktur sekunder protein.

#### **Kadar Karbohidrat**

Kadar karbohidrat merupakan makronutrien yang berperan menyediakan energi bagi tubuh manusia dan memperbaiki jaringan tubuh rusak (Butt, 2010). Hasil dari pengujian kadar karbohidrat tepung buah pedada mendapatkan hasil bervariasi yaitu  $34,19 \pm 0,03$ ,  $59,23 \pm 0,04$ , dan  $65,37 \pm 0,09$  dengan kandungan tertinggi terdapat pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan terendah suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Adapun persyaratan kadar karbohidrat berdasarkan SNI pada tepung minimal sebesar 60%. Pengaruh suhu tinggi menghasilkan energi panas lebih tinggi yang mempercepat pelepasan bahan sehingga molekul air dalam bahan lebih sedikit dan meningkatkan bobot polisakarida (Sulistiyanto et al., 2017).

#### **Serat Kasar**

Serat kasar merupakan komponen fraksi karbohidrat yang terdiri campuran hemiselulosa, selulosa, dan lignin yang tidak dapat dicerna dan diserap secara langsung oleh saluran pencernaan manusia, akan tetapi memiliki fungsi pencegahan penyakit saluran pencernaan seperti kanker usus besar dan wasir (Sudaryati et al., 2015). Pengujian serat kasar tepung buah pedada mendapatkan hasil bervariasi yaitu  $27,81 \pm 0,01$ ,  $28,22 \pm 0,01$ , dan  $28,75 \pm 0,02$  dengan kandungan tertinggi pada tepung buah pedada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan terendah suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Adapun persyaratan serat kasar berdasarkan SNI maksimal 0,4%. Hal



tersebut tidak sesuai dengan standar mutu tepung sebagai bahan pangan.

Menurut Janah (2020), menyatakan bahwa perbedaan kadar serat kasar yang tidak sesuai dikarenakan hasil proses hidrolisis pada tepung dan pengaruh suhu tinggi yang menyebabkan persentase serat kasar semakin tinggi. Peningkatan kandungan serat kasar karena pembentukan serat protein kompleks (Dhingra, 2012) karena suhu tinggi menyebabkan terjadinya pati retrogradasi dari proses pembentukan kembali ikatan hidrogen antar amilosa dan amilopektin yang menyebabkan peningkatan serat kasar (Jimenez and Rossi, 2015).

### KESIMPULAN

Karakteristik fisik tepung buah pedada (*Sonneratia caseolaris*) menghasilkan rendemen berkisar antara  $8,38 \pm 0,08$  hingga  $11,31 \pm 0,10$  dengan *Particle Size Index* (PSI) pada semua perlakuan diatas 96% mulai dari  $96,58 \pm 0,01$  hingga  $99,88 \pm 0,03$ , serta kenampakan warna terbaik yaitu *light olive brown* pada perlakuan suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Adapun nilai aktivitas antioksidan bervariasi antara  $15,49 \pm 0,03$  hingga  $71,63 \pm 0,01$  yang semakin menurun seiring kenaikan suhu pengeringan dan memiliki nilai proksimat yang terbaik dan memenuhi karakteristik syarat mutu tepung sebagai konsumsi menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan dapat menjadi rekomendasi substitusi tepung sebagai bahan baku untuk diversifikasi produk.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, R., Moustami, S.J., Ali, M., Jahan, R. dan M. Rahmatullah. 2010. Serum glucose and lipid profiles in rats following administration of *Sonneratia caseolaris* leaf powder in diet. *Journal Advance in Natural and Applied Science*. 4(2): 171-173.
- Amin, A., J. Wunas dan Y. Anin. 2016. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Klika Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. 2(2): 111-114.
- Andriani, M. The Influence of Drying Temperature to Physical and Sensory Characteristic of Overripe Tempe Flour. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6(2) : 95-102.
- Astuti, M. 2021. Analisis Proksimat dan Fitokimia Buah Pedada (*Sonneratia ovata*). *Jurnal Ilmiah Berkala*. 15(2): 13-21.
- Bawias, S. 2019. Analisis Kandungan Nutrisi Mie Kering yang Disubstitusikan Ampas Kelapa. Kovalen: *Jurnal Riset Kimia*. 5(3): 252-262.
- Butt, R. 2010. Nutritional & Functional Properties of Some Promising Legumes Protein Isolates. *Journal Nutrition*. 9(4): 373-379.
- Correia, Paula. 2009. Effect of Drying Temperatures on Chemical and Morphological Properties of Acorn Flours. *International Journal of Food Science and Technology*. 4(4): 1729-1736.
- Dareda, C., E. Suryanto and L. Momuat. 2020. Karakterisasi dan Aktivitas Antioksidan Serat Pangan dari Daging Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Chemistry Progress*. 13(1): 48-55.
- Daud, A. dan Suriati. 2020. Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Jurnal Politeknik Pertanian Negeri Pangkep*. 3(2): 11-16.
- Dhanpal, K., Reddy, V., Naik, B., Venkateswarlu, G. and Basu, S. 2012. Effect of Cooking on Physical, Biochemical, Bacteriological Characteristics and Fatty Acid Profile of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Fish Steaks. *Archives of Applied Science Research*. 4(2): 1142-1149.

- Dharma, M. 2020. Effect of Simplisia Drying Method to The Antioxidant Capacity of Wedang Uwuh. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 9(1): 88-95.
- Dharmapadni, G. 2016. Pengaruh Suhu Pengerinan terhadap Karakteristik Tepung Labu Kuning (*Cucurbitae moschata ex. poir*) beserta Analisis Finansialnya. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 4(2): 73-82.
- Dhingra, D., M. Michael., H, Rajput, H and R. Patil. 2012. Dietary Fiber in Foods. *Journal of Food Science and Technology*. 49(3): 255-266.
- Ferguson, J. 2012. Color Name Diagram for the Munsell Color Charts for s. University of Toronto. Canada.
- Horváth, Z. 2016. The Effect of Storage on The Colour of Paprika Powders with Added Oleoresin. *Acta Univ. Sapientiae Alimentaria*. 2(9): 50-59.
- Iwe, M. 2016. Proximate, Functional and Pasting Properties of FARO 44 Rice, African Yam Bean and Brown Cowpea Seeds Composite Flour. *Cogent Food and Agriculture*. 3(2): 114-240.
- Janah, S. 2020. Kadar Serat Tepung Buah Mangrove (*Sonneratia alba*) Asal Pesisir Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 8(2): 50-57.
- Jariyah, W. 2014. Pasting Properties of Mangrove Fruit Flour and Starches Mixtures. *International Food Research Journal*. 21(6): 2161-2167.
- Jariyah, Sudaryati, Ratna Y, dan Habibi. 2015. Ekstraksi Pektin Buah Pedada. (*Sonneratia caseolaris*). *Jurnal Rekayasa Pangan*. 9(1): 28-33.
- Jimenez, M. and Rossi, A. 2015. Changes During Cooking Processes in 6 Varieties of Andean Potatoes (*Solanum tuberosum ssp.*). *American Journal of Plant Sciences*. 6(5): 725-730.
- Kavitha, S. and Parimalavalli, R. 2014. Development and Evaluation of Extruded Weaning Foods. *European Academic Research*. 2(4): 5197-5210.
- Kiay, N. 2011. Efek Lama Perendaman Ekstrak Kalamansi (*Citrus microcarpa*) terhadap Aktivitas Antioksidan Tepung Pisang Goroho (*Musa spp.*). *Journal Chemical Program*. 4(1): 26-33.
- Kurniawan, H. 2020. Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai Warna Cie Pada Gula Semut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 9(3): 213-221.
- Kusyana, D.Y. 2014. Eksplorasi Potensi Aktif Berkhasiat Antioksidan Pada Daun dan Buah Mangrove Jenis *Sonneratia alba*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis (JITKT)*. 3(2): 14-22.
- Manalu, R. D. E., Salamah, E., Retiaty, F., & Kurniawati, N. 2013. Kandungan zat gizi makro dan vitamin produk buah pedada (*Sonneratia caseolaris*). *Nutrition and Food Research*. 36(2): 135-140.
- Manuhara, G. J. 2017. Effect of Drying Temperatures on Physical Characteristics of Sorghum Flour Modified with Lactic Acid. *Materials Science and Engineering*. pp. 1-6.
- Mechlouch, R.F., W. Elfalleh., M. Ziadi., H. Hannachi., M. Chwikhi., A.B. Aoun., I. Elakesh and F. Cheour. 2012. Effect of Drying Methods on The Physico-Chemical Properties of Tomato Variety Rio Grande. *International Journal Physical Engineering*. 8(2): 43-50.
- Novia, D., Melia, S. dan Z. Ayuz. 2011. Kajian Suhu Pengovenan Terhadap Kadar Protein dan Nilai Organoleptik Telur Asin. *Jurnal Peternakan*. 8(2): 70-76.
- Pargiyanti. 2019. Optimasi Waktu Ekstraksi Lemak dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro

- Soxhlet. *Indonesia Journal of Laboratory*. 1(2): 29-35.
- Posner, E. S. and Hibbs, A. N. 2011. The Flour Mill Laboratory: Wheat Flour Milling Second. AACC International: St. Paul. pp. 47-95.
- Purnomo, H. 2015. Physicochemical Properties Characterization on Black Bean Flour (*Phaseolus vulgaris*) and Application in Baked Brownies. *Jurnal Mutu Pangan*. 2(1): 26-33.
- Puteri, R. dan Mutmainah. 2018. Perancangan Alat Sampling Pasir Silica dalam Proses Pengecekan di PT. XYZ. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. hal. 1-5.
- Rahman, R. 2016. Pemanfaatan Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dalam Pembuatan Fruit Leather. *JOM Faperta*. 3(2): 1-15.
- Rupadani, L. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Minuman Kombucha Lokal di Bali dengan Substrat Gambir. *Jurnal Farmasi Udayana*. 3(2): 100-114.
- Ruttarattanamongkol, K., Chittrakorn, S. and Weerawatanakorn, M. 2016. Effect of Drying Conditions on Properties, Pigments and Antioxidant Activity Retentions of Pretreated Orange and Purple-Fleshed Sweet Potato Flours. *Journal of Food Science Technology*. 53(4): 1811–1822.
- Sudaryati, H. P., F. Rosida dan D. Islamiyati. 2015. Mie Kaya Serat sebagai Produk Unggulan dan Upaya Eksplorasi Umbi-Umbian Untuk Peningkatan Sumber Daya Alam Lokal. *Jurnal Teknologi Pangan*. 7(2): 15-21.
- Sulistiyanto, B., S. Kismiati dan C. S. Utama. 2017. Perubahan Kadar Rafinosa, Glukosa, Manosa, Arabinosa, dan Sukrosa Wheat Pollard Akibat Lama Steam dan Penambahan Ari Berbeda. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 15(2): 161-169.
- Sylvia, D. 2021. Analisis Kandungan Protein Terdapat dalam Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) menggunakan Metode Kjeldahl & Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Farmagazine*. 8(2): 63-73.
- Trisnawati, W. 2014. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kandungan Antioksidan, Serat Pangan dan Komposisi Gizi Tepung Labu Kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(4): 135-140.
- Victor, I. dan Orsat, V. 2018. Colour Changes During the Processing of Arenga Pinnata (*Palm*) Sap into Sugar. *Journal of Food Science Technology*. 2(55): 3845-3849.
- Widyasanti, A., D. Rohdiana dan N. Ekutama. 2016. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Teh Putih dengan Metode DPPH. *Jurnal EDUFORTECH*. 1(1): 1-9.
- Wijaya, D. 2014. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Nasi (*Phrynium capitatum*) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal MIPA UNSRAT*. 3(1): 11-15.
- Yang, Y., Achaerandio, I. and M. Pujolà. 2016. Effect of The Intensity of Cooking Methods on The Nutritional and Physical Properties of Potato Tubers. *Food Chemistry*. 19(7): 1301-1310.