



POTENSI PEMANFAATAN KULIT ARI BIJI WIJEN SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN TEPUNG PANGAN

Potential Utilization of Sesame Seed Coat as Raw Material for Flour Production

Azalia Riyandini Nursalsabila Kusuma Utama¹, Arita Dewi Nugrahini^{2*}, Mohammad
Affan Fajar Falah³

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
Alamat koresponden: arita.dewi.n@ugm.ac.id

ABSTRAK

Kulit ari biji wijen merupakan produk samping hasil industri sosoh wijen yang kandungan gizinya tinggi namun masih bernilai ekonomi rendah karena hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak. Tujuan penelitian ini adalah menggali potensi kulit ari biji wijen sebagai bahan baku pembuatan tepung pangan dengan melihat dari kandungan protein, serat pangan, keamanan pangan, dan potensi antioksidan supaya dapat menjadi produk samping dengan nilai tambah tinggi. Pada proses pembuatan tepung, penggunaan suhu dan waktu dalam pengeringan dapat menentukan mutu akhir sehingga dilakukan penentuan suhu dan waktu pengeringan yang menghasilkan kadar air, protein, serat pangan terbaik dan sesuai acuan. Pengujian cemaran mikroba dengan angka kapang khamir dan pengujian cemaran kimia logam berat merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) juga dilakukan untuk memastikan keamanan pangan. Pengujian aktivitas antioksidan dan kandungan asam ferulat juga dilakukan untuk mengetahui potensi tepung kulit ari biji wijen sebagai pangan kaya antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu pengeringan terbaik untuk pembuatan tepung kulit ari biji wijen adalah dengan suhu 60°C dan waktu 6 jam. Berdasarkan suhu dan waktu tersebut diperoleh kadar air sebesar 13,3333%, kadar protein sebesar 7,3537%, kadar serat pangan total sebesar 21,6947%, nilai aktivitas antioksidan sangat lemah sebesar 5.871,2381 ppm, dan kadar asam ferulat sebesar 8,749 mg/kg. Pada pengujian mikroba diperoleh hasil nilai angka kapang dan khamir 8 x 10³ koloni/g, sedangkan untuk pengujian cemaran kimia untuk merkuri diperoleh 0,04 mg/kg, kadmium 0,67 mg/kg, dan tidak terdeteksi untuk timbal.

Kata kunci: produk samping; kulit ari; biji wijen; tepung

ABSTRACT

Sesame seed coat is a by-product from hulled sesame seed industry which has high nutritional content but still has low economic value because it is only used in animal feeding. The purpose of this study is to explore the potential of sesame seed coat as a raw material for making flour by looking at the protein content, dietary fiber, food safety, and antioxidant potential so it can be recovered and used as a value added product. Temperature and time in drying can be the



factor that determines the final quality. This study was conducted to investigate the best experimental design in combination of drying temperature and time to acquire the best water content, protein content and fiber content on flour. Testing for microbial contamination with total yeast and mold count and testing for chemical contamination of heavy metals such as mercury (Hg), cadmium (Cd), and lead (Pb) were also carried out to ensure food safety. Testing for antioxidant activity and ferulic acid content were also carried out to determine the potential of sesame seed coat flour as an antioxidant-rich food. The results of this study showed that the best temperature and drying time for making sesame seed coat flour was 60°C and 6 hours. In that conditions, the water content, protein content, total dietary fiber content, antioxidant activity, and ferulic acid content were 13,3333%, 7,3537%, 21,6947, 5.871,2381 ppm, and 8,749 mg/kg respectfully for each category. In the microbial test, the results showed that the number of molds and yeast was 8×10^3 colonies/g, while for the chemical contamination test, it was 0.04 mg/kg for mercury, 0.67 mg/kg for cadmium, and undetectable amount for lead.

Keyword: *Side product; epidermis; sesame seeds; flour*

PENDAHULUAN

Produk samping industri pertanian adalah produk sekunder yang berasal dari proses produksi industri pertanian dan berpotensi sebagai sumber bahan fungsional yang menarik dan lebih murah (Faustino dkk, 2019). Industri sosoh wijen memiliki produk samping kulit ari biji wijen yang dinilai masih mengandung nutrisi yang tinggi dan nilai nutrasetikal (Ravindran & Jaiswal, 2016). Setiap pengolahan 1 kg biji wijen akan menghasilkan 16,5% kulit ari biji wijen hingga berpotensi menghasilkan produk samping yang tidak bernilai pada UMKM sebesar 115,5 kg dalam satu kali produksi jika dibuang begitu saja. Kulit ari biji wijen dari proses produksi penyosohan wijen hanya dimanfaatkan menjadi campuran pakan ternak. Harga jual kulit ari biji wijen sebagai pakan ternak adalah Rp 600 per kg. Penjualan tersebut memiliki nilai tambah yang rendah sehingga maksud dari penggalian potensi kulit ari biji wijen diharapkan dapat memberi alternatif pemanfaatan produk samping dengan nilai tambah yang lebih tinggi.

Menurut penelitian Görgüç dkk (2019), kulit ari biji wijen berpotensi sebagai sumber protein nabati dengan kandungan protein hingga 15%. Berdasarkan penelitian Elleuch, dkk (2007) kulit ari biji wijen mengandung 42 g/100 g serat pangan serta polifenol sebesar 598 mg/100 g dan 260 mg/100 g. Berdasarkan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA, 2019), setiap 100 g tepung terigu memiliki kandungan protein sebesar 10,3 g dan serat pangan sebesar 2,7 g sehingga kulit



ari biji wijen dapat dimanfaatkan untuk menjadi produk yang bernilai lebih seperti tepung yang digunakan sebagai bahan baku pangan dengan protein dan serat pangan tinggi.

Manusia butuh mengonsumsi serat pangan sebesar 25-30 gram per hari, sedangkan menurut Puslitbang Depkes (2013) sebagian besar masyarakat Indonesia hanya mengonsumsi 10,5 gram per hari. Peran konsumsi serat pangan cukup penting untuk memelihara kesehatan dan mencegah penyakit degeneratif seperti diabetes, kolestrol, obesitas, serta gangguan pencernaan seperti konstipasi, wasir, dan kanker kolon (Sunarti, 2017). Menurut Hasil Riset Kesehatan Dasar 2018, prevalensi penderita diabetes melitus pada penduduk umur ≥ 15 tahun di Indonesia terus meningkat dari tahun 2007 sebanyak 5,7% ke tahun 2013 menjadi sebanyak 6,9%, hingga pada tahun 2018 bertambah menjadi 8,5% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Berdasarkan mekanisme biologis, serat pangan dapat memperlambat pengosongan lambung dan penurunan penyerapan glukosa sehingga dapat menurunkan peningkatan kadar glukosa postprandial (Basu dkk, 2019).

Menurut penelitian Görgüç dkk (Görgüç dkk, 2019), kulit ari biji wijen juga memiliki potensi kandungan senyawa fenolik dan kapasitas antioksidan yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ortega-Hernández dkk (Ortega-Hernández dkk, 2018), kulit ari biji wijen memiliki beberapa kandungan antara lain asam ferulat, asam galat, dan sesamolin. Senyawa bioaktif dengan kadar tertinggi diperoleh pada asam ferulat sebesar 887,5 mg/kg. Kandungan antioksidan berperan menangkal dapat radikal bebas yang merupakan senyawa yang mengandung elektron tidak berpasangan reaktif yang mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya sehingga dapat menyebabkan gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, molekul termodifikasi yang tidak dapat dikenali oleh sistem imun, dan bahkan mutase (Amin dkk, 2015). Semua bentuk gangguan tersebut dapat memicu munculnya berbagai penyakit degeneratif hingga kanker (Winarsi, 2007). Indonesia mengalami peningkatan pasien dengan penyakit degeneratif dari tahun ke tahun yaitu pada tahun 2007 sebanyak 9,4% dan meningkat menjadi 13,3% pada tahun 2013 (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Kulit ari biji wijen memiliki fisik tekstur tipis, sedikit kasar, mudah berbau, dan tidak dapat tahan lama sehingga untuk mengatasi permasalahan dapat dilakukan dengan pengolahan lebih lanjut, salah satunya dibuat menjadi tepung yang akan mempermudah penggunaannya dan



meningkatkan nilai ekonomis kulit ari biji wijen. Proses modifikasi produk samping dari industri pertanian diperlukan untuk meminimalkan faktor antigizi bahan dan meningkatkan kelayakan dan keamanan bahan untuk menjadi pangan (Lai dkk, 2016).

METODE

Pembuatan tepung kulit ari biji wijen (Kenang dkk, 2022)

Kulit ari biji wijen yang diperoleh dari industri sosoh wijen di Klaten berupa kulit ari biji wijen basah. Kulit ari biji wijen dicuci dengan air untuk dibersihkan dari kotorannya, Kemudian kulit ari biji wijen dikeringkan dalam oven pengering di Laboratorium Rekayasa dan Produk Samping TIP UGM dengan perlakuan perlakuan perbedaan suhu yang berbeda pada bahan yaitu 50°C, 60°C, dan 70°C dan pemberian perlakuan lama waktu pengeringan yang berbeda pada bahan yaitu 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Setelah itu, dilakukan penghalusan dengan hammer mill dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh untuk memperoleh butiran yang seragam.

Uji Kadar Air (AOAC 2005)

Sampel akan ditimbang hingga diperoleh bobot konstan yang diasumsikan semua air yang terkandung dalam sampel menguap. Jumlah air yang diuapkan dihitung dari selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan. Analisis kadar air dilakukan dengan prosedur berikut: cawan yang akan digunakan terlebih dahulu dioven selama 30 menit pada suhu 100°C-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dioven pada suhu 100°C-105°C selama 6 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga bobot yang konstan tercapai. Perhitungan kadar air dihitung dengan rumus

sebagai

berikut:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A: berat cawan kosong (g)

B: berat cawan + sampel awal (g)

C: berat cawan + sampel kering (g)



Uji Protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode kjeldahl. Analisis kadar protein dilakukan dengan melalui tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada awal tahapan destruksi, sampel ditimbang sebanyak 0,5-1 g, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml, ditambahkan 1 g campuran katalis selen dan 10 ml H₂SO₄ pekat kemudian dipanaskan dalam keadaan mendidih hingga warna larutan menjadi hijau jernih dan SO₂ hilang. Larutan didinginkan lalu dipindahkan ke labu 50 ml dan diencerkan dengan akuades sampai tanda tera kemudian dilakukan tahapan kedua yaitu destilasi. Larutan dimasukkan ke dalam alat destilasi, ditambahkan 15 ml NaOH 30-33 % kemudian didestilasi. Destilat ditampung dalam larutan 10 ml asam borat 2% dan beberapa tetes indikator bromcresol green dan larutan metil merah kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,05 N sampai larutan berubah warnanya menjadi merah muda. Perhitungan kadar protein dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(VA - VB)HCL \times NHCL \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000}$$

Keterangan:

VA: jumlah HCl untuk titrasi sampel (ml)

VB: jumlah HCl untuk titrasi blangko (ml)

N: normalitas HCl standar yang digunakan

14,007: berat atom Nitrogen

6,25: faktor konversi protein

W: berat sampel dalam gram

Uji Serat Pangan (AOAC Official Methods 985.29)

Sampel yang telah dihilangkan lemaknya digelatinisasi dengan alfa-amilase yang distabilkan, dicerna secara enzimatik dengan protease, dan diikuti dengan inkubasi amiloglukosidase untuk menghilangkan protein dan pati. Kemudian, sampel disaring; dicuci dengan air, etanol 95%, dan aseton; dikeringkan dan ditimbang untuk menentukan serat pangan tidak larut. Empat volume etanol 95% yang dipanaskan hingga 60°C ditambahkan ke filtrat dan ke air bilasan. Endapan disaring dan dicuci dengan etanol 78%, etanol 95%, dan aseton. Residu serat pangan larut dikeringkan dan ditimbang. Serat pangan total ditentukan dengan menjumlahkan serat pangan tidak larut dan serat pangan larut. Perhitungan serat pangan total dilakukan dengan rumus berikut.



$$\text{Serat Pangan Total (\%)} = \frac{(\text{Bobot residu} - P - A - B)}{\text{Bobot sampel}} \times 100$$

Keterangan

P = bobot (mg) dari protein

A = bobot (mg) dari abu

B = bobot (mg) dari sampel blanko

Pengujian Cemaran Kimia Logam Berat

Pengujian kandungan merkuri (Hg) pada tepung kulit ari biji wijen dilakukan menggunakan *mercury analyzer* (Puspitasari dkk, 2019). Mesin ini memiliki prinsip kerja memanaskan sampel untuk mengubah senyawa merkuri dalam bentuk atomnya atau dinamakan atomisasi, kemudian atom akan ditangkap oleh amalgam sehingga yang tinggal hanya uap merkuri. Analisis pada instrumen dilakukan pada panjang gelombang 253,7 nm. Gas merkuri yang dihasilkan akan dilewatkan pada cell tube yang ditembakkan sinar cahaya dari lampu merkuri. Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) digunakan untuk mengidentifikasi kandungan timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam tepung kulit ari biji wijen (SNI 3751:2009). Prinsip yang digunakan adalah destruksi sampel dengan cara pengabuan kering pada suhu 450°C yang dilanjutkan dengan pelarutan dalam larutan asam. Logam yang terlarut dihitung menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 228,8 nm untuk kadmium dan 283,3 nm untuk timbal.

Pengujian Angka Kapang dan Khamir

Sampel diambil sebanyak 1 g secara aseptis lalu dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berisi 100 ml aquades sehingga diperoleh pengenceran (1:100) 10^{-2} dilanjutkan hingga diperoleh pengenceran (1:1.000.000) 10^{-6} . Selanjutnya dibuat larutan kloramfenikol dengan 1 g kloramfenikol dilarutkan ke dalam 100 ml aquadest. Kentang yang telah dipotong dadu sebanyak 40 g direbus dalam air 100 ml, setelah itu diambil air rebusannya dan ditambahkan agar sebanyak 2 g dan glukosa 2 g. Selanjutnya ditambahkan 1 ml kloramfenikol dan dicampur hingga merata. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf selama 60 menit pada suhu 121°C. Dari setiap pengenceran dipipet 1 ml ke dalam cawan petri steril secara 2 kali ulangan. Sebanyak 20 ml media PDA dituangkan ke dalam cawan petri yang sebelumnya telah ditambah dengan 1 ml larutan



kloramfenikol dan digoyangkan sehingga campuran merata. Setelah agar membeku, cawan petri d diinkubasi pada suhu 30°C atau pada suhu kamar selama 5 hari di dalam inkubator.

Analisis Aktivitas Antioksidan DPPH

Larutan ekstrak dan DPPH dibuat terlebih dahulu. Ekstrak sampel dilarutkan dalam metanol dan larutan DPPH dibuat dengan konsentrasi 0,4 nM. Larutan sampel yang telah dibuat diencerkan dengan berbagai variasi konsentrasi dengan total volume 0,8 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebagai larutan uji dan blanko. Selanjutnya ditambahkan 0,2 mL larutan DPPH ke dalam tabung reaksi larutan uji dan diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap. Setelah 30 menit, larutan uji dan blanko diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Nilai absorbansi dari setiap variasi konsentrasi dicatat dan dihitung nilai IC50. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali (Molyneux, 2004).

Pengujian Kandungan Senyawa Asam Ferulat

a. **Penyiapan Larutan Sampel Tepung Kulit Ari Biji Wijen**

Tepung kulit ari biji wijen diekstraksi menggunakan metode soxhlet pada suhu 64,70C dengan methanol sebagai pelarut ekstraksi.

b. **Penyiapan Larutan Buffer Fosfat 0.04 M (pH 3.0)**

Pottasium dihydrogen orthopjosphat sebesar 5.44 g dilarutkan pada 950 ml aquades. Kemudian ditambahkan orthophosphoric acid hingga volume menjadi 100 ml dalam labu ukur hingga pH menjadi 3.0. Larutan disaring dengan membran filter sebelum digunakan.

c. **Penyiapan Larutan Stock Standar**

Standar asam ferulat 100 mg dilarutkan dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan methanol untuk mendapatkan larutan standar 1000 µg/ml.

d. **Pengujian**

Metode pengujian yang dilakukan adalah menggunakan HPLC ditambah dengan deteksi UV-Visible dengan panjang gelombang 264 nm, menggunakan kolom fase terbalik C18 (shim pack GIST, 150 mm x4.6 mm, 5µ). Fasa gerak terdiri asetonitril dan buffer (potassium dihydrogen orthophosphate, pH 3.0. disesuaikan dengan orthophosphoric acid) dengan rasio 60:40 v/v (Shaikh dan Jain, 2018).



Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tepung kulit ari biji wijen adalah kulit ari biji wijen. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu H_2SO_4 pekat, katalis selen, aquades, NaOH 30-33%, asam klorida 0,1 N, bromcresol green, metil merah, HCl 0,05, aseton, etanol 95%, buffer fosfat, protease, kloramfenikol, kentang, agar, glukosa, potassium dihydrogen orthophospat, orthophosphoric acid, asam ferulat, methanol HPLC grade.

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung kulit ari biji wijen adalah *drying oven*, *hammer mill*, ayakan 100 mesh. Alat yang digunakan untuk analisis yaitu oven, desikator, neraca analitik, erlenmeyer, labu kjeldahl 100 ml, cawan petri, autoklaf, tabung reaksi, inkubator, *waterbath*, *mercury analyzer*, *High Performance Liquid Chromatography*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tepung Kulit Ari Biji Wijen

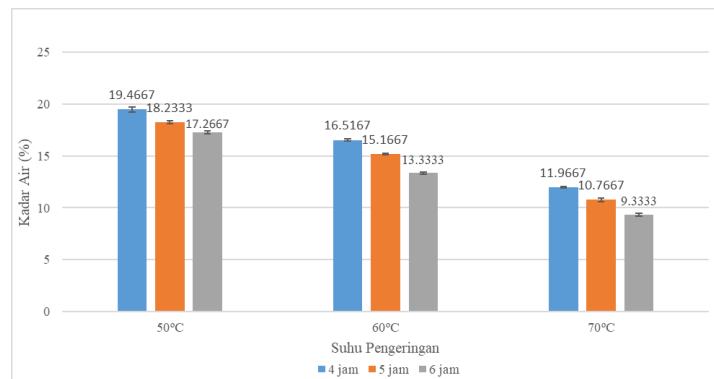
Tepung kulit ari biji wijen yang dihasilkan memiliki karakteristik tekstur berupa butiran-butiran halus berpasir, berwarna cokelat keruh, dan tidak berbau. Perubahan warna setelah menjadi tepung dapat disebabkan oleh pengecilan ukuran karena penggilingan dan pengayakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Onipe dkk (2017) yang melakukan penelitian mengenai pengaruh pengecilan ukuran terhadap warna pada kulit ari gandum bahwa pengecilan ukuran meningkatkan kecerahan warna kulit ari gandum seperti yang ditunjukkan oleh nilai L^* yang tinggi (62,65 hingga 75,80). Hasil tepung kulit ari wijen dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tepung Kulit Ari Biji Wijen

Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air tepung kulit ari biji wijen untuk setiap perlakuan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar Air Berdasarkan Perlakuan Suhu dan Waktu Pengeringan

Dapat diketahui bahwa kadar air tepung kulit ari biji wijen dipengaruhi oleh perlakuan suhu dan waktu pengeringan. Kadar air tertinggi yaitu yang dihasilkan dari perlakuan suhu 50°C dan waktu pengeringan 4 jam sebesar 19,4667%. Kadar air terendah yang dihasilkan yaitu dari perlakuan suhu 70°C dan waktu pengeringan 6 jam sebesar 9,3333%.



Tabel 1. Hasil uji ANOVA kadar air dengan perlakuan suhu dan waktu

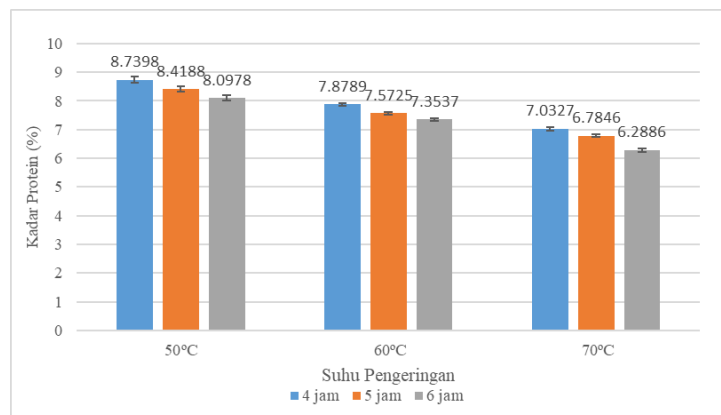
Suhu Pengeringan(°C)	Waktu Pengeringan (jam)		
	4	5	6
50	19.4667 ^a	18.2333 ^b	17.2667 ^c
60	16.5167 ^d	15.1667 ^e	13.3333 ^f
70	11.9667 ^g	10.7667 ^h	9.3333 ⁱ

Keterangan: notasi berbeda di belakang angka menunjukkan beda nyata pada signifikansi 5%

Berdasarkan hasil analisis ANOVA pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air antara setiap perlakuan berbeda nyata. Hal tersebut disebabkan oleh nilai kadar air yang berbeda secara signifikan antar perlakuan. Kadar air akan semakin rendah seiring lamanya pengeringan. Penurunan kadar air tersebut disebabkan oleh air yang semakin banyak menguap ketika pengeringan semakin lama dengan suhu yang semakin tinggi, sehingga bahan semakin kering dan ringan (Diza dkk, 2014).

Protein

Hasil pengukuran kadar protein tepung kulit ari biji wijen setiap perlakuan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar Protein Berdasarkan Perlakuan Suhu dan Waktu Pengeringan

Diketahui dari Gambar 3 bahwa perbedaan perlakuan suhu dan waktu pengeringan memberi pengaruh terhadap kadar protein tepung kulit ari biji wijen. Perlakuan suhu 50°C dan waktu 4 jam menghasilkan tepung kulit ari biji wijen dengan kadar protein tertinggi sebesar 8,7398%.



Sedangkan perlakuan suhu 70 °C dan waktu 6 jam menghasilkan tepung kulit ari biji wijen dengan kadar protein paling rendah sebesar 6,2886%.

Tabel 2. Hasil pengujian ANOVA kadar protein

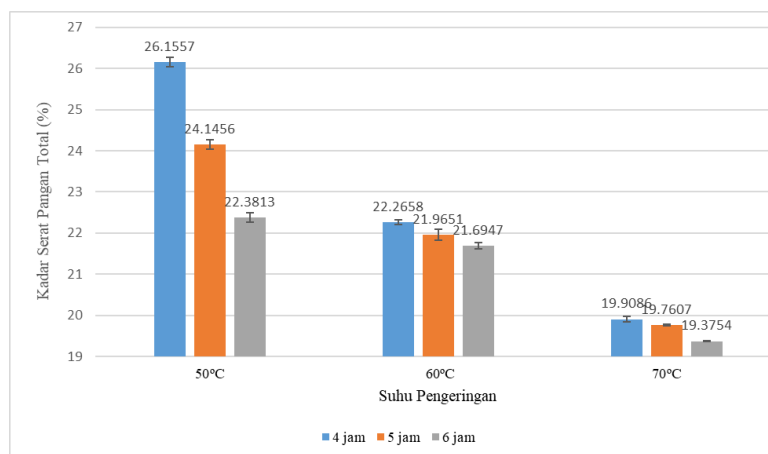
Suhu Pengerinan(°C)	Waktu Pengeringan (jam)		
	4	5	6
50	8.7398 ^a	8.4188 ^b	8.0978 ^c
60	7.8789 ^d	7.5725 ^d	7.3537 ^e
70	7.0327 ^f	6.7846 ^g	6.2886 ^h

Keterangan: notasi berbeda di belakang angka menunjukkan beda nyata pada signifikansi 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar protein pada setiap perlakuan berbeda nyata. Hasil dari setiap perlakuan sesuai dengan pernyataan Chen dkk (2017) yaitu semakin meningkatnya suhu dan semakin lama waktu pengeringan yang diberikan akan menyebabkan pengurangan kadar protein pada kulit ari biji wijen. Kadar protein yang menurun dikarenakan oleh proses pemanasan pada suhu 55-75 °C yang dapat menyebabkan denaturasi protein yang merupakan modifikasi struktur sekunder, tersier, dan kuartier dari protein tanpa menyebabkan pemutusan ikatan peptida (Kusnandar, 2019).

Serat Pangan Total

Hasil pengukuran kadar serat pangan total tepung kulit ari biji wijen untuk setiap perlakuan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar Serat Pangan Berdasarkan Perlakuan Suhu dan Waktu Pengeringan



Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa kandungan serat pangan dalam tepung kulit ari biji wijen dipengaruhi oleh perlakuan suhu dan waktu pengeringan. Serat pangan tertinggi diperoleh sebesar 26,1557% pada perlakuan suhu 50°C dan waktu 4 jam dan kadar terendah didapat sebesar 19,3754% pada perlakuan suhu 70°C dan waktu 6 jam.

Tabel 3. Hasil pengujian ANOVA serat pangan

Suhu Pengeringan(°C)	Waktu Pengeringan (jam)			Keterangan:	notasi
	4	5	6		
50	26.1557 ^a	24.1456 ^b	22.3813 ^c		
60	22.2658 ^{cd}	21.9651 ^e	21.6947 ^f		
70	19.9086 ^g	19.7607 ^{gh}	19.3754 ⁱ		

berbeda di belakang angka menunjukkan beda nyata pada signifikansi 5%

Kadar serat pangan total pada perlakuan pengeringan suhu 50°C waktu 6 jam dan suhu 60°C waktu 4 jam tidak berbeda nyata dan juga untuk perlakuan suhu 70°C waktu 4 jam dan suhu 70°C waktu 5 jam tidak berbeda nyata, sedangkan untuk perlakuan lainnya menunjukkan kadar serat pangan berbeda nyata. Perbedaan tidak nyata disebabkan oleh perbedaan dari kadar serat pangan yang tidak signifikan antar perlakuan. Serat pangan semakin lama akan semakin menurun seiring tingginya suhu dan lama waktu pengeringan yang diberikan (Johansson, 2012). Menurut Johansson (2012), penurunan kadar serat pangan dapat terjadi karena adanya fragmentasi polisakarida ketika adanya kenaikan suhu.

Cemaran Logam Berat

Nilai cemaran logam berat dibandingkan dengan standar acuan yaitu Peraturan Badan POM No.5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan pada kategori pangan no 06 yaitu tepung kulit ari. Hasil pengujian cemaran logam berat tepung kulit ari biji wijen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian cemaran logam berat

No	Unsur	Standar BPOM	Hasil
1	Hg (Merkuri)	0,05 mg/kg	0,04 mg/kg
2	Cd (Kadmium)	0,1 mg/kg	0,67 mg/kg
3	Pb (Timbal)	1,0 mg/kg	Tidak terdeteksi*



*Batas deteksi Pb: 0,096 mg/kg

Berdasarkan hasil tersebut kandungan merkuri dan timbal tidak melebihi batas maksimum cemaran makanan yang ditetapkan dalam Peraturan Badan POM No.5 Tahun 2018. Terdeteksinya cemaran merkuri pada tepung kulit ari biji wijen dapat terjadi karena adanya cemaran pada kulit ari biji wijen sebagai bahan baku tepung. Cemaran logam merkuri dapat terjadi karena keberadaannya yang ada di air dan tanah terutama berasal dari deposit alam, buangan limbah, aktivitas vulkanik, dan penggunaan fungisida yang tidak sesuai dengan petunjuk penggunaan (Agustina, 2014). Sedangkan untuk cemaran logam timbal tidak terdeteksi dalam tepung kulit ari biji wijen yang artinya nilai cemaran logam timbal lebih kecil dari 0,096 mg/kg.

Kandungan kadmium diketahui melebihi batas maksimum cemaran makanan yang ditetapkan dalam Peraturan Badan POM No.5 Tahun 2018. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Slepecka, dkk (2017), ditemukan bahwa kulit ari pada biji-bijian memiliki kandungan kadmium yang tinggi karena paparan cemaran logam berat pada bagian kulit ari di biji-bijian lebih tinggi dari bagian biji-bijian lainnya. Cemaran kadmium berkaitan erat dengan kontaminasi dalam udara, air irigasi, tanah, pestisida, dan polusi dari kendaraan di jalan raya (Igwegbe dkk dalam Abu-Almaaly, 2019). Lebih dari 90% kadmium di lingkungan berasal dari sumber antropogenik termasuk pupuk batuan fosfat, abu dari pembakaran bahan bakar fosil, limbah dari pembuatan semen dan pekerjaan metalurgi (Pan dkk, 2010). Industri yang menggunakan proses termal, misalnya produksi besi, pembakaran bahan bakar fosil, dan pembuatan semen, semuanya melepaskan kadmium ke udara (Isikli dkk, 2006).

Angka Kapang Khamir

Pada Peraturan Badan POM No.34 Tahun 2019 tentang Kategori Pangan, tepung kulit ari termasuk dalam produk kategori pangan no 06. Berdasarkan Peraturan Badan POM No.13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan, batas kandungan kapang dan khamir dalam produk kategori pangan tepung no 06 maksimal adalah 104 koloni/g. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan seperti yang terlampir pada Lampiran 8, nilai AKK tepung kulit ari biji adalah 8×10^3 koloni/g.

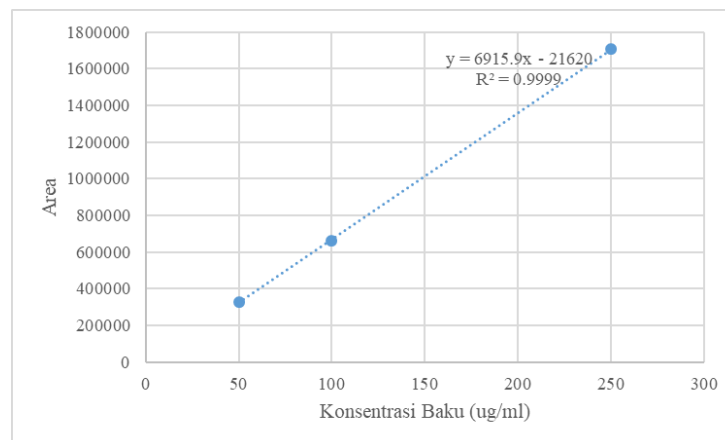
Hasil pengujian AKK menunjukkan bahwa nilai AKK memenuhi standar yang ditetapkan oleh Badan POM yaitu sebesar 8×10^3 koloni/g yang berada di bawah batas maksimal dari



peraturan yaitu 10^4 koloni/g. Teridentifikasinya kapang dan khamir dalam tepung kulit ari biji wijen dapat terjadi karena penyimpanan bahan baku di industri sosoh wijen yang masih kurang optimal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Anthony dkk (2014), mikotoksin khususnya aflatoksin dapat mengkontaminasi biji wijen yang disimpan secara buruk. Biji wijen kulit di industri sosoh wijen yang diperoleh dari supplier disimpan dalam karung plastik terbuka selama transportasi dan penyimpanan dalam Industri. Selama penyimpanan di Industri, karung plastik berisi biji wijen kulit diletakkan langsung di atas lantai semen tanpa alas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hasnani dkk (2019), kadar aflatoksin jagung pipil kemasan karung plastik tanpa alas memiliki nilai yang lebih tinggi daripada jagung pipil kemasan plastik dengan alas. Penelitian yang dilakukan oleh Nakai dkk (2008) menunjukkan bahwa penempatan kacang tanah dalam wadah terbuka dapat mempengaruhi peningkatan kadar air akibat terpapar suhu dan RH lingkungan, yang kemudian berdampak pada pertumbuhan kapang penghasil aflatoksin.

Aktivitas Antioksidan dan Asam Ferulat

Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa tepung kulit ari biji wijen memiliki nilai IC50 sebesar 5.871,2381 ppm. Menurut (Leksono dkk, 2018), secara spesifik suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC50 kurang dari 50 ppm ($IC_{50} < 50$ ppm), kuat ($50 \text{ ppm} < IC_{50} < 100$ ppm), sedang ($100 \text{ ppm} < IC_{50} < 150$ ppm), lemah ($150 \text{ ppm} < IC_{50} < 200$ ppm), dan sangat lemah ($IC_{50} > 200$ ppm). Artinya tepung kulit ari biji wijen memiliki aktivitas antioksidan yang lemah.



Gambar 5. Kurva Baku Asam Ferulat



Asam ferulat pada sampel kulit ari biji wijen terdeteksi dengan waktu retensi menit ke-1,948 dengan luas area 583.501. Setelah dilakukan perhitungan dengan regresi linear diperoleh kadar asam ferulat pada sampel sebesar 8,749 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan jumlah kadar asam ferulat yang lebih kecil dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Ortega-Hernández dkk (2018) yang menunjukkan kadar asam ferulat pada kulit ari biji wijen sebesar 887.5 mg/kg. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena pada pengujian ini digunakan kulit ari biji wijen yang telah melalui proses pengeringan hingga pengayakan yang menjadi tepung sedangkan pada penelitian oleh Ortega-Hernández dkk (2018) menggunakan kulit ari biji wijen yang belum melalui proses apapun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Spaggiari dkk (2020), menunjukkan proses penggilingan menurunkan kandungan bioaktif termasuk asam ferulat pada gandum. Menurut Finocchioaro dkk (2007), penggilingan dapat menyebabkan penurunan antioksidan pada beras merah dan beras putih hingga 51-87 % tergantung pada tingkat penggilingan dan termasuk pada kandungan asam ferulat. Pada penelitian Sapna dkk (2019), pemanasan tepung beras merah pada suhu 90 – 100 °C selama 30 menit dapat menurunkan kadar asam ferulat.

SIMPULAN

Tepung kulit ari biji wijen masih memiliki nilai protein dan serat pangan yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk penggunaan ke arah pangan. Namun berdasarkan aspek kelayakan keamanan pangan, pada pengujian mikroba diperoleh hasil untuk pengujian cemaran kimia logam berat untuk merkuri diperoleh 0,04 mg/kg, kadmium 0,67 mg/kg, dan tidak terdeteksi untuk timbal, sedangkan nilai angka kapang dan khamir 8×10^3 koloni/g. Parameter yang tidak memenuhi dengan batas standar BPOM adalah cemaran kadmium yang melebihi batas yaitu 0,1 mg/kg. Tepung kulit ari biji wijen memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah dengan nilai IC50 sebesar 5.871,2381 ppm dan kandungan asam ferulat sebesar 8,749 mg/kg. Tepung kulit ari biji wijen memiliki potensi dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk mengembangkan pangan olahan dengan kandungan serat pangan yang tinggi tetapi masih memerlukan perbaikan untuk kelayakan keamanan pada parameter cemaran kadmium.



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Gadjah Mada sebagai pemberi dana penelitian ini melalui Program Rekognisi Tugas Akhir (RTA) UGM.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Almaaly, R.A. (2019). Estimate the Contamination by some Heavy Metals in Sesame Seeds and Rashi Product that Available in Local Markets. *Journal of Plant Archives*, 19,3217-3222.
- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Jurnal TEKNOBUGA*, 1,53-65.
- Anthony, M.H., Ojochenemi, A.D., Yemi, A.H.R.Y., Tahir, N., Okechukwu, O.J., Saidu, M.A. & Ayobami, O.B. (2014.) Determination of Aflatoxins in Sesame, Rice, Millet and Acha from Nigeria using HPLC. *Journal Chemical Science Transactions*, 3,1516-1524.
- Basu, A., Alman, A.C., & Snell-Bergeon, J.K. (2019). Dietary fiber intake and glycemic control: coronary artery calcification in type 1 diabetes (CACTI) study. *Nutrition Journal*, 18,1-8.
- Chen, X., Lu, J., Li, X., Wang, Y., Miao, J., Mao, X., Zhao, C., & Gao, W. (2017). Effect of blanching and drying temperatures on starch-related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant activities of yam flours. *Journal LWT Food Science and Technology*, 82,303-310.
- Diza, Y.H., Wahyuningsih, T., & Silfia. (2014). Penentuan Waktu dan Suhu Pengeringan Optimal terhadap Sifat Fisik Bahan Pengisi Bubur Kampiun Instan Menggunakan Pengering Vakum. *Jurnal Litbang Industri*, 4:105-114.
- Elleuch, M. (2007). Quality Characteristics of Sesame Seeds and By-products. *Food Chemistry*, 103,641-650.
- Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E.M., Silva, S., & Pintado, M. (2019) .Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules*, 24,1-23.
- Finocchiaro, F., Ferrari, B., Gianinetti, A., Dall'asta, C., Galaverna, G., Scazzina, F. & Pellegrini, N. (2007). Characterization of antioxidant compounds of red and white rice and changes in total antioxidant capacity during processing. *Journal of Molecular Nutrition and Food Research*, 51,006-1019.



- Görgüç, A., Bircan, C. & Yılmaz, F. M. (2019). Sesame Bran as an Unexploited By-product: Effect of Enzyme and Ultrasound-assisted Extraction on the Recovery of Protein and Antioxidant Compounds. *Food Chemistry*, 283,637-645.
- Hasnani, S. Jamaludin, P., & Fadilah, R. (2019). Pengaruh Teknik Penyimpanan terhadap Pengendalian Aflatoksin Jagung (*Zea mays L*) selama Penyimpanan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5,S37-S47.
- Isıklı, B., Demir, T.A., Akar, T., Berber, A., Urer, S.M., Kalyoncu, C., & Canbek, M. (2006). Cadmium exposure from the cement dust emissions: A field study in a rural residence. *Chemosphere*, 63,1546-1552
- Johansson, M. (2012). *Dietary fibre composition and sensory analysis of heat treated wheat and rye bran*. Tugas Akhir. Department of Food Science Swedish University of Agricultural Sciences.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Riset Kesehatan Dasar 2018*, Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Kenang, V., Koapaha, T., & Langi, Tineke, M. (2022). Substitusi Tepung Kulit Ari Kedelai (Glycine Max) dalam Pembuatan Cookies Kaya Serat dan Protein dengan Flavor Kulit Jeruk Manis (Citrus sinensis L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13,16-25.
- Kusnandar, F. (2019). *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Lai, W.T., Khong, N.M.H., Lim, S.S., Hee, Y.Y., Sim, B.I., Lau, K.Y., dan Lai, O.M. (2016). A review: Modified Agricultural By-products for the Development and Fortification of Food Products and Nutraceuticals. *Trends in Food Science & Technology*, 59,148-1600.
- Leksono, W.B., Pramesti, R., Santosa, G.W., & Setyati, W.A. (2018). Jenis Pelarut Metanol Dan N-Heksana Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Gelidium sp. Dari Pantai Drini Gunungkidul – Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21,9-16.
- Molyneux, P. (2004). The use of the Stable Free Radical 2-2-diphenil-2-pikrilhidrazin (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanarin J. Sci. Technology*, 26,211-219.
- Nakai, V.K., Rocha, L.O., Goncalvez, E., Fonsesca, H., Ortega, E.M.M., & Correa, B. (2007). Distribution of fungi and aflatoxins in a stored peanut variety. *Journal of Food Chemistry*, 106,285-290.
- Ortega-Hernández, E., Coello-Oliemans, C., Ornelas-Cravioto, A., Santacruz, A., Becerra-Moreno, A., & Jacobo-Velazquez, D.A. (2018). Phytochemical Characterization of Sesame Bran: An Unexploited By-product Rich in Bioactive Compounds. *CyTA - Journal of Food*, 16,814-821.



- Pan, J., Plant, J.A., Voulvoulis, N., Oates, C.J., & Ihlenfeld, C. (2010). Cadmium levels in Europe: implications for human health. *Environmental Geochemistry and Health*, 32,1-12.
- Puslitbang Departemen Kesehatan (Depkes) RI. (2013). *Konsumsi Serat Masyarakat Indonesia*. Departemen Kesehatan Jakarta.
- Puspitasari, R.F., Prasetya, A., & Rahayuningsih. (2019). Penurunan Logam Hg dalam Air Menggunakan Sistem Sub-Surface Flow Constructed Wetland: Studi Efektivitas. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13,41-46.
- Ravindran, R. & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34,58-69.
- Sapna, I., Kamaljit, M., Priya, R., & Jayadeep, P.A. (2019). Milling and thermal treatment induced changes on phenolic components and antioxidant activities of pigmented rice flours. *Journal of Food Science Technology*, 51,273-280.
- Shaikh, H.A.R. dan Jain, V. (2018). A Novel, Simple, Rapid RP-HPLC Method for Simultaneous Estimation of Ferulic Acid, Quercetin, Piperine, and Thymol in Ayurvedic Formulation. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 10,303-308
- Sunarti. (2017). *Serat Pangan dalam Penanganan Sindrom Metabolik*. Yogyakarta: UGM Press.
- United State Departement of Agriculture. 2019. Wheat flour, white, all-purpose, unenruched. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169761/nutrients>.