

Artikel Penelitian

# Kualitas Kimia dan Profil Serat Bekatul Gandum dengan Kadar Air dan Lama Pemanasan Berbeda

## *Chemical Quality and Fiber Profile Wheat Pollard with Different Water Content and Steaming Duration*

Cahaya Setya Utama\*, Bambang Sulistiyanto, Oktavianus Barus, Muhammad Fikri Haidar

Laboratorium Teknologi Pakan, Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

\*Korespondensi dengan penulis ([cahyasetyautama@gmail.com](mailto:cahyasetyautama@gmail.com))

Artikel ini dikirim pada tanggal 16 Juni 2021 dan dinyatakan diterima tanggal 09 Maret 2022. Artikel ini juga dipublikasi secara online <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2022

### Abstrak

Bekatul gandum (*wheat pollard*) merupakan hasil samping industri pengolahan gandum yang makin banyak digunakan untuk bahan makanan dan kualitasnya sangat tergantung pada kadar air dan lama pemanasan. Penelitian bertujuan mengkaji pengaruh kadar air dan lama pemanasan yang berbeda terhadap kualitas kimia dan profil serat bekatul gandum. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial  $3 \times 2$  dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah kadar air 12, 30, dan 60%. Faktor kedua adalah lama pemanasan 15 dan 30 menit. Kandungan kimia berupa kadar air, abu, lemak kasar, protein kasar, serat kasar, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan *gross energy* dianalisis dalam penelitian ini. Demikian juga profil serat (kadar *Acid Detergent Fiber* (ADF), *Neutral Detergent Fiber* (NDF), hemicelulosa, selulosa dan lignin.) serta profil serat melalui *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh perlakuan kadar air dan pemanasan terhadap kandungan kimia, profil serat bekatul gandum dan profil serat melalui SEM-EDX. Kesimpulan penelitian adalah kadar air dan lama pemanasan tidak menentukan kualitas kimia dan profil serat pada bekatul gandum.

Kata kunci: bekatul gandum, kadar air, kualitas kimia, pemanasan, profil serat

### Abstract

*Wheat bran has known as by product of wheat production which is recently used as food ingredient and its quality could be rely on the water content and heat temperature. The aim of the study was to examine the effect of water content and steaming duration on the chemical quality and fiber profile of wheat bran. The study used a factorial  $3 \times 2$  Completely Randomized Design with 3 replications. The first factor was the water content of 12, 30, and 60%. The second factor was the heating time of 15 and 30 minutes. Moisture content, ash, crude fat, crude protein, crude fiber, nitrogen-free extract material (NFE) and gross energy, fiber profile (Acid Detergent Fiber (ADF) content, Neutral Detergent Fiber (NDF), hemicellulose, cellulose, and lignin.) were analyzed as well as fiber profiles through Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX). The results showed that no remarkable effect of treatment was detected on chemical content, wheat bran fiber profile and fiber profile through SEM-EDX. As conclusion, the water content and heating time did not affect the chemical quality and fiber profile of wheat bran.*

Key words: chemical quality, fiber profile, temperature, water content, wheat.

### Pendahuluan

Bekatul gandum (*wheat bran*) merupakan salah satu hasil samping industri pengolahan gandum yang diperoleh dari hasil penggilingan dan masih memiliki kadar air sebesar 12-14%, kadar lemak 4%, protein 15,5%, serat kasar 5,38% dan energi 4055 kcal/kg (Utama *et al.*, 2019b). Bekatul gandum mengandung protein, mineral, vitamin dan lemak, serta serat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat pangan (Nielsen dan Hansen, 2008). Bekatul gandum memiliki kandungan amilopektin yang termasuk komponen serat kasar dengan *water holding capacity* tinggi (Lawton, *et al.*, 2013). Kandungan nutrisi bekatul gandum yang cukup baik menjadikannya potensial dikembangkan menjadi pangan fungsional.

Pangan fungsional adalah makanan dengan kandungan zat-zat aktif tertentu yang menguntungkan bagi kesehatan (Astawan dan Febrinda, 2010).

Komponen zat aktif yang terkandung dalam pangan fungsional berperan pada reaksi metabolisme yang bermanfaat bagi kesehatan. Nilai potensial bekatul gandum sebagai pangan fungsional disebabkan karena tingginya kandungan karbohidrat dan serat pangan. Terdapat juga kandungan linamarin pada bekatul gandum yang dapat digunakan sebagai anti kanker (Omara *et al.*, 2021).

Disi lain, kandungan serat yang tinggi pada bekatul gandum, dapat menjadi penghambat pencernaan saat dikonsumsi. Salah satu proses pengolahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar serat adalah proses pemanasan (Saroh *et al.*, 2019). Proses pemanasan dapat menurunkan zat anti nutrisi dan serat. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan komponen utama *xylan* dalam bekatul gandum sangat responsif terhadap panas (Sulistiyanto *et al.*, 2019). Pengolahan bahan pangan dengan pemanasan memiliki banyak kelebihan,

antara lain; aroma lebih baik, menginaktivkan enzim, membunuh mikroorganisme dan tekstur menjadi lebih lunak (Sundari *et al.*, 2015). Faktor terpenting yang perlu diperhatikan dalam pengolahan bahan pangan dengan pemanasan adalah kadar air bahan. Proses pengolahan dengan pemanasan dapat merubah struktur fisik, kandungan kimia dan meningkatkan pencernaan suatu bahan (Akbar *et al.*, 2019). Kadar air bahan perlu diperhatikan sebelum pengolahan, sehingga diperoleh hasil yang optimal dan penanganan yang tepat dalam membuat produk pangan (Prasetyo *et al.*, 2019).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh kadar air dan lama pemanasan terhadap kualitas kimia dan profil serat bekatul gandum. Penelitian ini bermanfaat dalam memberikan informasi yang akurat terkait kadar air dan lama pemanasan yang sesuai untuk bekatul gandum, sehingga diperoleh bekatul gandum dengan kualitas kimia terbaik dan profil serat yang optimal. Penelitian ini juga bermanfaat dalam memberikan informasi awal tentang cara pengolahan bekatul gandum sebagai bahan pangan fungsional.

## Materi dan Metode

### Materi

Bekatul gandum didapat dari toko komersial di dalam kota Semarang. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *autoclave* (All American 50x, US), stopwatch, timbangan analitik (FSR-A, Japan), SEM-EDX (SNE-4500, Jerman), FTIR (Perkin Elmer, US), *Sputter Coater* (Cressington 108 Auto, UK), *height guage* (Mitutoyo 192-613, Japan), *erlenmeyer*, labu ukur, corong, kertas saring whatman 42, tabung reaksi dan pipet.

### Metode

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial  $3 \times 2$  dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah kadar air 12, 30, dan 60%. Faktor kedua adalah lama pemanasan 15 dan 30 menit. Penelitian diawali dengan menimbang bekatul gandum sesuai dengan perhitungan, kemudian dilakukan penambahan air sesuai perlakuan. Bekatul gandum yang telah dikondisikan sesuai perlakuan kemudian dimasukkan kedalam *autoclave* dan dipanaskan sampai suhu  $121^{\circ}\text{C}$ ., dengan menggunakan waktu pemanasan selama 15 dan 30 menit. Setelah perlakuan, bekatul gandum dikeluarkan dari *autoclave* dan selanjutnya dioven dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Bekatul yang telah dioven selanjutnya dianalisis untuk pengambilan data penelitian.

### Parameter Kualitas Kimia

Variabel yang diamati dalam parameter kualitas kimiawi adalah kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN dan Gross energi yang semuanya dilakukan dengan prosedur AOAC (2005).

### Parameter Profil Serat

Variabel yang diamati dalam parameter profil serat adalah kadar ADF, NDF, hemiselulosa, selulosa dan lignin. Proses pengujian ADF dan NDF yang dilakukan

menggunakan metode Van Soest (1976) dengan merebus sampel sebanyak 1 gram dengan larutan ADF dan NDF kemudian disaring diatas sintered glass yang telah diketahui beratnya menggunakan air panas dan alkohol. Hasil saring kemudian di oven dan ditimbang. Pengujian lignin dilakukan dengan melanjutkan uji ADF dan disaring menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Pengujian kadar hemiselulosa dilakukan dengan mengurangi kadar NDF dengan kadar ADF dalam satuan persen. Pengujian selulosa dilakukan dengan mengurangi kadar ADF dengan lignin dan abu dalam satuan persen. Pengujian SEM EDX dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX (SNE-4500, Jerman) dan FTIR (Perkin Elmer, US). Sampel sebanyak 1 gram di preparasi dengan sputter coater emas dan diukur ketinggian dengan height guage yang selanjutnya dilakukan berdasarkan peneliti sebelumnya (Utama *et al.*, 2020).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menguji keragaman data, dan apabila ada pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% (Steel and Torrie, 1993).

## Hasil dan Pembahasan

### Kandungan Kimia Bekatul Gandum

Hasil analisis proksimat bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air 12, 30 dan 60% dengan lama pemanasan 30 dan 60 menit pada parameter kadar air, abu, lemak kasar, protein kasar, serat kasar, BETN dan gross energi bekatul gandum tidak mengalami perubahan dan interaksi yang nyata ( $p > 0,05$ ). Tidak adanya interaksi menunjukkan dampak signifikan perlakuan terhadap kualitas kimia bekatul gandum.

Peningkatan kadar air bekatul gandum yang diberi perlakuan adalah sebesar  $\pm 3\%$  yang diduga karena penambahan air yang berdampak kadar air awal bekatul gandum menjadi meningkat serta menurunkan kadar bahan kering (BK) (Istiana *et al.*, 2015). Kadar air bekatul gandum pada level lama pemanasan 30 menit lebih tinggi daripada lama pemanasan 15 menit, yang diduga karena adanya proses gelatinisasi sehingga terjadi perubahan kadar air. Utama *et al.* (2020) menyatakan amilosa yang terkandung dalam bekatul gandum dapat mengikat air.

Kandungan abu bekatul gandum yang diberi perlakuan kadar air 30 dan 60% mengalami penurunan. Kadar abu yang mengalami penurunan akibat perlakuan penambahan kandungan air ini, diduga disebabkan oleh larutnya bahan anorganik akibat penambahan air. Cahyani *et al.* (2020) menyatakan abu dapat larut dalam air yang berdampak menurunnya kadar abu. Pemanasan selama 15 menit menyebabkan terjadinya peningkatan kadar abu dari 5,07 ke 5,19%, sedangkan lama pemanasan 30 menit menyebabkan penurunan kadar abu bekatul gandum 5,14 menjadi 5,00%. Pemanasan dapat merusak nutrien yang terkandung pada bekatul gandum dan berdampak pada kadar abu

(Astawan dan Febrinda, 2010). Hasil kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang berada pada bekatul gandum (Seftiono *et al.*, 2019). Peningkatan kadar abu mengindikasikan terjadinya peningkatan kandungan mineral pada bahan pangan tersebut akibat dekomposisi bahan organik setelah pemanasan.

Tabel 1. Rata-rata kualitas kimia bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda

Parameter	Kadar air (%)	Lama Pemanasan (menit)	
		15	30
Kadar air (%)	12	9,83±0,34	9,90±0,40
	30	9,77±0,56	9,99±0,40
	60	8,76±1,70	11,81±0,44
Kadar abu (%)	12	5,07±0,10	5,14±0,18
	30	5,18±0,20	4,78±0,23
	60	5,19±0,16	5,00±0,11
Kadar Lemak (%)	12	4,02±0,53	3,40±0,06
	30	3,04±0,06	3,12±0,07
	60	2,88±0,11	2,87±0,09
Kadar Protein (%)	12	15,81±0,10	15,46±0,08
	30	16,53±0,21	15,39±0,17
	60	15,85±0,55	15,92±0,37
Kadar Serat (%)	12	9,48±0,39	9,52±0,88
	30	6,90±0,33	8,59±0,83
	60	8,67±0,72	9,28±1,11
BETN (%)	12	65,63±0,80	66,48±0,82
	30	68,02±0,78	68,13±1,11
	60	67,41±1,10	66,93±1,50
Gross Energi (kkal/kg)	12	4277,25±40,84	4216,82±3,34
	30	4282,51±22,22	4236,63±31,63
	60	4253,60±1,44	4196,28±9,08

Tabel 2. Rata-rata profil serat bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda

Parameter	Kadar air (%)	Lama Pemanasan (menit)	
		15	30
ADF (%)	12	0,19±0,004	0,17±0,006
	30	0,16±0,006	0,17±0,006
	60	0,15±0,006	0,17±0,010
NDF (%)	12	0,21±0,000	0,89±0,006
	30	0,79±0,006	1,03±0,006
	60	0,39±0,006	0,88±0,010
Hemiselulosa (%)	12	0,02±0,000	0,73±0,006
	30	0,63±0,006	0,85±0,006
	60	0,24±0,006	0,71±0,010
Lignin (%)	12	0,08±0,006	0,06±0,006
	30	0,09±0,006	0,07±0,000
	60	0,11±0,000	0,05±0,010
Selulosa (%)	12	0,11±0,000	0,11±0,000
	30	0,08±0,006	0,11±0,000
	60	0,04±0,000	0,12±0,100

Hasil analisis statistik menunjukkan pengaruh level penambahan kandungan air berbeda pada kadar lemak bekatul gandum mengalami penurunan sekitar 1,15%. Kadar lemak bekatul gandum mengalami penurunan dapat disebabkan karena proses hidrolisis pada lemak. Picauly *et al.* (2015) menyatakan kadar air yang tinggi pada suatu bahan dapat mengakibatkan terjadinya proses hidrolisis lemak sehingga berdampak kerusakan lemak. Penurunan kadar lemak bekatul gandum akibat pengaruh lama pemanasan 30 dan 60 menit dapat

disebabkan rusaknya bahan penyusun lemak sehingga lemak larut ke dalam air. Saroh *et al.* (2019) menyatakan pemanasan dengan suhu dan waktu tertentu dapat mempengaruhi kadar lemak yang berpengaruh terhadap kalori bahan pangan serta pada proses pengolahan, sebagaimana diketahui bahwa lemak dapat memperbaiki tekstur dan cita rasa dari bahan pangan.

Penambahan kandungan air bekatul gandum pada level yang berbeda menunjukkan adanya peningkatan kadar protein sekitar 1,07%. Hal tersebut dapat disebabkan karena perubahan kandungan air dalam bahan sehingga mempengaruhi kadar protein. Kandungan protein kasar bekatul gandum mengalami penurunan setelah diberi perlakuan pemanasan 15,71 dari 16,06%. Proses pemanasan pada bekatul gandum diduga menyebabkan rusaknya struktur asam amino penyusun protein. Aisyah *et al.* (2014) menyatakan ikatan rangkap dari struktur penyusun protein bersifat sensitif terhadap pemanasan dan oksidasi. Keberadaan protein pada pangan fungsional memiliki fungsi salah satunya untuk menurunkan kandungan glukosa berlebih dalam tubuh sehingga terhindar obesitas (Fidyasari *et al.*, 2017).

Penambahan air sebelum pengukusan dapat mempengaruhi kualitas kimia dan serat bekatul gandum. Kadar serat bekatul gandum mengalami penurunan sekitar 2,58% akibat perubahan level kadar air. Hal ini karena kadar air yang berubah dapat membuat kerusakan berlebih dari komponen kandungan lain seperti abu, protein, lemak dan serat. Sementara kandungan air yang terlalu tinggi dapat membuat pemanasan tidak efisien. Sulistiyanto *et al.* (2017) menyatakan bahwa sifat kimia suatu bahan seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, serat kasar dan asam amino dapat dipengaruhi oleh kandungan air bahan dan lama pemanasan. Perlakuan lama pemanasan yang berbeda terhadap serat kasar bekatul gandum mengalami peningkatan dari 6,90±0,33 menjadi 8,59±0,83%. Hal tersebut diduga karena pemanasan dapat menurunkan kadar air sehingga serat kasar akan meningkat. Utama *et al.* (2019a) menyatakan penurunan kadar air akibat pemanasan diikuti dengan peningkatan serat kasar.

Nilai BETN mengalami peningkatan pada perlakuan level kadar air berbeda dari 65,63±0,80 menjadi 68,13±1,11% serta peningkatan juga terjadi pada perlakuan lama pemanasan berbeda dari 65,63±0,80% menjadi 66,48±0,82%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perubahan kandungan nutrisi lain yang terkandung dalam bekatul gandum. Adelina *et al.*, (2021) menyatakan kadar lemak kasar, protein kasar dan serat kasar menjadi komponen yang mempengaruhi nilai BETN. Perlakuan level kadar air yang berbeda menurunkan nilai gross energi bekatul gandum dari 4216,82±3,34 kkal menjadi 4196,28±9,08 kkal. Nilai gross energi bekatul gandum dapat disebabkan oleh perubahan kadar serat kasar. Utama *et al.* (2019b) menyatakan terjadinya perubahan kandungan serat kasar mempengaruhi nilai gross energi suatu bahan. BETN adalah karbohidrat yang tersusun atas monosakarida, disakarida dan polisakarida. Komponen

karbohidrat pada BETN merupakan karbohidrat yang mudah larut dalam larutan asam maupun basa dan juga memiliki daya cerna yang tinggi, sehingga kandungan BETN pada bekatul gandum yang tinggi berpengaruh pada pencernaan bekatul gandum yang tinggi.

#### Profil Serat Bekatul Gandum

Hasil analisis ragam pada parameter profil serat bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 2. Kadar air 12, 30 dan 60% dengan lama pemanasan 15 dan 30 menit tidak mengalami perubahan yang signifikan pada profil serat (ADF, NDF, hemiselulosa, lignin dan selulosa bekatul gandum).

Perlakuan kadar air yang berbeda dan lama pemanasan tidak mempengaruhi fraksi serat bekatul gandum. Variabel fraksi serat kadar Acid Detergent Fiber (ADF) bekatul gandum, pada lama pemanasan 15 menit sebesar 0,15-0,19%, sedangkan pada lama pemanasan 30 menit memiliki kadar ADF sebesar 0,17%. Komponen penyusun ADF terdiri atas selulosa yang mudah dicerna dan lignin yang sulit dicerna. Kadar ADF pada bekatul gandum penelitian tergolong rendah. Kadar ADF yang rendah mengindikasikan kadar selulosa yang lebih rendah pula, sehingga selulosa yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif juga rendah. Putri *et al.* (2020) menyatakan bahwa selulosa adalah komponen penyusun ADF, sehingga semakin rendah kadar ADF suatu bahan dapat terjadi karena kadar selulosa yang semakin rendah. Kadar ADF pada bekatul gandum yang tidak dipengaruhi perlakuan kadar air dan pemanasan dapat terjadi karena pemanasan yang diberikan membuat beberapa protein terdenaturasi dan terikat dengan serat. Chokuda *et al.* (2017) menyatakan bahwa perlakuan panas yang dapat menurunkan kadar protein kasar, namun meningkatkan kadar protein yang terikat serat. Penurunan kandungan serat berdampak pada maksimalnya penyerapan di dalam usus.

Kadar Neutral Detergent Fiber (NDF) bekatul gandum tidak dipengaruhi oleh perlakuan kadar air dan lama pemanasan. Hasil penelitian serupa juga dilaporkan Utama *et al.* (2019b) yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata kadar NDF dalam suatu bahan yang nyata akibat lama pemanasan yang berbeda. Tuwaidan *et al.* (2015) menyatakan bahwa NDF tersusun atas silica, selulosa, pectin, hemiselulosa, cutin dan lignin, yang sulit dicerna. Meningkatnya jumlah komponen bukan serat seperti protein dan lemak yang terurai, membuat persentase serat yang tidak terurai oleh panas dapat meningkat. Hal tersebut menjadi indikasi kuat adanya sedikit peningkatan kadar NDF pada lama pemanasan, meskipun tidak berbeda secara nyata.

Kadar hemiselulosa bekatul gandum pada penelitian tidak dipengaruhi oleh perlakuan kadar air dan lama pemanasan yang dapat terjadi oleh karena kadar ADF dan NDF bahan juga tidak dipengaruhi oleh perlakuan kadar air dan lama pemanasan. Kadar hemiselulosa adalah hasil pengurangan dari NDF dengan ADF. Nurjanah *et al.* (2018) menyatakan bahwa

hemiselulosa merupakan polisakarida heteropolimer dan komponen penyusun dinding sel yang diperoleh dari selisih NDF dan ADF. Meskipun tidak berbeda nyata, secara deskriptif kadar hemiselulosa pada lama pemanasan 30 menit lebih tinggi dibandingkan lama pemanasan 15 menit. Kadar hemiselulosa yang tidak dipengaruhi oleh perlakuan kadar air dan lama pemanasan, dapat terjadi juga karena hemiselulosa pada bekatul gandum masih belum optimal untuk terurai, dan belum sampai pada puncak pemutusan ikatan glikosidik dan dekomposisi rantai. Chen *et al.* (2018) menyatakan bahwa hemiselulosa dapat terurai pada suhu pemanasan yang besar mulai dari 240-300°C, dan semakin tinggi perlakuan suhu yang diberikan, maka semakin tinggi tingkat terurainya. Penelitian bekatul gandum ini menggunakan pemanasan dalam suhu *autoclave* atau dibawah suhu hemiselulosa terurai, sehingga kadar hemiselulosa yang dihasilkan tidak dapat berbeda secara nyata.

Kadar lignin bekatul gandum tidak dipengaruhi oleh kadar air dan lama pemanasan yang berbeda. Hal tersebut dapat terjadi karena lignin merupakan komponen yang sangat sulit didekomposisi, baik dengan perlakuan fisik seperti pemanasan, atau dengan perlakuan lain seperti fermentasi. Liu *et al.* (2020) menyatakan bahwa lignin merupakan salah satu dari tiga komponen utama lignoselulosa yang terkondensasi stabil, sehingga sulit untuk dihancurkan dengan perlakuan suhu yang tinggi atau gelombang mikro. Kadar lignin pada bekatul gandum pada lama pemanasan 15 menit sebesar 0,8-0,11%, dan pada lama pemanasan 30 menit sebesar 0,5-0,7%. Lignin yang semakin tinggi mengindikasikan bahwa pencernaan bahan akan menurun, karena karena lignin merupakan komponen penyusun serat yang sulit didegradasi. Istiana *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar lignin yang tinggi mengakibatkan pencernaan serat kasar menjadi rendah. Kandungan lignin bekatul gandum yang tidak dapat didegradasi, terjadi karena perlakuan panas dan kadar air tidak cukup melepas ikatan lignin yang memiliki struktur kompleks, sehingga dibutuhkan metode lain seperti dengan pelarut polar. Jiang *et al.* (2020) menyatakan bahwa lignin sulit didekomposisi karena merupakan makromolekuler fenolik yang sangat kompleks, dan tersusun atas unit struktural dengan karakteristik yang berbeda-beda.

Kadar selulosa bekatul gandum tidak dipengaruhi oleh kadar air dan lama pemanasan yang berbeda. Kadar selulosa bekatul gandum pada lama pemanasan 15 menit sebesar 0,04-0,11%, dan lama pemanasan 30 menit sebesar 0,11-0,12%. Tidak adanya perbedaan yang nyata dapat terjadi karena selulosa telah terurai dengan baik sebelum pada lama pemanasan 15 menit, sehingga meskipun lama pemanasan ditambah pada 30 menit, tidak memberikan dampak terhadap kadar selulosa bekatul gandum. Selulosa merupakan biopolimer yang paling melimpah di muka bumi, yang banyak dimanfaatkan karena toksisitas rendah, sifatnya hidrofilisitas dan biokompatibel. Sharma *et al.* (2020) menyatakan bahwa selulosa merupakan produk biosintetik yang melimpah, memiliki struktur seperti

rantai linier panjang yang terdiri dari (1,4) unit  $\beta$ -D glukopiranosil, dan tersusun menjadi struktur hierarki mikrofibril dengan kekakuan yang sangat baik. Sifat hidrofilitas yang dimiliki selulosa menjadi penyebab dengan perlakuan kadar air dan lama pemanasan, tidak mempengaruhi kadar selulosa bekatul gandum. Xu *et al.* (2019) menyatakan bahwa hidrofilitas meningkatkan interaksi antara molekul air dan pori-pori dinding bahan, yang akan mempengaruhi permeabilitas serta penyerapan molekul air oleh membran. Keberadaan selulosa di dalam tubuh manusia tidak dapat dicerna oleh tubuh karena tubuh manusia tidak memiliki enzim yang berfungsi memecah selulosa, akan tetapi keberadaan selulosa di dalam tubuh dibutuhkan usus dalam proses pencernaan.

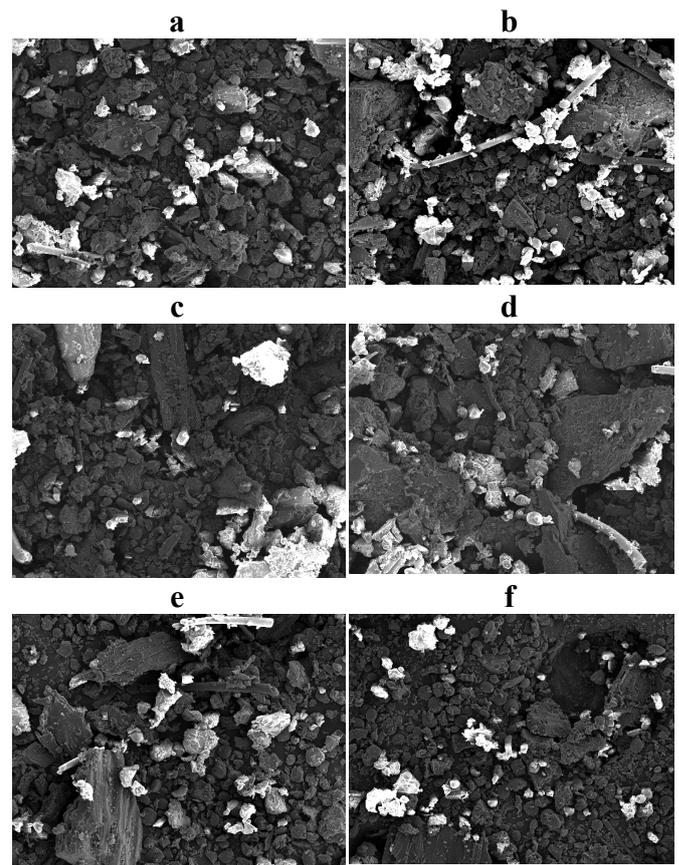
Tabel 3. Komposisi unsur bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda dengan SEM-EDX

Parameter	Kadar air (%)	Lama Pemanasan (menit)	
		15	30
Karbon (C) (%)	12	58,81	60,58
	30	58,49	60,36
	60	60,91	60,45
Nitrogen (N) (%)	12	34,06	32,84
	30	34,18	35,36
	60	32,54	31,63
Oksigen (O) (%)	12	2,25	1,10
	30	3,34	0,78
	60	1,08	1,90
Natrium (Na) (%)	12	0,58	0,89
	30	-	-
	60	0,07	1,02
Magnesium (Mg) (%)	12	0,56	0,66
	30	0,59	0,69
	60	0,64	0,56
Silikon (Si) (%)	12	1,22	-
	30	1,75	-
	60	-	0,73
Klorin (Cl) (%)	12	1,10	2,19
	30	-	1,20
	60	2,16	2,04
Kalium (K) (%)	12	1,42	1,76
	30	1,64	1,60
	60	1,84	1,66

*Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) Bekatul Gandum*

Hasil pengamatan komposisi unsur bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda dengan menggunakan SEM-EDX ditunjukkan pada Tabel 3 dan Figur 1. Berdasarkan Tabel 3. diketahui bahwa komposisi unsur karbon (C) pada bekatul gandum sebesar 58,49-60,91%. Komposisi unsur C bekatul gandum pada perlakuan pemanasan selama 30 menit, memiliki unsur C yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan pemanasan 15 menit. Namun, hal tersebut berlawanan dengan komposisi unsur nitrogen (N). Komposisi unsur N pada bekatul gandum sebesar 31,63-35,46%, pada perlakuan lama pemanasan 15 menit unsur N relatif lebih tinggi, sedangkan pada lama pemanasan 30 menit memiliki unsur N yang lebih rendah. Hal tersebut dapat terjadi

karena dengan semakin lama waktu pemanasan, maka unsur C akan semakin meningkat karena adanya perlakuan panas. Unsur N dapat menurun saat semakin lama lama pemanasan, dapat terjadi karena semakin lama waktu pemanasan akan meningkatkan jumlah N yang akan lepas, dan membuat unsur N pada lama pemanasan 30 menit menjadi lebih rendah. Siruru *et al.* (2018) menyatakan bahwa nitrogen adalah zat terbang (menguap) saat diberikan perlakuan panas, dan besar kecilnya zat terbang tersebut dipengaruhi oleh gugus H dan OH.



Figur 1. Gambar SEM bekatul gandum pada kadar air dan lama pemanasan yang berbeda dengan perbesaran 2000x

Keterangan:

- a : Kadar Air 12% dengan lama pemanasan 15 Menit
- b : Kadar Air 12% dengan lama pemanasan 30 Menit
- c : Kadar Air 30% dengan lama pemanasan 15 Menit
- d : Kadar Air 30% dengan lama pemanasan 30 Menit
- e : Kadar Air 60% dengan lama pemanasan 15 Menit
- f : Kadar Air 60% dengan lama pemanasan 30 Menit

Komposisi unsur oksigen ( $O_2$ ) pada bekatul gandum sebesar sebesar 0,78-3,34%. Komposisi unsur  $O_2$  paling tinggi terdapat pada kadar air 30% dengan lama pemanasan 15 menit. Pada perlakuan kadar air 0 dan 30%, semakin lama waktu pemanasan maka semakin rendah unsur  $O_2$  didalamnya, sementara unsur  $O_2$  pada perlakuan kadar air 60% tidak terlalu dipengaruhi oleh lama pemanasan. Hal tersebut dapat terjadi karena unsur  $O_2$  sangat mudah bereaksi dengan semua unsur, bahkan pada tekanan yang standar, sehingga dengan adanya durasi pemanasan yang lebih lama pada b dan d, semakin banyak  $O_2$  yang beraksi dan

berkurang komposisinya. Hal tersebut tidak berlaku pada e dan f, diduga karena perlakuan tersebut memiliki kadar air yang terlalu tinggi, sehingga butuh waktu yang lebih lama unsur O<sub>2</sub> untuk beraksi. Tamado *et al.* (2013) menyatakan bahwa salah satu sifat gas oksigen adalah mudah bereaksi dengan semua unsur, termasuk reaksi dengan unsur carbon, serta mudah beraksi dengan panas.

Komposisi unsur natrium (Na) pada bekatul gandum sebesar sebesar 0,07-1,02%. Komposisi unsur Na hanya terdapat pada perlakuan kadar air 0% dan 60%, sedangkan komposisi unsur Na tidak ditemukan pada perlakuan kadar air 30%. Komposisi unsur Na tertinggi ada pada perlakuan kadar air 60% dengan lama pemanasan 15 menit. Yuliasari *et al.* (2010) menyatakan bahwa unsur Na dapat berikatan dengan unsur oksigen melalui interaksi tarikan elektrostatis antar dua molekul. Komposisi unsur O<sub>2</sub> pada perlakuan kadar air 60%, tidak dipengaruhi oleh perlakuan lama pemanasan. Namun, pada perlakuan kadar air 30%, komposisi unsur O<sub>2</sub> dipengaruhi oleh durasi pemanasan, sehingga akan mempengaruhi komposisi Na pada perlakuan tersebut. Hal tersebut diduga menjadi penyebab komposisi unsur Na tertinggi adalah pada perlakuan kadar air 60%.

Komposisi unsur magnesium (Mg) bekatul gandum pada semua perlakuan relatif sama, yaitu pada kisaran 0,56-0,69%. Perlakuan kadar air dan lama waktu pemanasan tidak mempengaruhi komposisi unsur Mg yang ada pada bekatul gandum. Prasanth *et al.* (2019) menyatakan bahwa Mg merupakan unsur yang unik yang memiliki indeks bias rendah dan stabilitas termodinamika. Karakteristik stabilitas termodinamika (kimia) tersebut, membuat jumlah keseluruhan Mg akan tetap terjaga pada bekatul gandum, meskipun bentuknya mengalami perubahan, sehingga tidak ada pengaruh kadar air dan lama pemanasan terhadap komposisi unsur Mg pada bekatul gandum. Komposisi unsur silikon (Si) hanya ditemukan pada perlakuan a, c dan f, dengan komposisi berurutan yaitu 1,22%, 1,75% dan 0,73%. Sedangkan pada perlakuan b, d dan e, tidak ditemukan unsur Si. Tubana *et al.* (2016) menyatakan bahwa Si merupakan unsur kedua terbanyak di alam setelah oksigen (O<sub>2</sub>) dalam kerak bumi. Konsentrasi rata-rata Si di litosfer sekitar 28% sementara di tanah berkisar antara 23-35%. Si yang umum tersedia di tanah dan dapat diserap oleh akar tanaman dalam bentuk asam silikat (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>).

Komposisi unsur klorin (Cl) bekatul gandum tidak terdapat pada perlakuan kadar air 30% dengan lama pemanasan 15 menit, sedangkan pada perlakuan lainnya relatif sama, yaitu sebesar 1,10-2,19%. Sama halnya dengan Cl, komposisi unsur kalium (K) bekatul gandum pada setiap perlakuan relatif sama yaitu sebesar 1,42-1,84%. Nasrun *et al.* (2016) menyatakan bahwa kandungan K<sub>2</sub>O dapat meningkat karena adanya pembelahan sel oleh mikroorganisme. Perlakuan pemanasan yang diberikan tidak memungkinkan adanya mikroorganisme berkerja dalam meningkatkan komposisi unsur K, sehingga pada penelitian tidak ditemukan peningkatan unsur K bekatul gandum

dengan pengamatan SEM-EDX.

Komposisi mineral yang terkandung di dalam bekatul gandum memiliki fungsi menambah imunitas dan antioksidan. Magnesium pada tubuh berperan untuk sintesis imunoglobulin dan pengikat limfosit IgM (Demeule *et al.* 2007). Natrium dan Kalium berperan dalam menjaga keseimbangan pH tubuh, mengatur kontraksi otot dan menjaga iritabilitas syaraf (Sutardi, 2016). Silikon bersama Kalsium memiliki peran penting bagi pertumbuhan yaitu menginduksi fleksibilitas tulang dengan cara meningkatkan jumlah kolagen (Khan *et al.*, 2014).

## Kesimpulan

Variasi kadar air dan lama pemanasan tidak mempunyai pengaruh besar untuk parameter kualitas kimia (kadar air, abu, serat, lemak, protein, BETN, gross energi) dan profil serat (ADF, NDF, hemiselulosa, selulosa, lignin) pada bekatul gandum. Kandungan mineral juga berhasil dideteksi pada bekatul gandum, yaitu karbon, nitrogen, oksigen, magnesium, natrium, kalium, silikon dan klorin.

## Daftar Pustaka

- Adelina, T., Harahap, A.E., Ali, A., Harianti, F. 2021. Nutrition of wafer produced from silage of cabbage vegetable waste and rice brain with different packaging types. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 9(1):85-96. DOI:10.23960/jipt.v9i1.p85-96.
- Aisyah, Y., Rasdiansyah, Muhaimin. 2014. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan pada beberapa jenis sayuran. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 6(2):28-32. DOI:10.17969/jtipi.v6i2.2063.
- Akbar, I.A., Christiyanto, M., Utama, C.S. 2019. Pengaruh lama pemanasan dan kadar air yang berbeda terhadap nilai glukosa dan total karbohidrat pada pollard. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 17(1):69-75. DOI:10.36762/jurnaljateng.v17i1.786.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th Edition. Association of The Official Analytical Chemist. Washington D.C., USA.
- Astawan, M., Febrinda, A.E. 2010. Potensi dedak dan bekatul beras sebagai ingredient pangan dan produk pangan fungsional. *Jurnal Pangan* 19(1):14-21. DOI:10.33964/jp.v19i1.104.
- Cahyani, A.P., Maulidyanti, L., Wresdiyati, T., Astawan, M. 2020. Perbandingan karakteristik fisikokimia dan komposisi asam amino tepung tempe larut air dengan isolat protein kedelai komersial. *Jurnal Pangan* 29(1):45-54. DOI:10.33964/jp.v29i1.462.
- Chen, D., Gao, A., Cena, K., Zhang, J., Cao, X., Ma, Z. 2018. Investigation of biomass torrefaction based on three major components: hemicellulose, cellulose, and lignin. *Energy Conversion and Management*. 169:228–237. DOI:10.1016/j.enconman.2018.05.063.
- Chokuda, F.V.N., Smit, C.J., Muya, M.C., Marumo, J.L. 2017. Effect of heat treatment on forage quality of

- bio-fortified orange fleshed Ipomea batatas crop residues and roots. *African Journal of Agricultural Research* 12(31):2499-2506. DOI:10.5897/AJAR 2017.12173.
- Demeule, B., Lawrence, M.J., Drake, A.F., Gurny, R., Arvinte, T. 2007. Characterization of protein aggregation: The case of a therapeutic immunoglobulin. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics* 1774(1):146–153. DOI:10.1016/j.bbapap.2006.10.010.
- Fidyasari, A., Sari, R.M., Raharjo, S.J. 2017. Identifikasi komponen kimia pada umbi bentul (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) sebagai pangan fungsional. *Amerta Nutrition* 1(1):14-21. DOI:10.20473/amnt.v1i1.2017.14-21.
- Istiana, P., Farida, F., Muhtarudin. 2015. Pengaruh penambahan berbagai starter pada pembuatan silase ransum terhadap kadar serat kasar, lemak kasar, kadar air, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen silase. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 3(3):116-120. DOI:10.23960/jipt.v3i3.p%25p.
- Jiang, Y., Feng, Y., Lei, B., Zhong, H. 2020. Impact mechanisms of supercritical CO<sub>2</sub>-ethanol-water on extraction behavior and chemical structure of eucalyptus lignin. *International Journal of Biological Macromolecules* 161:1506–1515. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.07.318.
- Khan, A.F., Saleem, M., Afzal, A., Ali, A., Khan, A., Khan, A.R. 2014. Bioactive behavior of silicon substituted calcium phosphate based bioceramics for bone regeneration. *Materials Science and Engineering* 35:245-252. DOI:10.1016/j.msec.2013.11.013.
- Lawton, C.L., Walton, J., Hoyland, A., Howarth, E., Allan, P., Chesters, D., Dye, L. 2013. Short term (14 days) consumption of insoluble wheat bran fiber-containing breakfast cereals improves subjective digestive feelings, general wellbeing and bowel function in a dose dependent manner. *Journal of Nutrients* (5)1436-1455. DOI:10.3390/nu5041436.
- Liu, Z., Hou, Y., Hub, S., Lia, Y. 2020. Possible dissolution mechanism of alkali lignin in lactic acid-choline chloride under mild conditions. *The Royal Society of Chemistry* 10(67):40649-40657. DOI:10.1039/D0RA07808E.
- Nasrun, Jalaluddin, Herawati. 2016. Pemanfaatan limbah kulit pisang barangan sebagai bahan pembuatan pupuk cair. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 5(2):19-26. DOI:10.29103/jtku.v5i2.86.
- Nielsen, M.M., Hansen, A. 2008. Stability of vitamin E in wheat flour and whole wheat flour during storage. *Journal of Cereal Chemistry* 85(6):716–720. DOI:10.1094/CCHEM-85-6-0716.
- Nurjanah, A., Jacob, M., Hidayat, T., Chrystiawan, R. 2018. Perubahan komponen serat rumput laut *Caulerpa* sp. (dari Tual, Maluku) akibat proses perebusan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 10(1):35-48. DOI:10.29244/jitkt.v10i1.21545.
- Omara, T., Kiprop, A.K., Wangila, P., Wacoo, A.P., Kagoya, S., Nteziyaremye, P., Odero, M.P., Nakiguli, C.K., Obakiro, S.B. 2021. The Scourge of Aflatoxins in Kenya: A 60-Year Review (1960 to 2020). *Journal of Food Quality* 8899839:1- 31. DOI:10.1155/2021/8899839.
- Picauly, P., Talahatu, J., Mailoa, M. 2015. Pengaruh penambahan air pada pengolahan susu kedelai. *Jurnal Teknologi Pertanian* 4(1):8-13. DOI:10.30598/JAGRITEKNO.2015.4.1.8.
- Prasanth, R., Kumar, S.D., Jayalakshmi, A., Singaravelu, G., Govindaraju, K., Kumar, V.G. 2019. Green synthesis of magnesium oxide nanoparticles and their antibacterial activity. *Indian Journal of Geo Marine Sciences* 48(08):1210-1215. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.952.141.
- Prasetyo, A.F., Isdiana, A.F., Sujadi, H. 2019. Implementasi alat pendeteksi kadar air pada bahan pangan berbasis internet of things. *Smartics Journal* 5(2):81-96. DOI:10.21067/smartics.v5i2.3700.
- Putri, W.P., Surahmanto, Achmadi, J. 2020. Kandungan neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), hemiselulosa, lignin dan selulosa ongkok yang difermentasi *trichoderma reesei* dengan suplementasi N, S, P. *Bulletin of Applied Animal Research* 2(1):33-37. DOI:10.36423/baar.v2i1.227.
- Saroh, S.Y., Sulistiyanto, B., Christiyanto, M., Utama, C.S. 2019. Pengaruh lama pengukusan dan penambahan level kadar air yang berbeda terhadap uji proksimat dan pencernaan pada bungkil kedelai, gapek dan pollard. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 17(1):77-86. DOI:10.36762/jurnaljateng.v17i1.788.
- Seftiono, H., Djuardi, E., Pricila, S. 2019. Analisis proksimat dan total serat pangan pada crackers fortifikasi tepung tempe dan koleseom (*Talinum triangulare*). *Jurnal Agritech* 39(2):160-168. DOI:10.22146/agritech.29726.
- Sharma, A., Thakur, M., Bhattacharya, M., Mandal, T., Goswami, S. 2019. Commercial application of cellulose nano-composites—A review. *Biotechnology Reports* 21(316). DOI:10.1016/j.btre.2019.e00316.
- Siruru, H., Syafii, W., Wistara, N.J., Pari, G. 2018. Pengaruh durasi steam terhadap kualitas arang aktif limbah sagu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 16(2):115-130. DOI:10.51850/jitkt.v16i2.447.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. Cetakan ke- 4. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sulistiyanto, B., Kismiati, S., Utama, C.S. 2017. Perubahan kadar rafinosa, glukosa, manosa, arabinosa dan sukrosa wheat pollard akibat lama steam dan penambahan air yang berbeda. *Jurnal Litbang* 15(2):161-169. DOI:10.36762/jurnaljateng.v15i2.412.
- Sulistiyanto, B., Kismiati, S., Utama, C.S. 2019. Tampilan produksi dan efek imunomodulasi ayam

- broiler yang diberi ransum berbasis wheat pollard terolah. *Jurnal Veteriner* 20(3):352-359. DOI:10.19087/jveteriner.2019.20.3.352.
- Sundari, D., Almasyhuri, Lamid, A. 2015. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Jurnal Media Litbangkes* 25(4):235-242. DOI:10.22435/mpk.v25i4.4590.
- Sutardi. 2016. Kandungan bahan aktif tanaman pegagan dan khasiatnya untuk meningkatkan sistem imun tubuh. *Jurnal Litbang* 35(3):121-130. DOI:10.21082/jp3.v35n3.2016.
- Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H. 2013. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta, 1 Juni 2013. Hal :73-81.
- Tubana, B. S., Babu, T., Datnoff, L. E. 2016. A review of silicon in soils and plants and its role in us agriculture: History and future perspectives. *Soil Science* 181(9–10):393–411. DOI:10.1097/SS.000000000000179
- Tuwaidan, N.W.H., Waani, M.R., Rustandi, Malalantang, S.S. 2015. Konsumsi dan pencernaan jerami jagung manado kuning dan jerami jagung hibrida jaya 3 pada sapi PO. *Jurnal Zootek* 35(2):328-334. DOI:10.35792/zot.35.2.2015.9269.
- Utama, C.S., Sulistiyanto, B., Yolansa, A.B.A. 2019a. Quality improvement of fermented wheat pollard with addition of vitamin minerals seen from potential hydrogen content, total lactic acid bacteria and total yeast. *Earth and Environmental Science* 518(1):1-6. DOI:10.1088/1755-1315/518/1/012017.
- Utama, C.S., Zuprizal, Hanim, C., Wihandoyo. 2019b. Pengaruh lama pemanasan terhadap kualitas kimia wheat pollard yang berpotensi sebagai prebiotik. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(3):113-122. DOI:10.17728/jatp.5262.
- Utama, C.S., Zuprizal, Hanim, C., Wihandoyo. 2020. Pengolahan sinbiotik kultur campuran yang berasal dari kombinasi bekatul gandum sebagai prebiotik dan jus kubis terfermentasi sebagai probiotik melalui proses fermentasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 9(3):133-148. DOI:10.17728/jatp.7442.
- Van Soest P.J. 1976. *New Chemical Methods for Analysis of Forages for The Purpose of Predicting Nutritive Value*. Pref IX International Grassland Cong.
- Xu, F., Wei, M., Zhang, X., Song, Y., Zhou, W., Wang, Y. 2019. How pore hydrophilicity influences water permeability 1(1):1-10. DOI:10.34133/2019/2581241.
- Yuliasari, N., Miksusanti, Dian. 2010. Studi penyerapan procion pada limbah kain tajung menggunakan serbuk batang eceng gondok. *Jurnal Penelitian Sains* 13(2):37-40. DOI:10.26554/jps.v13i2.150.