

Karakterisasi fisikokimia dan *functional properties* tepung kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima*) dan tepung kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*)

Physicochemical characterization and functional properties of pomelo peel flour (Citrus maxima) and jackfruit peel flour (Artocarpus heterophyllus)

Karina Natalie¹⁾, Tjandra Pantjajani¹⁾, Ardhia Deasy Rosita Dewi¹⁾, Maria Goretti M. Purwanto^{1)*}

Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya, Jawa Timur
Email: maria_gmp@staff.ubaya.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim: 02/11/2021; disetujui: 25/02/2022; diterbitkan: 26/03/2022

ABSTRACT

Jackfruit and pomelo are tropical fruits that are popular among the people of Southeast Asia, including Indonesia because of their nutritional content such as carbohydrates, protein, minerals, and vitamins that are very beneficial for the health of the body. Jackfruit peel and pomelo peel are often just a waste and disposed of as organic waste. This study aims to compare the physical, chemical, and functional characteristics of jackfruit peel flour, pomelo peel flour, and wheat flour. The experimental design used was a completely randomized design with a variety of flour types. Based on the results of the physical test, the three types of flour gave significant differences in the color parameters. The kamba density value of jackfruit rind flour was not significantly different from that of wheat flour, while the kamba density value of pomelo rind flour was significantly different from that of wheat flour and jackfruit rind flour. Based on the results of chemical tests, the three types of flour differed significantly from each other in the content of ash, fat, crude fiber, protein, carbohydrates, pectin, and starch. The water content of pomelo peel flour was not significantly different from that of wheat flour. However, the water content of jackfruit rind flour was significantly different from that of wheat flour. Meanwhile, the ash content of pomelo peel flour and jackfruit peel flour were not significantly different from each other, but both were significantly different from wheat flour. Then for the functional parameters, OHC, Swelling power, and solubility of the three flours were significantly different from each other. While the WHC of pomelo peel flour and jackfruit peel flour were not significantly different from each other, but the WHC values were significantly different from that of wheat flour.

Keyword: *Pomelo peel, jackfruit peel, flour, physicochemical, functional characteristics*

ABSTRAK

Buah nangka dan buah jeruk bali merupakan jenis buah tropis yang populer di kalangan masyarakat Asia Tenggara, termasuk Indonesia karena kandungan gizinya seperti karbohidrat, protein, mineral, serta vitamin yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Kulit buah nangka dan kulit buah jeruk bali sering kali hanya menjadi limbah dan dibuang sebagai limbah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik fisik, kimia, dan fungsional dari tepung kulit buah nangka, tepung kulit buah jeruk bali, dan tepung terigu. Rancangan percobaan yang digunakan ialah

rancangan acak lengkap dengan variasi jenis tepung. Berdasarkan hasil uji fisik, ketiga jenis tepung memberikan perbedaan yang signifikan terhadap parameter warna. Nilai densitas kamba dari tepung kulit buah nangka tidak berbeda signifikan dengan tepung terigu, sedangkan nilai densitas kamba tepung kulit buah jeruk bali berbeda signifikan dengan tepung terigu dan tepung kulit buah nangka. Berdasarkan hasil uji kimia, ketiga jenis tepung saling berbeda signifikan terhadap kadar abu, lemak, serat kasar, protein, karbohidrat, pektin, dan pati. Kadar air dari tepung kulit buah jeruk bali tidak berbeda signifikan dengan tepung terigu. Namun kadar air tepung kulit buah nangka berbeda signifikan dengan tepung terigu. Sedangkan kadar abu tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka tidak berbeda signifikan satu sama lain, tetapi keduanya berbeda signifikan dengan tepung terigu. Kemudian untuk parameter fungsional, OHC, *Swelling power*, dan kelarutan dari ketiga tepung saling berbeda signifikan. Sedangkan WHC dari tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka tidak saling berbeda signifikan, namun nilai WHC keduanya berbeda signifikan dengan tepung terigu.

Kata kunci: Kulit buah jeruk bali, kulit buah nangka, tepung, fisikokimia, karakteristik fungsional

PENDAHULUAN

Kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka merupakan limbah tanaman yang sering dibuang begitu saja tanpa diolah. Padahal, beberapa penelitian membuktikan bahwa kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka mengandung banyak senyawa pektin dan serat pangan yang dapat meningkatkan fungsi-fungsi fisiologis tubuh seperti menurunkan kadar lemak dalam darah dan mengontrol kadar glukosa darah (Feili, 2013). Kulit buah jeruk bali juga dilaporkan mengandung banyak komponen fitokimia seperti alkaloid, saponin, flavonoid, dan fenolik, serta memiliki beberapa aktivitas biologis seperti antitumor, antiviral, antihipertensive, antidrepressant, antimikroba, dan antiinflamasi (Aberoumand, 2012). Kulit buah nangka juga merupakan salah satu sumber pektin yang cukup baik, dimana pektin merupakan senyawa yang terbukti dapat berperan sebagai antioksidan (Ho *et al.*, 2015), antitumor dan antiinflamasi (Popov *et al.*, 2014). Selain itu, Sharma (1981) melaporkan bahwa komponen serat dalam bahan pangan, termasuk tepung, dapat memberikan tekstur, pembentuk gel, bahan penstabil, dan memberi efek pengemulsi pada makanan tertentu.

Tepung komposit merupakan tepung yang dihasilkan dari beberapa jenis bahan baku seperti umbi-umbian, kacang-kacangan,

sereal, buah-buahan, atau limbah tanaman (Dendy & Dobraszczyk., 2001). Pemanfaatan tepung komposit berbasis tanaman lokal dapat mengurangi ketergantungan negara Indonesia sebagai salah satu negara importer gandum terbesar yang sebagian besar digunakan untuk kepentingan industri tepung gandum (Workman, 2019). Tidak hanya tepung terigu, tepung komposit juga dapat dimanfaatkan untuk substitusi sebagian tepung pangan lain seperti tepung tapioka, tepung kanji, dan lainnya untuk berbagai macam kebutuhan pangan. Selain itu, produksi tepung komposit berbasis limbah tanaman lokal juga dinilai merupakan salah satu alternatif untuk mengolah dan mengurangi limbah tanaman. Sejauh ini, beberapa tepung komposit yang telah dibuat ialah tepung komposit dari biji barley oleh Akubor *et al.* (2000), tepung kacang tunggak oleh Kerr *et al.* (2000), tepung ubi oleh Tyagi *et al.* (2007), tepung kulit jeruk manis oleh Romero *et al.* (2011), dan tepung biji nangka oleh Khan *et al.* (2016).

Beberapa contoh aplikasi tepung komposit dapat dilihat dari produk *bakery* dan *pastry*. Salah satu contoh ialah produk roti yang diproduksi dengan 10% substitusi tepung komposit kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis*) oleh Babiker *et al.* (2013). Selain itu, roti yang diproduksi dengan menggunakan tepung komposit dari buah pisang oleh Zuwariah & Noor (2009)

menunjukkan kadar fenolik yang cukup tinggi. Juga, roti yang diproduksi menggunakan substitusi tepung terigu dengan 55% tepung biji nangka menunjukkan serat pangan dan protein yang lebih tinggi daripada roti berbasis tepung terigu (Hossain *et al.*, 2014).

Penggunaan tepung berbasis kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka untuk dijadikan produk tentunya harus mempertimbangkan karakteristik fisiko-kimia tepung di mana di dalamnya termasuk analisis proksimat dan *functional properties* (*oil holding capacity* dan *water holding capacity*). Data analisis proksimat (kadar karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, air, dan abu) menyediakan informasi terkait dengan kadar komponen utama dari tepung komposit.

Selain itu, *functional properties* dari suatu bahan pangan dapat meningkatkan nilai jualnya sebagai suatu produk yang dapat diterima oleh masyarakat (Abdul-Hamid & Luan., 2000). *Syneresis*, tekstur, dan cita rasa dalam suatu produk pangan, misalnya roti dan kue, dikontrol dengan menambahkan bahan baku yang memiliki *water holding capacity* (WHC) dan *Oil Holding Capacity* (OHC) yang tinggi (Gri-gelmo-Miguel *et al.*, 1999). Nilai OHC (*oil holding capacity*) dan WHC (*water holding capacity*) kulit buah nangka dan kulit buah jeruk bali diperkirakan cukup tinggi sehingga tepung keduanya dapat dijadikan bahan tambahan fungsional pada tepung terigu untuk pembuatan produk *bakery* dan *pastry*.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin melakukan penelitian tentang karakteristik fisikokimia dan *functional properties* dari tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka.

METODE

Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan ini merupakan rancangan percobaan dengan menggunakan 3 jenis tepung (tepung terigu, tepung kulit buah jeruk bali, dan tepung kulit buah nangka). Masing-masing tepung diuji karakteristik fisikokimia

dan *functional properties*nya dan dengan 3 kali ulangan.

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain: tepung terigu Kunci Biru Bogasari, kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka dibeli di pasar Pucang, Kota Surabaya. Bahan lain yang digunakan untuk analisis ialah petroleum eter, kertas saring kasar Whatman, kertas lakmus merah, akuades, alkohol 96% teknis, K₂SO₄ (Merck), H₂SO₄ pekat (Merck), NaOH (Merck), HCl pekat (Merck), minyak jagung Mazola, larutan iodine, amilum murni, kapas dan aluminium foil.

Alat

Alat yang digunakan antara lain: panci, cawan porselen, timbangan, desikator, oven, labu lemak, tabung soxhlet, beaker glass 50-2000 mL (pyrex), erlenmeyer 250 mL (pyrex), labu ukur 100 mL (pyrex), gelas ukur 5-100 mL (pyrex), timbangan analitik (OHAUS), corong Buncher, pompa vakum, pendingin balik, kondensor, sentrifugasi, tabung sentrifugasi, vortex, gelas arloji, sendok besi dan sendok sungu, color reader (Konica Minolta), kaca pengaduk, magnetic stirer, hotplate stirer, kompor (Maspion), termometer *blender* (Philip), alat pengayakan, *waterbath* (BU-410D *Tinder*), spektrofotometer (*Genesys*), dan furnace.

Metode/pelaksanaan

Pembuatan tepung kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka serta pelaksanaan uji fisik (uji rendemen, uji warna, dan uji densitas kamba), uji kimia (proksimat, kadar pektin, dan kadar pati), uji karakteristik fungsional (WHC, OHC, *sweling power*, dan kelarutan tepung) dilakukan di laboratorium Pangan Universitas Surabaya pada Agustus-Oktober 2020.

Analisa data dilakukan secara ANOVA dengan selang kepercayaan 5%. Apabila ditemukan pengaruh terhadap salah satu variabel maka dilanjutkan dengan uji lanjut tukey. Untuk uji rendemen menggunakan *T-test*.

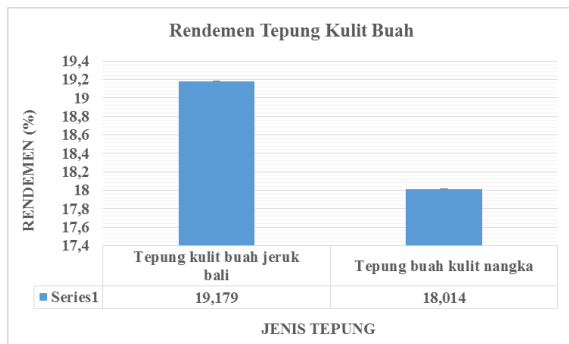


Gambar 1. Tepung kulit buah nangka (kiri) dan tepung kulit buah jeruk bali (kanan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji fisik

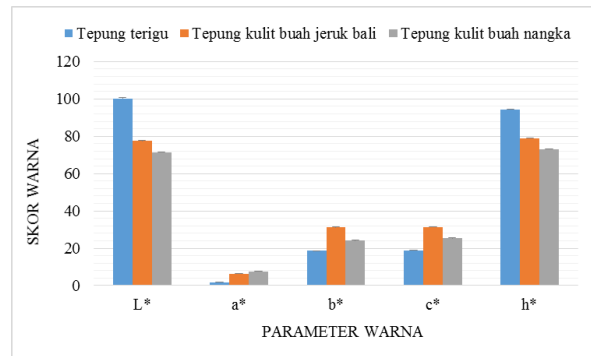
Uji rendemen



Gambar 1. Persentase rendemen kedua tepung kulit buah

Data hasil statistik rendemen dari kedua tepung kulit buah dapat dilihat pada gambar 1. Rendemen tepung kulit buah jeruk bali lebih besar dibandingkan dengan rendemen tepung kulit buah nangka. Nilai rendemen umumnya dipengaruhi oleh air atau komponen lain yang hilang pada saat proses pembuatan tepung, khususnya pada saat proses pengeringan (Soedirga *et al.*, 2018). Semakin banyak rendemen yang dapat dihasilkan menunjukkan efisiensi bahan baku yang digunakan untuk membuat tepung khususnya bila tepung ingin dijual secara komersial untuk aplikasi bahan pangan.

Uji warna



Gambar 2. Nilai parameter warna ketiga jenis tepung

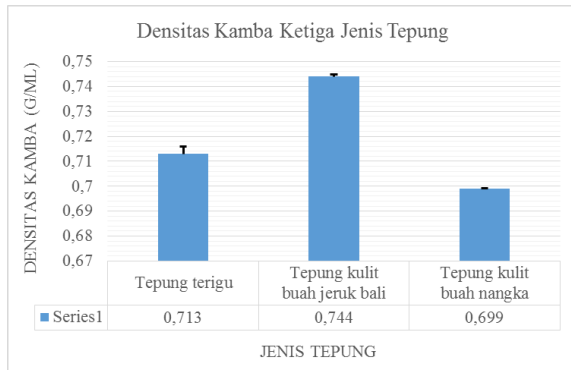
Tabel 1. Nilai parameter warna ketiga jenis tepung

Parameter (%)	Jenis tepung		
	Tepung terigu	Tepung kulit jeruk bali	Tepung kulit buah nangka
L*	100,3 ^c	77,533 ^b	71,367 ^a
a*	1,767 ^a	6,267 ^c	7,533 ^b
b*	18,6 ^a	31,233 ^c	24,167 ^b
c*	18,867 ^a	31,3 ^c	25,4 ^b
h*	94,3 ^c	78,867 ^b	73,2 ^a
Warna objektif	Kuning	Kuning-merah	Kuning-merah

Warna merupakan parameter penting yang menentukan kualitas dari produk pangan. Nilai parameter warna dibagi menjadi 5 yaitu, L* menyatakan terang-gelap; a* yang menunjukkan tingkat kemerahan; b* yang menyatakan tingkat kekuningan; c* menunjukkan tingkat saturasi; dan h* atau sering kali disebut hue yang menyatakan tebal tipisnya warna, dimana derajat hue akan menentukan warna objektif dari sampel. Tepung terigu memiliki tingkat terang yang paling tinggi. Tepung kulit buah jeruk bali memiliki tingkat kuning yang paling tinggi, diduga karena adanya akumulasi karotenoid dalam jumlah yang cukup besar pada jeruk yang sudah matang. Sedangkan tepung kulit nangka memiliki tingkat kemerahan paling tinggi diduga karena tingginya kadar flavonoid pada kulit buah nangka (Adan *et al.*, 2020). Secara garis besar, tepung kulit buah

jeruk bali dan kulit buah nangka memiliki derajat warna kuning-merah. Adanya pigmen warna alami yang dimiliki oleh tepung kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka dapat memberi nilai tambah untuk aplikasi kedua tepung kulit buah pada produk pangan.

Uji densitas kamba



Gambar 3. Persentase densitas kamba ketiga jenis tepung

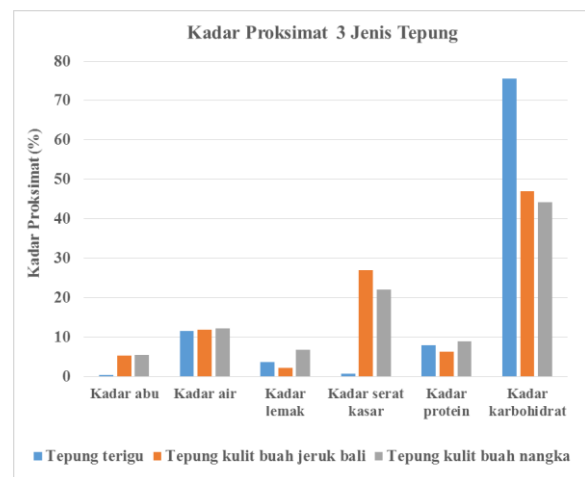
Densitas kamba merupakan parameter penting untuk menentukan persyaratan pengemasan, penanganan material dan aplikasinya dalam industri makanan. Tepung dengan densitas kamba yang tinggi lebih memiliki dispersibilitas tepung (kemampuan tepung terdistribusi di air) yang lebih besar sehingga cocok digunakan dalam berbagai macam proses persiapan bahan pangan, seperti saat pembuatan adonan roti (Yustiyani & Setiawan, 2013).

Hasil uji statistika nilai densitas kamba dari ketiga jenis tepung menunjukkan bahwa tepung kulit buah jeruk bali memiliki nilai densitas kamba yang lebih besar dibandingkan tepung kulit buah nangka dan tepung terigu. Tinggi rendahnya nilai densitas kamba dapat dipengaruhi oleh kadar air tepung tersebut. Tepung dengan kadar air yang tinggi akan memiliki bentuk partikel yang lebih porous (porositas lebih tinggi). Tepung dengan porositas yang lebih tinggi artinya partikel tepung tersebut lebih kompak dan rongga-rongga antar partikel yang terisi oleh udara lebih sedikit, sehingga densitas kamba menjadi lebih rendah (Rachma et al., 2018).

Uji kimia

Uji proksimat

Uji proksimat yang dilakukan sesuai dengan prosedur AOAC 2005. Hasil uji proksimat dari ketiga jenis tepung dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 1, menunjukkan bahwa tepung kulit jeruk bali dan tepung kulit buah nangka kaya akan kadar abu dan kadar serat kasar. Kadar lemak dan protein dari tepung kulit buah nangka merupakan yang paling tinggi, sedangkan tepung kulit buah jeruk bali yang paling rendah.



Gambar 4. Persentase kadar proksimat ketiga jenis tepung

Tabel 2. Perbandingan persentase kadar proksimat ketiga jenis tepung

Parameter (%)	Jenis Tepung		
	Tepung terigu	Tepung kulit jeruk bali	Tepung kulit buah nangka
Abu	0,465 ^a	5,305 ^b	5,543 ^b
Air	11,565 ^a	11,974 ^{ab}	12,274 ^b
Lemak	3,68 ^b	2,191 ^a	6,826 ^c
Serat Kasar	0,709 ^a	27,086 ^c	22,078 ^b
Protein	7,937 ^b	6,339 ^a	8,957 ^c
Karbohidrat	75,611 ^c	47,105 ^b	44,321 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa semua jenis uji proksimat berbeda signifikan ditanda dengan huruf yang berbeda untuk ketiga jenis tepung kecuali uji kadar air dan kadar abu. Tingginya kadar abu pada tepung kulit buah jeruk bali dan nangka mengindikasikan tingginya jumlah mineral yang terdapat pada tepung. Nilai kadar abu sangat berpengaruh pada hasil akhir produk pangan, dimana tepung dengan kadar abu yang tinggi dapat menurunkan kualitas produk pangan. Tharise *et al.*, (2014) menyatakan bahwa proses pengolahan bahan pangan seperti perendaman dan fermentasi dapat mengurangi kadar abu suatu bahan pangan. Sedangkan, untuk kadar air ketiga jenis tepung tidak saling berbeda jauh, dimana tepung dengan kandungan air yang cukup tinggi akan mempersingkat umur simpan tepung (Butt *et al.*, 2004).

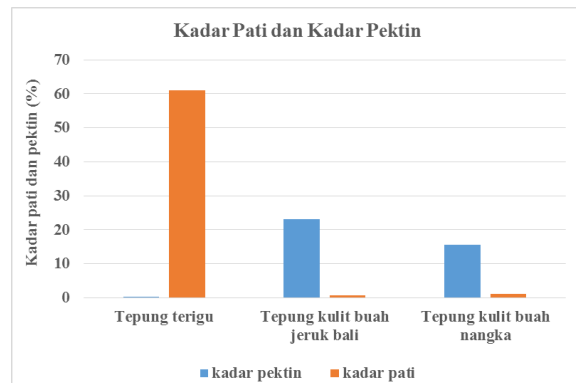
Selain abu yang tinggi, tepung kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka juga memiliki kadar serat kasar yang tinggi. Kadar serat pada suatu bahan pangan diketahui mampu meningkatkan sifat-sifat fungsional seperti kapasitas penyerapan air, daya bengkak, dan kapasitas pembentukan gel, dimana sifat-sifat fungsional ini penting dalam merumuskan bahan-bahan pembentuk suatu produk pangan. Selain itu, bahan pangan tinggi serat juga cenderung lebih disukai konsumen karena bersifat alami dibandingkan suplemen dari bahan sintetik (Palafox-Carlos *et al.*, 2010; Spiller, 2005).

Kadar proksimat lainnya menunjukkan bahwa tepung kulit buah nangka memiliki kandungan lemak dan protein yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan kedua tepung lainnya. Kadar protein berkaitan erat dengan hasil produk pangan, seperti volume kembang roti dan elastisitas *mie*. Tepung dengan kadar protein yang rendah cenderung menghasilkan *mie* yang lebih keras dan mudah putus (Zhang *et al.*, 2011).

Uji kadar pati dan pektin

Tepung kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka memiliki kandungan pektin yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan tepung terigu, namun memiliki kandungan pati yang sangat rendah dibandingkan

dengan tepung terigu. Hasil analisis statistik kadar pati dan pektin dari ketiga jenis tepung dapat dilihat pada Gambar 2 dan tabel 2.



Gambar 5. Kadar pati dan pektin ketiga jenis tepung

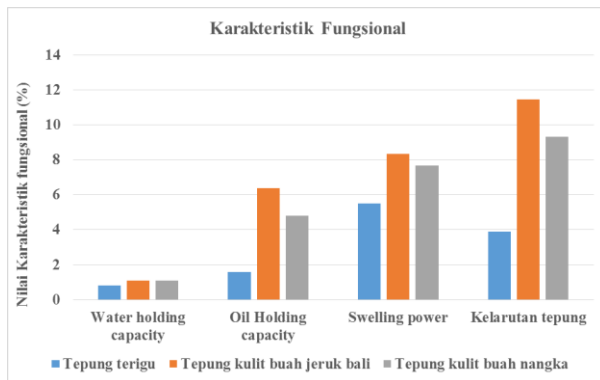
Tabel 3. Perbandingan persentase kadar proksimat ketiga jenis tepung

Parameter (%)	Jenis Tepung		
	Tepung Terigu	Tepung Kulit Jeruk Bali	Tepung Kulit Buah Nangka
Pektin	0,159 ^a	22,999 ^c	15,559 ^b
Pati	61,079 ^b	0,752 ^a	1,026 ^a

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Pektin merupakan serat pangan larut air yang umumnya digunakan dalam berbagai macam produk pangan, misalnya sebagai pengental dan juga sebagai bahan tambahan produk susu terfermentasi (Canteri-Schemin *et al.*, 2005). Pektin sebagai salah satu serat berkontribusi terhadap sifat-sifat fungsional yang dimiliki oleh tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka. Rendahnya pati pada kedua tepung kulit buah mengindikasikan bahwa sebagian besar karbohidrat yang terkandung pada kedua tepung kulit buah didominasi oleh serat.

Uji karakteristik fungsional



Gambar 6. Karakteristik fungsional ketiga tepung

Tabel 4. Perbandingan karakteristik fungsional ketiga jenis tepung

Parameter (%)	Jenis Tepung		
	Tepung Terigu	Tepung Kulit Jeruk Bali	Tepung Kulit Buah Nangka
Oil Holding Capacity	0,796 ^a	1,0971 ^b	1,09702 ^b
Water Holding Capacity	1,594 ^a	6,386 ^c	4,789 ^b
Swelling power	5,507 ^a	8,348 ^c	7,682 ^b
Kelarutan Tepung	3,9 ^a	11,443 ^c	9,308 ^b

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Pada penelitian ini, terdapat 4 parameter karakteristik fungsional yang diuji dari ketiga sampel tepung. OHC merupakan kemampuan tepung dalam menahan minyak, sedangkan WHC adalah kemampuan tepung menahan air. Tepung kulit buah nangka dan tepung kulit buah jeruk bali memiliki nilai OHC dan WHC yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu. Variasi keberadaan sisi nonpolar pada tepung yang berikatan dengan sisi hidrokarbon pada minyak merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai OHC

pada suatu tepung. Sedangkan nilai WHC dipengaruhi oleh komponen hidrofilik pada karbohidrat dan asam amino hidrofilik pada protein tepung yang dapat berikatan dengan air (Maninder *et al.*, 2007). Tepung dengan komponen polisakarida yang banyak umumnya memiliki nilai WHC yang tinggi. Kadar WHC yang tinggi dari kedua tepung kulit buah dipengaruhi oleh serat pangan yang tinggi pada kedua tepung kulit buah.

Tepung dengan nilai OHC yang tinggi dikenal cocok untuk meningkatkan cita rasa bahan pangan. Selain itu, tepung dengan OHC yang tinggi juga baik digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk produksi beberapa produk pangan yang prosesnya memerlukan penyerapan minyak yang tinggi seperti pada pembuatan sosis, *whipped cream*, *sponge cake*, dan lainnya (Kaushal *et al.*, 2012). Tepung dengan OHC tinggi juga berperan penting sebagai agen emulsifier yang bertugas untuk memperkuat intraksi ikatan gluten-gluten dan interaksi kompleks protein-pati pada proses pembuatan produk *bakery* (Angelo & Vercellotti, 1989). Sedangkan Tepung dengan nilai WHC yang tinggi baik digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk produk pangan yang membutuhkan tingkat viskositas yang baik seperti pada sup dan *gravies* (Kaushal *et al.*, 2012).

Swelling power merupakan kemampuan hidrasi suatu tepung akibat adanya air yang terperangkap pada granula-granula pati yang membengkak. Nilai *Swelling power* tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka lebih besar dibandingkan dengan tepung terigu. Besar kecilnya nilai *Swelling power* dipengaruhi oleh struktur dan rasio amilosa-amilopektin pada pati tepung serta kadar protein dan lemak pada tepung. Kadar amilopektin berbanding lurus dengan tinggi rendahnya nilai *Swelling power*, sedangkan kadar amilosa bertindak sebagai inhibitor bersama dengan protein dan lemak. Kadar protein dan lemak yang tinggi mampu membentuk kompleks dengan amilosa karena muatan yang berbeda, sehingga mencegah tepung pati untuk mengembang dan menyerap air (Bowler, 1980; Seguchi *et*

al., 2003; Tang *et al.*, 2005; David *et al.*, 2015).

Tepung kulit buah jeruk bali memiliki nilai kelarutan yang paling tinggi, diikuti tepung kulit buah nangka, dan tepung terigu dengan nilai kelarutan yang paling rendah. Nilai kelarutan tepung kulit buah jeruk bali dan kulit buah nangka yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu diduga disebabkan karena kadar pektin kedua tepung kulit buah jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kadar pektin tepung terigu. Diketahui bahwa pektin merupakan serat pangan larut air, sehingga tingginya kadar pektin pada tepung meningkatkan kelarutan tepung tersebut dalam air (Santoso, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang ada dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan derajat hue, tepung kulit buah nangka dan tepung kulit buah jeruk bali berwarna kuning-merah. Sedangkan tepung terigu berwarna kuning.
2. Tepung kulit buah jeruk bali memiliki nilai densitas kamba yang paling tinggi, diikuti dengan tepung terigu, dan tepung kulit buah nangka.
3. Berdasarkan data proksimat, tepung kulit buah jeruk bali dan tepung kulit buah nangka memiliki kadar abu dan serat kasar yang tinggi dibandingkan dengan tepung terigu. Sebaliknya, tepung terigu memiliki kadar karbohidrat paling tinggi dibandingkan kedua tepung lainnya. Selain itu, kulit buah nangka juga memiliki kadar lemak dan protein yang paling tinggi.
4. Tepung kulit buah nangka memiliki nilai OHC yang paling tinggi, sedangkan tepung kulit buah jeruk bali memiliki nilai WHC, *Swelling power*, dan kelarutan paling tinggi.

SARAN

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi kedua tepung kulit buah untuk pembuatan produk pangan berbasis tepung.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keamanan pangan kedua tepung kulit buah, termasuk analisis kandungan pestisida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas dukungan pendanaan dari Skema PDUPT 2021 a.n. Maria Goretti. M. Purwanto dari Kemdikbud-ristek DIKTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Hamid A., & Luan Y. S., (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chem* 68:15–9Amanto, B. S., Atmaka, W., & Rachmawati, D. (2011). Prediksi umur simpan tepung jagung (*Zea mays L.*) instan di dalam kemasan plastik. *J. Teknologi Hasil Pertanian*, 4(2), 74–83.
- Aberoumand, A., (2012). Screening of phytochemical compounds and toxicproteinaceous protease inhibitor in some lesser-known food based plants and their effects and potential applications in food. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(3), 16–20
- Adan, A. A., Ojwang, R. A., Muge, E. K., Mwanza, B. K. & Nyaboga, E. N. (2020). Phytochemical composition and essential mineral profile, antioxidant and antimicrobial potential of unutilized parts of jackfruit. *Food Research*, 4(4), 1125-1134.
- Akubor, P. I, Isolokwu, P. C., & Onimawo, I. A., (2000). Proximate composition and functional properties of African breadfruit kernel and flour blends.

- Food Research International*, 33(8),707–712.
- Angelo, A. J. S. T., & Vercellotti J. R., (1989). *Phospholipids and fatty acid esters of alcohols*. In: Charalambous G, Doxastakis, editors. Food emulsifiers-chemistry, technology, functional properties and applications. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers. p 417–472
- Fahey, J. W. (2005). Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Trees for life Journal*, 1(5), 1-15.
- Babiker, W. A. M., Sulieman, A. M. E., Elhardallou, S. B., & Khalifa, E. A., (2013). Physicochemical properties of wheat bread supplemented with orange peel by-products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2(1), 1–4.
- Bowler, P., Williams, M. R. & Angold, R. E., (1980). A hypothesis for the morphological changes which occur on heating lenticular wheat starch in water. *Starch/ Starke* 32: 186-189.
- Donovan, J.W., K. Lorenz, and K. Kulp.
- Butt, M. S., Nasir, M., Akhtar, S., & Sharif, K. (2004). Effect of moisture and packaging on the shelf life of wheat flour. *Internet Journal of Food Safety*, 4, 1–6.
- Canteri-Schemin, M. H., Fertoni, H. C. R., Waszczyński, N., & Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian archives of biology and technology*, 48(2), 259-266.
- David, O., Arthur, E., Kwadwo, S. O., Badu, E. & Sakyi, P. (2015). Proximate composition and some functional properties of soft wheat flour. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An)*, 4(2), 753–758. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2015.0402097>
- Dendy, A. V. D., & Dobraszczyk J. (2001). *Cereal and cereal products chemistry and technology*. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers.
- Feili, R., Zzaman, W., Abdullah, W. N. W. & Yang, T. A., (2013). Physical and sensory analysis of high fiber bread incorporated with jackfruit peel flour. *Food Science and Technology*, 1(2), 30-36.
- Hossain, M.T., Hossain, M.M., Sarker, M., Shuvo, A.N., Alam, M.M. & Rahman, M.S., (2014). Development and quality evaluation of bread supplemented with jackfruit seed flour. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(5), 484-487.
- Ho, G. T. T., Ahmed, A., Zou, Y.-F., Aslaksen, T., Wangensteen, H., & Barsett, H., (2015). Structure–activity relationship of immunomodulating pectins from elderberries. *Carbohydrate Polymers*, 125, 314-322.
- Maninder, K., Sandhu, K. S., & Singh, N. (2007). Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. *Food chemistry*, 104(1), 259-267.
- Kaushal, P., Kumar, V., & Sharma, H. K. (2012). Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT-Food Science and Technology*, 48(1), 59-68.
- Kerr, W. L., Ward, C. D. W., McWatters, K. H., & Resurreccion, A. V. A. (2000). Effect of milling and particle size on functionality and physicochemical properties of cowpea flour. *Cereal chemistry*, 77(2), 213-219.
- Khan, S. A., Saqib, M. N., & Alim, M. A. (2016). Evaluation of quality characteristics of composite cake prepared from mixed jackfruit seed flour and wheat flour. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 14(2), 219-227.
- Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, F., &

- González-Aguilar, G. A. (2010). The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 76(1), R6–R15
- Popov, S. V., Ovodova, R. G., Golovchenko, V. V., Khramova, D. S., Markov, P. A., Smirnov, V. V., ... & Ovodov, Y. S. (2014). Pectic polysaccharides of the fresh plum *Prunus domestica* L. isolated with a simulated gastric fluid and their anti-inflammatory and antioxidant activities. *Food chemistry*, 143, 106-113.
- Rachma, Y. A., Anggraeni, D. Y., Surja, L. L., Susanti, S., & Pratama, Y. (2018). Karakteristik fisik dan kimia tepung malt gabah beras merah dan malt beras merah dengan perlakuan malting pada lama germinasi yang berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.2707>
- Romero-Lopez, M. R., Osorio-Diaz, P., Bello-Perez, L. A., Tovar, J. & Bernardino-Nicanor, A., (2011). Fiber concentrate from orange (*Citrus sinensis* L.) bagase: Characterization and application as bakery product ingredient. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2174-2186.
- Santoso, I. A., (2011). Serat pangan (dietary fiber) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra*, 23(75), 35-40.
- Seguchi, M., Hayashi, M., Suzuki, Y., Sano, Y., & Hirano, H. Y. (2003). Role of amylose in the maintenance of the configuration of rice starch granules. *Starch-Stärke*, 55(11), 524-528.
- Sharma, S. C. (1981). Gums and hydrocolloids in oil-water emulsion. *Food Technology*, 35(1), 59–67
- Soedirga, L. C., Cornelia, M., & Vania, V. (2018). Analisis kadar air, kadar serat, dan rendemen tepung singkong dengan menggunakan berbagai metode pengeringan. *FaST-Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 2(2), 8-18.
- Spiller, G. A. (2005). *Dietary fiber in the prevention and treatment of disease*. Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. Boca Raton: CRC Press.
- Tang, H., Mitsunaga, T., & Kawamura, Y. (2005). Functionality of starch granules in milling fractions of normal wheat grain. *Carbohydrate polymers*, 59(1), 11-17.
- Tharise, N., Julianti, E., & Nurminah, M. (2014). Evaluation of physico-chemical and functional properties of composite flour from cassava, rice, potato, soybean and xanthan gum as alternative of wheat flour. *International Food Research Journal*, 21(4), 1641–1649.
- Tyagi, S. K., Manikantan, M. R., Oberoi, H. S., & Kaur, G. (2007). Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80(4), 1043-1050.
- Workman, D., (2019). *Wheat Imports by Country*.
- Yustiyan, & Setiawan, B. (2013). Formulasi bubur instan menggunakan komposit tepung kacang merah dan pati ganyong sebagai makanan sapihan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 8(2), 95–102.
- Zhang, S. B., Lu, Q. Y., Yang, H., & Dan Meng, D. (2011). Effects of protein content, glutenin-to-gliadin ratio, amylose content, and starch damage on textural properties of Chinese fresh white noodles. *Cereal chemistry*, 88(3), 296-301.
- Zuwariah, I., & Aziah, A. N. (2009). Physicochemical properties of wheat breads substituted with banana flour and modified banana flour. *Journal Tropical Agriculture and Food Science*, 37(1), 33-42.