

PENGARUH UKURAN PARTIKEL TERHADAP KANDUNGAN SERAT PANGAN DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*)

Evanda E. Sakalaty¹, Edi Suryanto¹, Harry S.J. Koleangan¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi
edi7suryanto@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh ukuran partikel terhadap kandungan serat pangan dan aktivitas antioksidan dari tepung kulit singkong yang diekstraksi dengan pelarut etanol. Penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu mikronisasi, ekstraksi dan karakterisasi. Parameter yang digunakan adalah komposisi proksimat, serat pangan, hemiselulosa, selulosa, lignin, karakteristik gugus fungsi, krisnilitas, aktivitas antioksidan dan kapasitas penghambat ion nitrit. Hasil karakterisasi dengan *X-ray diffraction* menunjukkan bahwa derajat kristalinitas tepung kulit singkong yang berukuran 50 mesh (KS-5); 100 mesh (KS-10) dan 200 mesh (KS-20) berturut-turut adalah 57,41; 55,42 dan 56,26%. Spektra FT-IR sampel KS-20, KS-10 dan KS-5 menunjukkan adanya serapan yang kuat pada gugus OH (3402,43; 3433,29 and 3425,58 cm^{-1}), sedangkan pada daerah serapan 3000-2840 cm^{-1} menunjukkan vibrasi C-H dari selulosa yang mengidentikasikan kehadiran senyawa polisakarida. Ketiga sampel memiliki bilangan gelombang yang sama dan tidak terjadi perubahan yang signifikan selama proses mikronisasi. KS-5 menunjukkan kandungan hemiselulosa lebih tinggi daripada KS-10 dan KS-20, tetapi memiliki kandungan selulosa dan lignin lebih rendah daripada KS-10 dan KS-20. Kandungan SPTL dan SPL dalam serat meningkat 1,26-1,30 kali setelah pengurangan ukuran partikel dalam serat tepung kulit singkong. Hasil kandungan total fenolik menunjukkan bahwa ekstrak KS-20 memiliki senyawa fenolik tertinggi daripada ekstrak KS-10 dan KS-5. Hasil ini juga menunjukkan bahwa KS-20 memiliki aktivitas penangkal radikal bebas dan penghambatan ion nitrit dibandingkan dengan ekstrak KS-10 dan KS-5.

Kata kunci: karakterisasi, serat pangan, antioksidan, tepung kulit singkong.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of particle size on dietary fiber content and antioxidant activity of cassava peel flour extracted with ethanol solvent. This research consisted of 3 stages, namely micronization, extraction and characterization. The parameters used were proximate composition, dietary fiber, hemicellulose, cellulose, lignin, functional group characteristics, crystallinity, antioxidant activity and nitrite ion inhibitory capacity. The results of the physical characterization with X-ray diffraction showed that the degree of crystallinity of cassava peel flour with a size of 50 mesh (KS-5); 100 mesh (KS-10) and 200 mesh (KS-20) were 57.41; 55.42 and 56.26%, respectively. FT-IR spectrum analysis of samples KS-20, KS-10 and KS-5 showed a strong absorption of the OH group (3402.43 cm^{-1} ; 3433.29 cm^{-1} , 3425.58 cm^{-1}), while in the absorption of 3000-2840 cm^{-1} showed CH vibrations of cellulose which indicated the presence of polysaccharide compounds. The three samples have same wave number and there is no significant change during the micronization process. The IDF and SDF contents in fiber sample increased of 1,26-1,30 fold after reduce particles size of cassava peel flour. The results of phenolics total content showed that the KS-20 extract has higher phenolic than KS-10 and KS-5 extracts. The results also showed that KS-20 has radical scavenging activity and nitrite ion inhibition which is comparable to that KS-1- and KS-5 extracts. The results obtained in the present study indicate that the dietary fiber of cassava peel flour are a potential source of natural antioxidant fiber.

Keywords: characterization, dietary fiber, antioxidants, cassava peel flour.

PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan makanan pokok ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Menurut data pusat statistik pada tahun 2019 produksi singkong di Indonesia menyapai 16,35 juta ton singkong dan perkembangan produktivitas selama lima tahun

terakhir cenderung meningkat lebih besar yaitu 2,85%. Setiap ton singkong akan menghasilkan limbah sebesar 80-150 kg kulit singkong (Richana, 2012). Kulit singkong menjadi limbah yang belum dimanfaatkan, karena selama ini hanya dibuang begitu saja atau masih sebatas hanya untuk makanan ternak. Padahal kulit singkong memiliki komposisi kimia seperti

protein, lemak, pati, pektin, kalsium, fosfor dan serat (Richana, 2012). Serat kasar bagian dari karbohidrat dan lebih banyak berasal dari dinding sel tanaman yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Menurut Muhiddin (2000), kulit singkong ini juga kaya akan selulosa, lignin, pektin, tanin, enzim peroksidase, glikosida, hemiselulosa dan kalsium oksalat. Komponen serat pangan dan senyawa bioaktif merupakan komponen non gizi yang dapat mencegah kanker kolon (Nam dkk., 2006). Senyawa-senyawa kimia yang berperan sebagai antioksidan dapat ditemukan pada berbagai tanaman. Salah satunya komponen kimia yang memiliki peranan penting sebagai senyawa antioksidan adalah senyawa fenolik. Antioksidan adalah senyawa yang diperlukan oleh manusia untuk menangkal radikal bebas di dalam tubuh. Serat pangan dan antioksidan merupakan dua jenis komponen yang sangat bermanfaat dalam meningkatkan aktivitas kesehatan dan mampu mencegah berbagai penyakit (Suryanto, 2018).

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap proses ekstraksi. Sifat fisikokimia dari tepung yang mengandung antioksidan serat pangan akan berubah dengan adanya perubahan pada struktur dan karakteristik permukaan bahan akibat adanya perlakuan pengurangan ukuran partikel bahan (Wang dkk., 2012). Berdasarkan uraian tersebut, belum ada penelitian yang dilakukan tentang kandungan serat pangan dan kemampuan aktivitas antioksidan dari tepung kulit singkong dengan perbandingan berbagai ukuran partikel. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh ukuran partikel terhadap kandungan serat pangan dan aktivitas antioksidan dari tepung kulit singkong.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah kulit singkong yang diperoleh dari desa Tobaol Kecamatan Ibu Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aseton, etanol, natrium karbonat, reagen Folin-Ciocalteu, asam klorida, natrium hidroksida, asam sulfat, asam sulfanilat dan natrium nitrit diperoleh dari E. Merck (Darmstadt, Germany) sedangkan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), N-(1-naphthyl) ethylenediamine, enzim alfa amylase, enzim

protease, enzim amiloglukosidase diperoleh dari Sigma-Aldrich (St. Louis, MO)

Preparasi sampel

Sampel kulit singkong yang didapatkan dipotong kecil-kecil lalu diblender sebanyak 3 kali, kemudian di saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50-60 °C sampai kering. Setelah itu, sampel dihancurkan dengan blender kemudian dihaluskan menggunakan alat *milling* kemudian diayak menggunakan ayakan 200 mesh (75 µm), 100 mesh (149µm) dan 50 mesh (297µm). Sampel yang diperoleh dari ayakan 200, 100 dan 50 mesh disimpan dalam wadah kedap udara sebelum dilakukan ekstraksi dan analisis.

Ekstraksi tepung kulit singkong

Tepung kulit singkong (50, 100 dan 200 mesh) diekstraksi menggunakan teknik ekstraksi refluks dengan etanol 80%. Masing-masing sebanyak 35 g tepung kulit singkong dimasukkan ke dalam labu alas bulat berukuran 250 mL dan ditambahkan pelarut etanol 80% kemudian direfluks selama 2 jam, setelah direfluks sampel disaring sehingga diperoleh filtrat dan residu. Residu kemudian keringkan dengan oven pada suhu 50-60 °C. Residu yang telah kering selanjutnya di giling sehingga diperoleh tepung kulit singkong.

Karakterisasi tepung kulit singkong

Tepung kulit singkong berbagai ukuran partikel dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FT-IR) dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal. Komposisi proksimat tepung kulit singkong meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar lemak dari tepung ampas empulur sagu baruk ditentukan dengan metode AOAC (1995).

Kandungan proksimat tepung kulit singkong

Komposisi kimia meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar lemak dari tepung ampas empulur sagu baruk ditentukan dengan metode Sudarmadji (1997), sedangkan kadar protein mengikuti prosedur SNI (01-2891-1992). Untuk analisis kandungan serat pangan ditentukan menggunakan metode AOAC (1995).

Penentuan kandungan serat pangan

Penentuan kandungan total serat pangan (TSP), serat pangan tidak larut (SPTL) dan serat pangan larut (SPL) dalam tepung kulit singkong yang telah dihilangkan lemaknya kemudian

ditentukan dengan prosedur gravimetri enzimatis menurut metode 991.43 (AOAC, 1995). Secara singkat, sampel kering pertama digelatinisasi dengan enzim α -amilase yang stabil panas. Setelah gelatinisasi, sampel dicerna dengan protease dan amiloglukosidase untuk menghilangkan protein dan pati dalam sampel. Selanjutnya, SPTL disaring dan dicuci dengan air suling hangat. Filtrat dan air cucian digabungkan dan ditambahkan dengan empat volume etanol 95% pada suhu 60 °C untuk mengendapkan SPL. Campuran disaring dan residu (serat larut) dikeringkan dan ditimbang. Kandungan serap pangan dikoreksi untuk sisa protein, abu dan blanko. Setelah itu, dihitung nilai TSP sebagai penjumlahan dari SPTL dan SPL.

Penentuan kandungan hemiselulosa, selulosa, lignin

Penentuan kandungan selulosa, hemicellulosa dan lignin dilakukan dengan metode Chesson (Datta, 1981). Secara singkat, 1 g tepung kulit singkong direfluks selama 2 jam dengan 150 mL H₂O pada 100 °C untuk mendapatkan zat larut dalam air panas seperti pektin dan oligosakarida. Setelah itu, residu kering direfluks selama 2 jam dengan 150 mL H₂SO₄ 0,5M pada suhu 100 °C untuk mendapatkan hemiselulosa. Setelah pendinginan, residu diperlakukan dengan 10 mL H₂SO₄ 72% (v/v) pada suhu kamar selama 4 jam, kemudian dilarutkan dalam H₂SO₄ 0,5M dan direfluks pada 100 °C selama 2 jam untuk memperoleh selulosa. Residu dikeringkan kemudian diabukan pada suhu 500 °C untuk mendapatkan lignin.

Ekstraksi fitokimia

Filtrat hasil refluks yang telah dilakukan sebelumnya dievaporasi pada suhu 40-50°C. Ekstrak yang diperoleh ditimbang dan disimpan pada suhu kamar sebelum dianalisis kandungan total fenolik, aktivitas antioksidan dan kapasitas penangkal nitrit.

Penentuan kandungan total fenolik

Kandungan total fenolik dalam tepung kulit singkong ditentukan menggunakan metode Jeong dkk. (2004), sebanyak 0,1 mL masing-masing ekstrak 1000 µg/mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,1 mL reagen *Folin-Ciocalteu* 50%. Campuran tersebut divortex selama 3 menit, lalu ditambahkan 2 mL larutan natrium karbonat 2%. Selanjutnya

campuran diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Absorbansinya dibaca padapanjang gelombang 750 nm dengan spektrofotometer.

Aktivitas penangkal radikal bebas

Penentuan aktivitas penangkal radikal bebas tepung kulit singkong ditentukan dengan metode Burda & Oleszeck (2001). Sebanyak 0,5 mL masing-masing ekstrak ditambahkan dengan 1,5 mL larutan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil DPPH dan divortex selama 2 menit. Berubahnya warna larutan dari ungu ke kuning menunjukkan efisiensi penangkal radikal bebas. Selanjutnya pada 5 menit terakhir menjelang 30 menit inkubasi, absorbansinya diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Aktivitas penangkal radikal bebas (APRB) dihitung sebagai presentase berkurangnya warna DPPH dengan menggunakan persamaan:

$$APRB = \left(1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}}\right) \times 100\%$$

Kapasitas penghambat ion nitrit

Kapasitas penghambat ion nitrit ditentukan menggunakan metode Zhang dkk. (2009), sebanyak 2 mL natrium nitrit 5 mg/L dicampur dengan 3 mL ekstrak dalam labu 25 mL pada suhu kamar selama 30 menit. Larutan campuran dicampur dengan 1 mL asam sulfanilat 0,4% distirer selama 5 menit diikuti penambahan 0,5 mL N-(1-Naphthyl)ethylenediamine 0,1% dan volume disesuaikan menjadi 25 mL dengan akuades. Larutan didiamkan selama 15 menit dan diukur absorbansi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada λ 538 nm. Kapasitas penghambat ion nitrit (%) dihitung menggunakan rumus:

$$KPN (\%) = \left(\frac{A_0 - (A_1 - A_2)}{A_0}\right)$$

Keterangan: A₀ = Absorbansi NaNO₂; A₁ = Absorbansi NaNO₂ dan ekstrak; A₂=Absorbansi ekstrak

Analisis statistik

Semua data eksperimen dilakukan dua kali pengulangan dan hasilnya dinyatakan sebagai rata-rata \pm SD. Analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Test* (DMRT) yang dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen tepung kulit singkong

Rendemen tepung kulit singkong dihitung untuk mengetahui seberapa banyak rendemen yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Dari 30 gram masing-masing tepung kulit singkong 50, 100 dan 200 mesh yang diekstraksi dengan pelarut etanol menghasilkan masing-masing rendemen berturut-turut adalah 94,03; 94,57 dan 95,23%.

Komposisi kandungan kimia tepung kulit singkong

Tepung kulit singkong yang telah di peroleh selanjutnya dianalisis kandungan kimia yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak, serat pangan, dan karbohidrat (*by different*).

Hasil analisis kandungan kimia tepung kulit singkong disajikan pada Table 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tepung kulit singkong yang tertinggi yaitu pada tepung kulit singkong ukuran 50 mesh (8,07%), kemudian diikuti oleh tepung kulit singkong ukuran 100 mesh (6,65%) dan tepung kulit singkong ukuran 200 mesh (5,86%). Ukuran partikel yang lebih kecil diduga dapat menyebabkan partikel-partikel menjadi lebih rapat dalam menempati volume ruang, sehingga menurunkan interaksi uap air di udara dengan tepung. Kadar air merupakan penentuan ketahanan bahan terhadap mikroorganisme. Semakin tinggi kadar air dari suatu bahan, maka ketahanan pada saat penyimpanan sampel akan rendah sehingga bahan tersebut mudah rusak pada saat penyimpanan (Nielsen, 2003).

Table 1. Komposisi kimia tepung kulit singkong pada perbedaan ukuran partikel

Komponen	KS-5	KS-10	KS-20
Air	8,07±0,01 ^a	6,65±0,38 ^b	5,86±0,14 ^b
Abu	3,29±0,11 ^c	3,96±0,04 ^d	4,15±0,06 ^d
Protein	3,87±0,07 ^e	3,67±0,04 ^f	3,61±0,07 ^f
Lemak	0,53±0,32 ^g	1,09±0,01 ^h	1,10±0,05 ^h
Serat pangan tak larut	26,72±0,22 ⁱ	34,74±0,18 ^j	33,56±0,01 ^k
Serat pangan terlarut	1,32±0,00 ^l	1,41±0,02 ^l	1,44±0,01 ^l
Total serat pangan	28,03±0,22 ^m	36,16±0,20 ⁿ	35,00±0,01 ^o
Karbohidrat	84,24±0,27 ^x	84,61±0,37 ^{xy}	85,28±0,21 ^y

Keterangan: tepung kulit singkong berukuran 50 mesh (KS-5), tepung kulit singkong berukuran 100 mesh (KS-10) dan tepung kulit singkong berukuran 200 mesh (KS-20). Huruf yang berbeda dibelakang angka dalam satu baris menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

Kadar abu dari KS-20 (4,15%) lebih tinggi kemudian diikuti oleh KS-10 (3,96%) dan kadar abu lebih rendah terdapat pada KS-5 (3,29%). Dapat disimpulkan bahwa, semakin halus ukuran partikel maka semakin besar kadar abu dari sampel tersebut. Kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral suatu bahan, semakin tinggi kadar abu dalam sampel maka semakin tinggi pula kadar mineral dalam bahan pangan tersebut (Winarno, 1992). Dari data hasil penelitian Dapat dilihat bahwa semakin halus sampel makan semakin kecil kandungan protein yang terdapat dalam sampel tersebut. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Ahmed *et al.* (2016) yang dalam penelitiannya tentang buah Water Chestnut, dimana semakin halus ukuran partikel maka semakin kecil kadar proteinnya. Dari Table 2 dapat dilihat bahwa kadar lemak pada KS-20 lebih tinggi kemudian diikuti oleh KS-10 dan yang paling rendah

terdapat pada KS-5. Hal ini ada hubungannya dengan kandungan kadar air pada sampel. Dimana kandungan air paling kecil terdapat pada KS-20. Almatsier (2009), menyatakan bahwa kandungan lemak berbanding terbalik dengan kadar air yang terdapat dalam suatu bahan. Pada penelitian ini kandungan karbohidrat non-serat dihitung dengan perhitungan *carbohydrate by difference* yaitu dengan melibatkan kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein. hasil yang diperoleh merupakan estimasi kandungan karbohidrat termasuk serat kasar.

Tinggi rendahnya kandungan serat pangan yang diperoleh berhubungan dengan kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin yang terdapat dalam sampel. Diana dkk. (2018) menyatakan bahwa kandungan serat pangan total sesuai dengan senyawa polisakarida yang tidak dapat dicerna (selulosa, hemiselulosa dan

pektin) dan senyawa non polisakarida seperti lignin. Menurut Yenrina (2015), perhitungan karbohidrat dengan metode ini mengukur karbohidrat secara kasar yang mana termasuk karbohidrat tercerna seperti pati dan gula, karbohidrat tidak tercerna seperti pectin, hemiselulosa, selulosa dan non-karbohidrat seperti lignin.

Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin tepung kulit singkong

Penentuan kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin ditentukan menggunakan metode Chesson-Datta (1982) yaitu metode dengan prinsip gravimetri. Hasil analisisnya ditunjukkan pada Table 2.

Table 2. Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin tepung kulit singkong pada perbedaan ukuran partikel.

Kandungan (%)	KS-5	KS-10	KS-20
Hemilelulosa	36.64±0.07	34.34± 0.12	26.37± 0.09
Selulosa	20.94±0.03	22.55± 0.20	24.88± 0.16
Lignin	5.58± 0.17	8.81± 0.13	9.66± 0.12

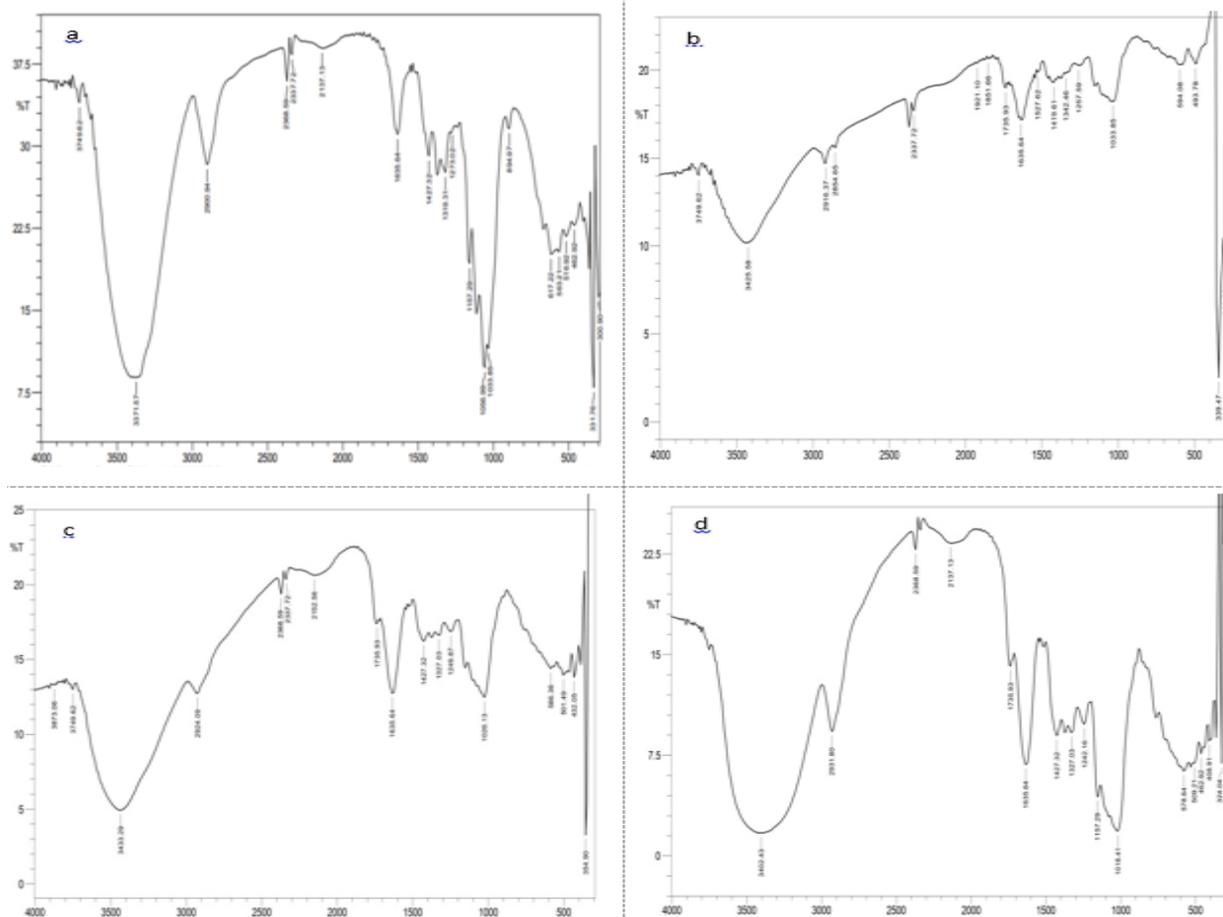
Singkatan seperti pada Tabel 1.

Dari Tabel di atas dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin kecil juga kandungan hemiselulosa pada sampel tersebut, sedangkan kandungan selulosa dan lignin yang didapatkan semakin besar seiring berkurangnya ukuran partikel. Tinggi rendahnya kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin sangat dipengaruhi oleh larutan alkali saat pemisahan komponen hemiselulosa, selulosa dan lignin. Lignin yang mempunyai struktur yang amorf sehingga sebagian komponen lignin ikut larut dalam pelarut dan menyebabkan tingginya komponen hemiselulosa yang banyak terekstraksi (Dareda dkk., 2020).

Spektra IR tepung kulit singkong

Analisis spektrofotometer FTIR tujuannya yaitu untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dari tepung yang dianalisis. Spektrofotometer FTIR digunakan untuk melihat apakah ada perubahan pada komposisi kimia serat pangan dari tepung kulit singkong dengan adanya perbedaan ukuran partikel. Analisis ini didasarkan pada analisis panjang

gelombang puncak-puncak yang muncul dalam spektra suatu sampel. Berdasarkan Gambar 1 spektrum dari standar selulosa menunjukkan adanya serapan yang kuat pada panjang gelombang 3371,57 cm^{-1} , sedangkan untuk sampel kulit singkong serapan yang kuat dari sampel KS-20 berada pada panjang gelombang 3402,43 cm^{-1} , KS-10 pada panjang gelombang 3433,29 cm^{-1} , dan KS-5 berada pada panjang gelombang 3425,58 cm^{-1} . Dan daerah serapan 3550-3200 cm^{-1} menunjukkan getaran O-H yang dikaitkan dengan peregangan O-H dari gugus hidroksil terutama yang berasal dari selulosa (Baeza dkk., 2001; Milovanovic dkk., 2016). Spektrum dari selulosa standar menunjukkan serapan pada panjang gelombang 2900,94 cm^{-1} sedangkan spektra dari KS-20 berada pada panjang gelombang 2931,80 cm^{-1} , KS-10 berada pada panjang gelombang 2924,09 cm^{-1} , dan KS-5 berada pada panjang gelombang 2916,37 cm^{-1} , yang mana daerah serapan 3000-2840 cm^{-1} menunjukkan vibrasi C-H dari selulosa yang mengidenikasikan kehadiran senyawa polisakarida (Abbasi dkk., 2016).



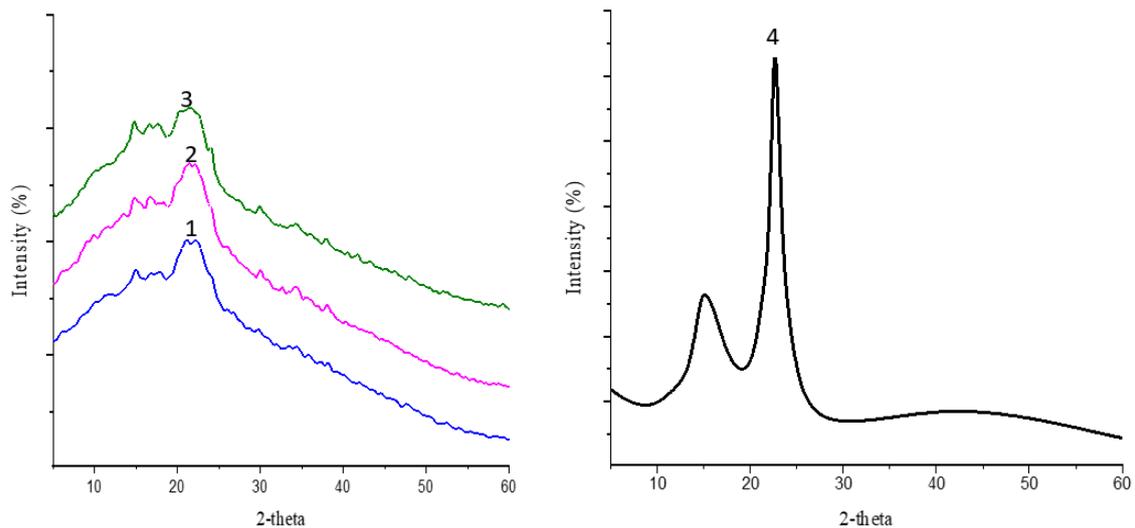
Gambar 1. Profil spektrum mikrokristalin selulosa (a); profil spektrum KS-5 (b); profil spektrum KS-10 (c) dan profil spektrum KS-20 (d).

Secara umum ketiga sampel memiliki bilangan gelombang yang relatif sama, hal ini diduga tidak terjadi perubahan yang signifikan selama proses mikronisasi atau pengurangan ukuran partikel. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kekuatan mekanik selama penggilingan dapat memutus ikatan hidrogen intramolekul dan mungkin dikaitkan dengan degradasi selulosa (Zhao dkk., 2015; Ma & Mu, 2016). Meskipun panjang gelombang dari ketiga puncak penyerapan tidak bergeser, ini menunjukkan bahwa masih ada pengotor yang membuat panjang gelombang berbeda. Namun, bilangan gelombang puncak penyerapan lainnya tidak berubah. Tidak ada perubahan signifikan dalam

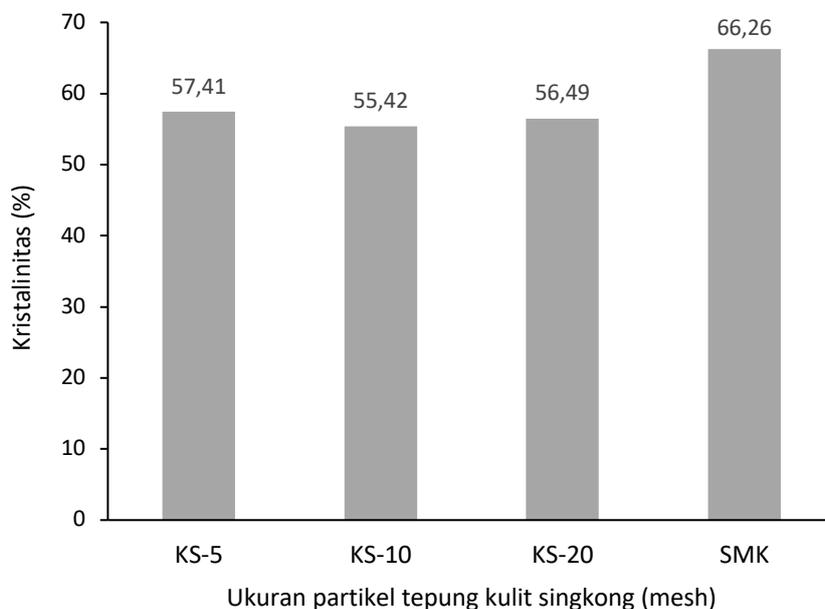
bentuk puncak spektrum FTIR, yang menunjukkan tidak ada perubahan mendasar pada komponen utama sehingga dipastikan bahwa bahan aktif serat pangan tidak hancur selama perlakuan penggilingan (Liu dkk., 2016).

X-ray diffraction (XRD) tepung kulit singkong

Pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui dua tipe data, yaitu kualitatif dan kuantitatif dengan mengetahui posisi 2θ pada tiap puncak yang terdeteksi oleh XRD. Dengan mengetahui besarnya intensitas relatif deretan puncak-puncak difraksi tersebut maka dapat diketahui senyawa penyusun material tersebut



Gambar 2. Pola XRD tepung kulit singkong KS-5 (1), KS-10 (2) dan KS-20 (3) dan mikrokristalin selulosa, MKS (4)



Gambar 3. Persentase kristalinitas tepung kulit singkong pada perbedaan ukuran partikel. Singkatan seperti pada Tabel 1.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kristalinitas yang diperoleh pada KS-5 sebesar 57,41%, KS-10 sebesar 55,42%, dan KS-20 sebesar 56,49%. Jika dibandingkan dengan serbuk mikrokristalin selulosa yang memiliki derajat kristalinitas sebesar 66,26% maka kristalinitas dari KS-5, KS-10 dan KS-20 lebih rendah tetapi tidak terlalu jauh berbeda dari derajat kristalin dari selulosa. Hal ini didukung dengan penelitian dari Suryanto (2017), yang menyatakan bahwa proses pemurnian serat dari tanaman mempengaruhi terhadap kristalinitas

dari serat selulosa yaitu menyebabkan serat dari tanaman memiliki kristalinitas rendah yang menunjukkan tingkat kemurnian yang rendah. Dari gambar di atas dapat dilihat juga bahwa perlakuan perbedaan ukuran partikel tidak begitu berpengaruh nyata terhadap pola XRD dari tepung kulit singkong.

Kandungan total fenolik ekstrak tepung kulit singkong

Penentuan kandungan total fenolik untuk mengetahui potensi penangkal radikal

bebas dari ekstrak KS-5, KS-10 dan KS-20. Kandungan total fenolik dapat ditentukan secara spektrofotometri dengan reagen Folin-Ciocalteu. Metode ini memiliki keuntungan yaitu sederhana, dapat diulang, hasil yang akurat dan telah digunakan secara luas (Huang dkk., 2005; Fu dkk., 2011; Berker dkk., 2013). Prinsip dari metode ini adalah reaksi oksidasi senyawa fenol

dalam suasana basa oleh pereaksi Folin-Ciocalteu menghasilkan kompleks berwarna biru yang memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 750-760 nm. Hasil kandungan total fenolik ekstrak KS-5, KS-10 dan KS-20 dengan konsentrasi 1000 µg/mL disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Kandungan total fenolik ekstrak tepung singkong pada perbedaan ukuran partikel

Sampel	Kandungan fenolik (µg/mL)
KS-5	36,4±0,46 ^c
KS-10	77,21±0,70 ^b
KS-20	96,64±0,58 ^a

Singkatan seperti pada Tabel 1.

Kandungan total fenolik tertinggi terdapat pada ekstrak fenolik KS-20 sebesar 96,64 µg/mL, kemudian diikuti ekstrak fenolik KS-10 sebesar 77,21 µg/mL, dan yang paling kecil terdapat pada ekstrak fenolik KS-5 sebesar 36,4 µg/mL. Hal ini diduga karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan sampel untuk berinteraksi dengan pelarut sehingga membuat pelarut lebih mudah mengekstrak senyawa-senyawa yang terdapat di dalam sampel, sehingga mempengaruhi kandungan total fenolik dari sampel tersebut.

Aktivitas antioksidan ekstrak tepung kulit singkong

Aktivitas antioksidan ekstrak tepung kulit singkong dievaluasi dengan kemampuan penangkal radikal bebas DPPH dan penghambatan ion nitrit. Aktivitas penangkal radikal bebas dari ekstrak tepung kulit singkong ditentukan menggunakan metode serapan

radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Pengujian aktivitas penangkal radikal bebas ekstrak KS-5, KS-10 dan KS-20 dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan larutan DPPH. Radikal DPPH adalah radikal bebas stabil yang dapat larut dalam methanol atau etanol serta menunjukkan karakteristik pada panjang gelombang 515-517 nm (Suryanto & Momuat, 2017). Tetapi pembentkan senyawa nitrosiamin ini dapat dihambat oleh senyawa fenolik. Metode spektrofotometri sinar tampak dalam penetapan kandungan nitrit dan nitrat adalah berdasarkan reaksi kolorimetri uji Griess dimana nitrit mengalami reaksi diazotasi dengan asam sulfanilat dan N-(1-Naftil)-etilendiamin dihidroklorida yang akan menghasilkan senyawa azo berwarna ungu kemerahan yang dapat diukur secara spektrofotometri sinar tampak pada panjang gelombang 540 nm (Svehla, 1979). Aktivitas antioksidan dan kapasitas penghambat ion nitrit disajikan pada Tabel 4.

Table 4. Aktivitas penangkal radikal bebas (APRB) dan penghambat ion nitrit (KPN) ekstrak tepung kulit singkong pada perbedaan ukuran partikel. Singkatan seperti pada Tabel 1.

Sampel	APRB (%)	KPN (%)
KS-5	82,56±0,14 ^a	58,46±0,76 ^d
KS-10	90,38±0,15 ^b	81,31±1,38 ^e
KS-20	90,60±0,15 ^b	91,20±1,52 ^f

Tingginya aktivitas penangkal radikal bebas pada KS-20 menandakan bahwa tepung kulit singkong ukuran 200 mesh yang diekstraksi dengan pelarut etanol 80% mengandung senyawa-senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antioksidan yang lebih baik. Hal ini diduga sejalan dengan kandungan

senyawa fenolik pada ekstrak. Semakin banyak senyawa fenolik yang terdapat pada ekstrak maka semakin tinggi juga kemampuan menangkan radikal bebas dari sampel tersebut, karena senyawa fenol memiliki peranan dalam menangkal radikal bebas DPPH. Hal ini juga didukung oleh penelitian Febrina dkk. (2013)

tentang kapasitas antioksidan dan inhibitor alfa glukosidase ekstrak umbi bawang dayak yang menyatakan bahwa kapasitas antioksidan berbanding lurus dengan kandungan total fenol pada sampel. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak fenolik KS-20 memiliki kapasitas penghambat ion nitrit yang lebih tinggi, kemudian diikuti ekstrak fenolik KS-10 dan yang paling rendah terdapat pada ekstrak fenolik KS-5 ($p < 0,05$). Tingginya aktivitas penghambat ion nitrit diduga dipengaruhi oleh kandungan total fenolik yang dimiliki oleh ekstrak tersebut. Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian yang membuktikan bahwa kandungan total fenolik memiliki hubungan yang kuat dengan kemampuan menghambat ion nitrit dari berbagai ekstrak tanaman (Nova dkk., 2020; Dareda dkk., 2020; Karepu dkk., 2020).

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah, Perbedaan ukuran partikel cukup berbeda nyata untuk kandungan serat pangan tak larut dari tepung kulit singkong. Sedangkan untuk kandungan serat pangan terlarut tidak terlalu berbeda nyata dari KS-20 dan KS-10, begitu juga untuk KS-10 dan KS-5. Tetapi berbeda nyata antara KS-20 dan KS-5. Sedangkan untuk kandungan serat pangan total, cukup berbeda nyata dari ketiga sampel, dan yang paling tertinggi terdapat pada KS10, kemudian diikuti KS-20 dan yang paling rendah yaitu K-S5. Ukuran partikel tidak terlalu berpengaruh pada hasil pengujian aktivitas penangkal radikal bebas antara KS-10 dengan KS-20, tetapi cukup berbeda nyata dengan aktivitas antioksidan dari KS-5.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M.A., Islam, M., Aziz-ur-Rehman, Rasool, S., Rubab, K., Hussain, G., Ahmad, I., Ahsraf, M., Shadid, M. & Sha, S.A.A. 2016. Synthesis, characterization, antibacterial, α -glucosidase inhibition and hemolytic studies on some new N-(2,3-Dimethylphenyl) benzene sulfonamide derivatives. *Tropical Journal of Phamarceutical Research*. 15(3), 591-598.
- Ahmed, J., Al-Attar, H., & Arfat, Y. A. (2016). Effect of particle size on compositional, functional, pasting and rheological properties of commercial water chestnut flour. *Food Hydrocolloids*. 52(2016), 888-895.
- Almatsier, S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis (16th ed.)*. AOAC International, Washington.
- Baeza, J. & Freer, J. in: D.N.-S. Hon, N. Shiraishi (Eds.), *Chemical Characterization of Wood and its Components: Wood and Cellulosic Chemistry*. Marcel Dekker, New York.
- Berker, K.I., Olgun, F.A.O., Ozyurt, D., Demirata, B. & Apak, R. 2013. Modified Folin-Ciocalteu antioxidant capacity assay for measuring lipophilic antioxidant. *Journal of Agriculture and Food Chemistr*. 61(20), 4783-4791.
- Burda, S. & Oleszek, W. 2001. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(6), 2774-2779.
- Dareda, C.T., Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2020. Karakterisasi dan aktivitas antioksidan serat pangan dari daging buah pala (*Myristica fragrans Houtt*). *Chemistry Progress*. 13(1), 48-55.
- Datta, R. 1981. Acidogenic fermentation of lignocelluloses acid yield and conversion of componens. *Biotechnology and Bioengineering*. 23(9), 2167-2170.
- Diana, Y., Carlos, M. & Edith, C. 2018. Effect of maturity state of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) on seed characteristics. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 16 (SPL), 301-306.
- Febrinda, A. E., Astawan, M., Wresdiyati, T. & Yuliana, N. D. 2013. Kapasitas antioksidan dan inhibitir alfa glukosidase ekstrak umbi bawang dayak. *Jurnal Teknologi Industry Pangan*. 24(2), 161-167.
- Fu, L., Xu, B.T., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xu, X.R., Xia, E. Q. & Li, H, B. 2011. Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *International Journal Moleculer Science*. 12(4), 2112-2124.

- Huang, D., Ou, B. & Prior, R.I. 2005. The Chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53(6): 1841- 1856.
- Jeong, S.M., Kim, S.Y., Kim, D.R, Jo, S.C., Nam, K.C., Ahn, D.U. & Lee, S.C. 2004. Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52(11), 3389-3393.
- Karepu, M.G., Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2020. Komposisi kimia dan aktivitas antioksidan dari paring kelapa (*Cocos nucifera*). *Chemistry Progress*. 13(1), 39-47.
- Liu, Y., Wang, L., Liu, F. & Pan, S. 2016. Effect of grinding methods on structural, physicochemical, and functional properties of insoluble dietary fiber from orange peel. *International Journal of Polymer Science*. 2016, 1-7.
- Ma, M. & Mu, T. 2016. Modification of deoiled cumin dietary fiber with laccase and cellulase under high hydrostatic pressure. *Carbohydrate Polymers*. 136, 87-94.
- Milovanovic, S., Markovic, D., Aksentijevic, K., Stojanovic, D.B., Ivanovic, J. & Zizovic, I. 2016. Application of cellulose acetate for controlled release of thymol. *Carbohydrate Polymers*. 147, 344-353
- Muhiddin, N., Juli, N. & Aryantha, I. N. P. 2000. Peningkatan kandungan protein kulit umbi ubi kayu melalui proses fermentasi. *Jurnal Matematika dan Sains*. 6(1), 1-12.
- Nam S.H, Choi S.P, Kang M.Y, Koh H.J, Kozuke N, Friedman M. 2006. Antioxidative activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars. *Food Chemistry*. 94(4) 613-620.
- Nielsen, S. 2003. *Food Analysis 3rd Ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers*. New York.
- Nova, Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2020. Karakterisasi fisikokimia dan aktivitas antioksidan serat pangan dari ampas empulur sagu baruk (*Arenga Microcarpha B.*). *Chemistry Progress*. 13(1), 22-30.
- Nuryati, N., Akbar. & Waryanto, B. 2016. *Outlook Komoditas Ubi Kayu*. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian: Jakarta.
- Sudarmadji, 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Richana, N. 2012. *Ubi Jalar dan Ubi Kayu: Botani-Budidaya Teknologi Pasca Panen*. Nuansa, Bandung.
- Suryanto, E. & Momuat, L.I. 2017. Isolasi dan aktivitas antioksidan fraksi dari ekstrak tongkol jagung (*Zea mays*). *Agrictech*. 37(2), 39-147.
- Suryanto, E. 2018. *Kimia Antioksidan*. CV. Patra Media Grafindo: Bandung.
- Suryanto, H. 2017. Analisis struktur serat selulosa dari bakteri. *Seminar Nasional Teknologi Terapan*. 3(1), 17-22.
- Svehla, G. 1979. *Vogel's Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wang, T., Sun, X., Zhou, Z. & Chen, G. 2012. Effects of microfluidization process on physicochemical properties of wheat bran. *Food Research International*. 48(2), 742-747.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yenrina, R. 2015. *Metode Analisa Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif*. Universitas Andalas, Padang.
- Zhang, L., Xu, H. & Li, S. 2009. Effects of micronization on properties of *Chaenomeles Sinensis* (Thouin) Koehne fruit powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 10(4), 633-637.
- Zhao, X., Zhu, H., Zhang, G. & Tang, W. 2015. Effect of superfine grinding on the physicochemical properties and antioxidant activity of red grape pomace powders. *Powder Technology*. 286, 838-844.