



Uji kandungan gizi dan perbandingan sifat sensoris beras analog dari tepung *cassava* dengan penambahan tepung kacang hijau

Nur Annisa Metya Novikasari*, Iffah Muflihati, Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah,
Rizky Muliani Dwi Ujianti

Teknologi Pangan, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

Article history

Diterima:

1 Maret 2022

Diperbaiki:

5 April 2022

Disetujui:

7 April 2022

Keyword

Analog rice;

Annealing;

Autoclaving-cooling;

Heat Moisture

Treatment;

Mung bean flour;

ABSTRACT

Analog rice is artificial rice that resembles rice. Cassava flour and mung bean flour are the raw materials used in the manufacture of analog rice. Modification of starch by annealing, Heat Moisture Treatment, and Autoclaving-cooling aims to improve the characteristics of analog rice. This study aims to determine the effect of physical modification of cassava flour and the ratio of flour (modified cassava flour and mung bean flour) on the chemical and sensory properties of analog rice. Making analog rice includes weighing ingredients, mixing, adding water, cooking, extruding, and drying. Chemical analyses were water content, fat content, ash content, protein content and carbohydrate content. A sensory test was conducted using multiple comparison test. The results showed that the type of modification and the ratio of modified cassava flour and mung bean flour were able to reduce water content and fat, but were able to increase ash content, protein and carbohydrates. The comparison test stated that the analog rice was different from the control rice (rice sosoh).



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : annisametya@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i2.13925

PENDAHULUAN

Beras merupakan salah satu sumber makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Hal itu menyebabkan adanya ketergantungan terhadap nasi. Indonesia perlu melakukan program diversifikasi pangan sebagai upaya mengurangi tingkat konsumsi beras dengan memanfaatkan bahan baku lokal. Bahan baku lokal yang dapat dimanfaatkan berupa umbi-umbian (singkong, umbi jalar), sereal (jagung, sorgum), leguminosa (kacang hijau, kacang merah) dikarenakan sumber bahan tersebut dapat menjadi sumber karbohidrat dan mengandung zat gizi (Gultom *et al.* 2017). Sumber pangan lokal ini dapat dijadikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan beras analog. Beras analog adalah beras tiruan yang hanya terbuat dari tepung lokal non-beras (Budijanto dan Yuliyanti 2012). Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan beras analog adalah singkong (*cassava*) dan kacang hijau.

Umbi *cassava* merupakan bahan baku yang sangat potensial untuk dijadikan beras analog. Penelitian terdahulu oleh Agusman *et al.* (2014) dalam pembuatan beras analog dari tepung *cassava* termodifikasi yang diformulasi dengan tepung rumput laut menghasilkan tampilan fisik beras berbentuk silinder yang belum menyerupai beras dan menghasilkan nilai gizi seperti protein sebesar 0,86% yang masih rendah. Kelemahan penelitian terdahulu tersebut harus disempurnakan agar menghasilkan beras analog dengan tampilan fisik disukai masyarakat dan nilai gizi yang baik. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kelemahan tersebut. Perbaikan tampilan fisik dicoba dengan melakukan modifikasi pada tepung *cassava* sebagai bahan baku utama beras analog. Sedangkan kekurangan nilai gizi diperbaiki dengan menambahkan tepung kacang hijau dalam formulasi beras analog.

Penelitian terdahulu oleh Wahid (2019) menghasilkan beras analog dengan nilai gizi yang masih rendah yaitu protein 3,85% juga menghasilkan beras analog dengan butiran beras berbentuk agak tipis. Oleh karena itu, perlu dilakukan metode untuk membuat kenampakan beras analog mendekati beras asli. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik fisik beras analog adalah memodifikasi tepung *cassava* secara fisik. Proses ini efisien untuk dilakukan karena tidak menggunakan bahan kimia selama proses modifikasi fisik sehingga tidak meninggalkan residu (Pukkahuta *et al.* 2008). Modifikasi fisik

diantaranya adalah *annealing*, *Heat Moisture Treatment* (HMT), dan *Autoclaving-cooling*.

Modifikasi pati menggunakan metode *annealing* dilaporkan dapat menurunkan *swelling power*, kelarutan pati, dan menghambat gelatinisasi (Siswoyo dan Morita 2010). Modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) mampu menurunkan solubilitas dan *swelling power* dari tepung sorgum, meningkatkan viskositas, derajat gelatinisasi dan kristalinitas tepung sorgum (Sun *et al.* 2014). Metode *Autoclaving-cooling* atau bisa disebut dengan teknik pemanasan suhu tinggi-pendinginan dapat mengubah karakteristik gelatinisasi pati.

Pembuatan beras analog berbasis tepung *cassava* termodifikasi fisik *annealing*, *Heat Moisture Treatment* (HMT) dan *Autoclaving-cooling* dan tepung kacang hijau diharapkan dapat memperbaiki karakteristik kimia dan organoleptik beras analog yang dihasilkan. Selain itu, beras analog dari tepung *cassava* termodifikasi dan substitusi tepung kacang hijau diharapkan mampu memberikan karakteristik kimia dan organoleptik yang lebih baik sehingga dapat menunjang ketahanan pangan lokal di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh metode modifikasi tepung *cassava* dan rasio penggunaan tepung *cassava* dan tepung kacang hijau terhadap kandungan gizi (proksimat) dan karakteristik sensoris beras analog yang dihasilkan.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cassava* segar jenis putih varietas Adira 4 umur 6 bulan yang diperoleh dari Kecamatan Gunungpati, Kabupaten Semarang, kacang hijau varietas Vima 1 umur 60-80 hari yang diperoleh dari Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak. Bahan kimia pro analisis (PA) digunakan untuk analisis kimia pada sampel.

Alat yang digunakan yaitu timbangan digital, *slicer*, *cabinet dryer*, ayakan 60 *mesh*, timbangan analitik (OHAUS), *refrigator* (Samsung), *autoclave* (All American 25X cap. 13L), oven (MEMMERT BF-201), *hot plate stirrer* (IKA C-MAC HS 7 IKAMAG), *semprotan*, gelas ukur (IWAKI), *rice cooker* dan *Twin screw extruder* (Berto BEX-DS-2256, tabung sentrifuse, desikator (ukuran D=30 cm *ceramic plate*), tanur (*Muffle Furnace-Thermolyne*), *vortex* (Lab

Dancer), kjeldahl (Behrotest), *soxlet*, pompa vakum (Millipore), *hot plate* (IKA C-MAG), sentrifuse (Gemmy PLC-05), *stopwatch*, thermometer, lemari asam (*Fume Hood*), *chromameter konica minolta CR-400*, *texture analyzer brookfield CT3* dan penangas air (*Wise Bath*).

Metode

Penelitian ini menggunakan metode rancangan faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor pertama perbedaan metode modifikasi yaitu: *Annealing* (ANN), *Heat Moisture Treatment* (HMT) dan *Autoclaving-cooling* (ACC) dan faktor kedua yaitu: rasio tepung *cassava* termodifikasi dengan tepung kacang hijau (1:1, 2:1, 3:1). Kontrol menggunakan beras sosoh.

Analisis yang dilakukan adalah kadar air dengan metode *thermogravimetri* (AOAC 2005), kadar abu metode *thermogravimetri* (AOAC 2005), kadar protein dengan metode *kjeldhal* (AOAC 2005), kadar lemak metode *soxhlet* (AOAC 2005), kadar karbohidrat dengan metode *by difference* (AOAC 2005), analisis sensori dengan *multiple comparison test*.

Data hasil pengujian dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA). Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan berbeda nyata antara perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5 %. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 21.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Cassava (Eriksson 2013)

Umbi *cassava* dikupas kulitnya dan dicuci hingga bersih dan direndam selama 12 jam. Setelah itu diparut dengan rasper dan dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50 °C selama 24 jam.

Modifikasi Tepung Cassava dengan Metode Heat Moisture Treatment (HMT) (Sun et al 2014)

Proses HMT tepung *cassava* dilakukan pengaturan kadar air dengan penambahan akuades hingga kadar air 25 %. Tepung *cassava* kemudian ditempatkan pada loyang dan dibungkus dalam aluminium foil. Tepung *cassava* didinginkan dalam refrigerator pada suhu 4-5°C selama 24 jam untuk penyeimbangan kadar air dan dipanaskan pada suhu 110°C selama 10 jam. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan oven sambil dilakukan pengadukan setiap 90 menit. Tepung *cassava* didinginkan pada suhu ruang selama 1 jam, ditempatkan pada loyang tanpa tutup

kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 12 jam. Pengeringan dilakukan dengan *cabinet dryer*. Tepung *cassava* yang telah dikeringkan selanjutnya digiling kemudian diayak dengan menggunakan pengayak 60 *mesh*.

Modifikasi Tepung Cassava dengan Metode Annealing (Nakazawa dan Wang, 2003)

Pembuatan suspensi tepung dilakukan dengan menambahkan air suling (akuades) dengan perbandingan 1:3 (tepung:air) b/v. Dilanjutkan dengan proses pemanasan pada suhu 50°C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* untuk mengurangi kadar air tepung pada suhu 50°C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan proses penepungan dengan menggunakan *grinder* dan pengayakan dengan ayakan 60 *mesh*.

Modifikasi Tepung Cassava dengan Metode Autoclaving-cooling (Lehmann et al 2003)

Tepung *cassava* disuspensikan dalam akuades 20% b/v, dipanaskan pada suhu 70°C selama 5 menit, disertai dengan pengadukan sampai terbentuk suspensi yang homogen. Selanjutnya pati dipanaskan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu didinginkan selama 1 jam pada suhu ruang, lalu diretrogradasi melalui pendinginan selama 24 jam pada suhu 4°C. Tepung kemudian dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam dan dihaluskan serta diayak dengan ayakan 60 *mesh*.

Pembuatan Tepung Kacang Hijau (Yenrina et al., 2013)

Biji kacang hijau disortir kemudian dicuci. Biji kacang hijau diberi perlakuan *steam blanching* selama 30 menit, selanjutnya kulit biji kacang hijau dikupas, biji kacang hijau tanpa kulit dikeringkan *cabinet dryer* suhu 60°C selama 18 jam. Biji kacang hijau kering dilakukan pengecilan ukuran dan diayak dengan ayakan 60 *mesh* untuk memperoleh tepung kacang hijau.

Pembuatan Beras Analog (Budijanto dan Yuliyanti 2012)

Tahapan pembuatan beras analog terdiri atas persiapan bahan, penimbangan bahan, pencampuran, penambahan air, pemasakan pencetakan, dan pengeringan. Tepung *cassava* termodifikasi dan tepung kacang hijau ditimbang sesuai formulasi rancangan penelitian. Kemudian ditambah *Gliserol Mono Stearat* (GMS) 10g/500g

tepung formulasi dan diaduk hingga homogen. Kemudian dilakukan penambahan air 150mL/500g tepung sambil diaduk hingga terbentuk adonan kalis. Adonan dikukus selama 30 menit. Kemudian dilakukan pencetakan dengan mesin *Twin screw extruder* dengan kecepatan 116 rpm, dimensi cetakan 6mm dan tebal 2 mm yang terdiri dari 10 jalur hingga terbentuk menyerupai bulir beras. Setelah itu beras analog dikeringkan dengan suhu 36-37°C selama 8-12 jam hingga kadar air dibawah 14%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Beras Analog

Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1, kadar air beras kontrol (beras sosoh) lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar air beras analog pada seluruh perlakuan dan berbeda nyata. Kadar air beras analog termodifikasi ANN lebih tinggi daripada beras analog termodifikasi HMT dan ACC. Hal ini disebabkan pada modifikasi ANN mengakibatkan pati memiliki resistensi yang lebih tinggi pada suhu tinggi. Penggunaan suhu tinggi (40-50°C) mampu meningkatkan kristalinitas pati akibat perubahan struktur granula pati dan menyebabkan terbentuknya daerah kristalin baru (Sunyoto *et al* 2017). Pada beras analog termodifikasi HMT dan ACC penggunaan kadar air terbatas menyebabkan perubahan struktur pati dengan struktur *double helices* yang lebih teratur dan kompak (Prameswari *et al* 2020). Penggunaan suhu tinggi 110 °C pada modifikasi HMT dan 210°C pada modifikasi ACC menyebabkan kadar air menurun karena air yang terikat pada pati menguap. Proses pengeringan pada modifikasi HMT dapat memecah ikatan molekul air yang terdisei atas

oksigen dan hidrogen yang membuat bahan akan kehilangan air (Ega dan Lopulalan 2015).

Kadar air beras analog termodifikasi ANN dan HMT mengalami penurunan seiring dengan kenaikan rasio tepung *cassava* dan semakin rendah rasio tepung kacang hijau, sedangkan pada beras analog termodifikasi ACC menunjukkan sebaliknya. Hal ini dikarenakan peningkatan komposisi tepung *cassava* termodifikasi ANN dan HMT yang semakin tinggi diduga meningkatkan kadar amilosa beras analog karena tepung *cassava* termodifikasi mengandung amilosa yang tinggi (Muflihati *et al.* 2019). Menurut Pratiwi *et al.* (2019) kadar air berkaitan dengan kadar amilosa pada tepung. Amilosa mempunyai struktur yang lurus dan kompak (rapat) sehingga mudah menyerap air serta mudah untuk melepaskannya kembali. Semakin tinggi kadar amilosa pada beras analog maka daya ikat airnya semakin menurun. Hal tersebut menyebabkan beras analog lebih mudah melepas air saat proses pengeringan, sehingga kadar airnya menjadi lebih rendah. Amilosa adalah polisakarida yang bersifat mudah mengikat air akan tetapi mudah juga untuk melepaskan air saat proses pengeringan (Putra *et al.* 2019). Tepung yang telah dilakukan modifikasi memiliki struktur yang lebih rapat sehingga air sulit untuk masuk.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa kandungan air beras analog tepung *cassava* termodifikasi fisik dan substitusi tepung kacang hijau telah memenuhi standar SNI untuk kadar air beras yaitu kurang dari 14%. Beras dengan kadar air di bawah 14% menyebabkan metabolisme mikroba terhambat sehingga beras analog memiliki daya simpan yang lebih lama (Kholifah *et al.* 2018).

Tabel 1 Kadar air beras analog (%)

Rasio Tepung <i>Cassava</i> Termodifikasi : Tepung Kcang Hijau(TKH)	Metode Modifikasi Tepung <i>Cassava</i>		
	ANN	HMT	ACC
1:1	6,45±0,02b	5,90±0,03d	5,84±0,01d
2:1	5,86±0,01d	5,67±0,02e	5,89±0,08d
3:1	5,74±0,03e	5,19±0,05f	6,04±0,13c
Kontrol			14,16±0,03a

Keterangan: Kontrol (beras sosoh), ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Tabel 2 Kadar lemak beras analog (%)

Rasio Tepung <i>Cassava</i> Termodifikasi : Tepung Kacang Hijau(TKH)	Metode Modifikasi Tepung <i>Cassava</i>		
	ANN	HMT	ACC
1:1	5,34±0,13a	5,20±0,75a	3,52±0,57d
2:1	4,34±0,47bc	5,04±0,24ab	3,35±0,10d
3:1	3,98±0,15cd	4,95±0,18ab	3,31±0,26d
Kontrol			4,42±0,36bc

Keterangan: Kontrol (beras sosoh), ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Kadar Lemak

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa seiring penambahan tepung modifikasi ANN, HMT dan ACC yang semakin meningkat dan substitusi tepung kacang hijau yang semakin menurun menyebabkan kadar lemak mengalami penurunan karena perlakuan pemanasan dengan suhu tinggi. Kadar air akhir bahan juga memengaruhi kadar lemak beras analog. Kadar air beras analog yang tinggi dapat menyebabkan rendahnya kadar lemak beras analog (Nguju *et al.* 2018). Kerusakan lemak pada proses pembuatan beras analog bergantung pada suhu yang digunakan serta lama proses pengolahan. Apabila suhu yang digunakan semakin tinggi, maka kerusakan lemak yang terjadi akan semakin tinggi (Loebis *et al.* 2017) sehingga kadar lemak beras analog menurun. Kadar lemak yang rendah pada beras analog juga dipengaruhi oleh kemampuan *swelling power* (pembengkakan) pati yang tinggi (Aini *et al.* 2016).

Tepung *cassava* memiliki kandungan lemak 0,35 % (Rahman *et al.* 2017), sedangkan kacang hijau memiliki kandungan lemak 1,8 % (Skylas *et al.* 2018). Sehingga bila proporsi tepung kacang hijau (TKH) yang ditambahkan semakin rendah dapat menyebabkan kandungan lemak beras analog menurun. Menurut Loebis *et al.* (2017), tingginya kadar lemak beras analog dipengaruhi oleh tingginya kandungan lemak pada singkong. Akan tetapi dalam penelitian ini substitusi tepung kacang hijau memberikan pengaruh yang besar terhadap kandungan lemak pada beras analog.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Widowati *et al.* (2017) tepung beras yang diberikan perlakuan HMT memiliki kadar lemak yang lebih rendah daripada tepung beras native (0,80 % menjadi 0,64 %). Berdasarkan penelitian Nurhayati *et al.* (2014) tepung pisang yang diberi

perlakuan ACC memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dari tepung pisang native (1,18% menjadi 1,09%).

Kadar Abu

Kadar abu beras analog pada tiap perlakuan modifikasi mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan penambahan tepung *cassava* termodifikasi dan penurunan penambahan tepung kacang hijau. Tepung *cassava* non modifikasi memiliki kadar abu 1,05% (Ernilawati 2018), sedangkan tepung kacang hijau memiliki kadar abu sebesar 2,07% (wb) (Astawan 2009).

Berdasarkan Tabel 3 pada beras analog termodifikasi *annealing* (ANN) memiliki kadar abu yang meningkat seiring dengan peningkatan penambahan tepung *cassava* termodifikasi dan penurunan penambahan tepung kacang hijau. Kadar abu beras analog termodifikasi *annealing* berkisar 2,34-2,59% serta memiliki kadar abu yang lebih tinggi daripada beras analog termodifikasi HMT dan *Autoclaving-cooling*. Kadar abu berkaitan dengan kadar air pada beras analog. Kadar air yang rendah menyebabkan total padatan dan abu semakin tinggi saat dilakukan pembakaran (Fajri *et al.* 2016).

Berdasarkan Tabel 3 beras analog dengan penambahan tepung *cassava* termodifikasi *Autoclaving-cooling* (ACC) mengalami kenaikan seiring penambahan tepung *cassava* dan penurunan penambahan tepung kacang hijau. Memiliki kadar abu dengan rentang 2,25-2,57%. Kadar abu pada beras analog termodifikasi *Autoclaving-cooling* dipengaruhi oleh kadar air pada beras analog. Kadar air pada beras analog sebesar 5,84-6,04%. Kadar air yang tinggi menyebabkan total padatan dan abu semakin rendah saat dilakukan pembakaran (Fajri *et al.* 2016).

Tabel 3 Kadar abu beras analog(%)

Rasio Tepung <i>Cassava</i> Termodifikasi : Tepung Kcang Hijau(TKH)	Metode Modifikasi Tepung <i>Cassava</i>		
	ANN	HMT	ACC
1:1	2,34±0,03c	2,26±0,02d	2,25±0,04d
2:1	2,57±0,02a	2,46±0,03b	2,44±0,03b
3:1	2,59±0,03a	2,53±0,02a	2,57±0,05a
Kontrol			0,33±0,04e

Keterangan: Kontrol (beras sosoh), ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Tabel 4 Kadar protein beras analog (%)

Rasio Tepung <i>Cassava</i> Termodifikasi : Tepung Kcang Hijau(TKH)	Metode Modifikasi Tepung <i>Cassava</i>		
	ANN	HMT	ACC
1:1	3,97±0,06f	4,03±0,08f	4,52±0,02cd
2:1	4,36±0,05e	4,55±0,08cd	4,54±0,01cd
3:1	4,43±0,05de	4,72±0,02b	4,62±0,01bc
Kontrol			6,06±0,05a

Keterangan: Kontrol (beras sosoh), ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Kadar Protein

Protein merupakan makronutrien yang berfungsi dalam pembentukan biomolekul. Protein dalam tubuh mampu memengaruhi kadar glukosa dalam darah. Kadar protein beras analog disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, kadar protein pada masing-masing perlakuan lebih rendah daripada beras kontrol dan menunjukkan berbeda nyata secara signifikan. Pada masing-masing modifikasi (HMT, ANN, dan ACC) kadar protein mengalami peningkatan. Kadar protein pada beras analog termodifikasi ANN memiliki nilai paling rendah. Hal ini disebabkan penambahan tepung kacang hijau pada beras analog yang memiliki kadar protein 28,3% (Skylas *et al.* 2018). Sedangkan kadar protein pada tepung setelah dimodifikasi mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahmawati *et al.* (2018) pada penelitian tepung kacang koro pedang yang dimodifikasi secara *Autoclaving-cooling* mampu menurunkan protein dari 2,27% menjadi 1,85%. Perlakuan modifikasi ANN, HMT dan ACC menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung *cassava* termodifikasi dan semakin rendah penambahan tepung kacang hijau menunjukkan

kadar protein yang meningkat. Hal tersebut dapat disebabkan kandungan amilosa pada tepung *cassava* termodifikasi *annealing*, HMT dan *Autoclaving-cooling* yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa pada tepung kacang hijau. Hal tersebut menunjukkan bahwa granula pati akan mengalami pengembangan lebih cepat dan akan lebih banyak menyerap kandungan lain seperti protein (Wahjuningsih dan Kunarto, 2013). Menurut Yuliwardi *et al.* (2014), kandungan amilopektin yang tinggi pada suatu bahan pangan menyebabkan interaksi dengan protein menjadi lebih tinggi karena gelatinisasi berjalan dengan lebih sempurna yang menyebabkan granula pati mengalami pengembangan lebih besar sehingga menimbulkan tekanan pada matrik protein.

Kadar Karbohidrat

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa proses modifikasi akan menaikkan karbohidrat (Muflihati *et al.* 2018) beras analog. Hal ini dipengaruhi oleh zat gizi lain seperti kadar air, kadar abu, kadar protein dan karbohidrat. Tingginya karbohidrat pada beras analog dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat alternatif dan kalori alternatif selain beras sosoh (Rasyid *et al.* 2016). Nilai karbohidrat beras analog tidak

berbeda nyata pada masing-masing modifikasi. Beras analog ANN (1:1) memiliki kadar karbohidrat yang rendah, hal ini disebabkan penambahan tepung *cassava* termodifikasi yang rendah. Peningkatan karbohidrat pada beras analog termodifikasi *annealing* tepung *cassava* berkaitan dengan kandungan pati. Selama proses *annealing*, pati mengalami retrogradasi karena pemanasan yang diikuti proses pendinginan. Retrogradasi mampu mengubah struktur pati menjadi struktur kristalin baru dan pati dapat dipertahankan (Marta *et al.* 2016). Penggunaan pemanasan pada suhu tinggi mampu membentuk komponen pirodekstrin dari karbohidrat (Nurhayati *et al.* 2014).

Beras analog termodifikasi HMT (1:1) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Kadar karbohidrat beras analog termodifikasi HMT berkisar 82,16-82,58 %. Kenaikan tersebut dapat dipengaruhi oleh peningkatan penambahan tepung *cassava* termodifikasi HMT yang semakin meningkat dan penambahan tepung kacang hijau yang semakin menurun. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Lisnan (2008) bahwa semakin sedikit jumlah tepung yang ditambahkan maka karbohidrat semakin rendah. Dikarenakan sebagian besar karbohidrat pada tepung berasal dari pati. Selain itu peningkatan kadar karbohidrat pada beras analog dapat dipengaruhi oleh kadar air pada bahan pangan yang menurun selama proses pengeringan yang mampu menyebabkan meningkatnya kadar karbohidrat pada massa yang tertinggal. Beras analog dengan perlakuan HMT memiliki kadar karbohidrat yang tinggi dikarenakan kandungan pati yang berkaitan dengan karbohidrat. Selama proses pemanasan pati pada tepung *cassava* akan tergelatinisasi dan

amilosa teretrogradasi saat pendinginan dan proses pemanasan mampu menyebabkan interaksi antara karbohidrat dan komponen lain (Widowati *et al.* 2017).

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa kadar karbohidrat pada beras analog termodifikasi *Autoclaving-cooling* (ACC) mengalami kenaikan kadar karbohidrat seiring dengan penambahan tepung *cassava* dan penurunan penambahan tepung kacang hijau. Peningkatan penambahan tepung *cassava* termodifikasi dan penurunan tepung kacang hijau dapat meningkatkan karbohidrat. Hal ini disebabkan kadar air mengalami penurunan selama proses *autoclaving* sehingga menyebabkan kadar karbohidrat meningkat di dalam massa yang tertinggal (Putra 2015). Kadar karbohidrat pada beras analog berhubungan dengan kadar pati resisten, kadar pati dan amilosa (Anugrahati dan Widjanarko 2018). Penggunaan pemanasan bertekanan juga mampu membentuk interaksi karbohidrat dengan komponen bahan pangan lain seperti lemak dan protein. Hal ini dapat mengurangi jumlah lemak dan protein sehingga menyebabkan peningkatan perhitungan kadar karbohidrat. Penggunaan pemanasan pada suhu tinggi mampu membentuk komponen pirodekstrin dari karbohidrat (Nurhayati *et al.* 2014). Selain itu, karbohidrat dalam beras analog juga dipengaruhi oleh jumlah pati resisten yang ada pada tepung. Menurut Faridah (2011) bahwa proses *Autoclaving-cooling* mampu menghidrolisis amilosa dan amilopektin pada rantai terluar di daerah kristalin, begitu pula bila siklus *autoclaving* yang dilakukan semakin banyak menyebabkan amilosa dan amilopektin terhidrolisis dan membentuk amilosa rantai pendek sehingga pembentukan RS3 lebih optimal.

Tabel 5 Kadar karbohidrat beras analog (%)

Rasio Tepung <i>Cassava</i> Termodifikasi : Tepung Kcang Hijau(TKH)	Metode Modifikasi Tepung <i>Cassava</i>		
	ANN	HMT	ACC
1:1	81,92±0,29d	82,31±0,87cd	83,61±0,56ab
2:1	82,80±0,68abcd	82,16±0,24cd	83,69±0,06a
3:1	83,19±0,26abc	82,58±0,29bcd	83,40±0,28ab
Kontrol		74,86±0,30e	

Keterangan: Kontrol (beras sosoh), ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Tabel 6 Uji multiple comparison test beras analog

Perlakuan	Warna Beras Analog	Bentuk Beras Analog
ANN(1:1)	4,30±0,48a	3,20±0,92bc
ANN (2:1)	4,50±0,53a	3,70±0,48ab
ANN (3:1)	4,40±0,52a	4,30±0,48a
HMT (1:1)	4,30±0,48a	3,2±1,23bc
HMT (2:1)	4,50±0,53a	4,00±0,82a
HMT (3:1)	4,30±0,48a	3,20±0,92bc
ACC (1:1)	4,30±0,67a	3,00±0,82bc
ACC (2:1)	4,40±0,52a	2,50±0,53c
ACC (3:1)	4,40±0,52a	2,60±0,52c
Beras kontrol	1,00±0,00b	1,00±0,00d

Keterangan: Perbandingan: beras sosoh, ANN (Modifikasi *Annealing*), HMT (Modifikasi *Heat Moisture Treatment*), ACC (Modifikasi *Autoclaving-cooling*), TKH (Tepung Kacang Hijau). Perbandingan (1:1), (2:1) dan (3:1) = tepung *cassava* termodifikasi : tepung kacang hijau. Kontrol menggunakan beras sosoh. Skala penilaian 1-5, dengan keterangan 1 sama, 2 agak sama, 3 moderat, 4 beda dan 5 sangat beda. Huruf notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5 % dengan Uji Duncan

Uji Sensoris

Multiple Comparison Test Beras Analog

Multiple Comparison Test atau uji perbandingan jamak atau majemuk dilakukan dengan membandingkan 2 atau lebih sampel yang disajikan bersamaan kemudian dibandingkan dengan sampel baku. Pada uji ini menggunakan perbandingan beras sosoh. Pada uji *Multiple Comparison Test* dilakukan menggunakan 10 panelis terlatih. Uji *Multiple Comparison Test* dilakukan untuk mengetahui bagaimana atribut mutu dari sampel apabila dibandingkan dengan kontrol. Uji *Multiple Comparison Test* beras analog dengan tepung *cassava* termodifikasi dan penambahan tepung kacang hijau disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6 hasil uji *Multiple Comparison Test* terhadap atribut warna beras analog pada berbagai perlakuan menunjukkan berbeda nyata terhadap sampel beras sosoh. Warna beras kontrol cenderung lebih putih, sedangkan beras analog memiliki warna yang coklat. Warna yang dihasilkan beras analog sesuai dengan warna masing-masing bahan dasar (Hasnelly 2013). Warna coklat pada beras analog disebabkan adanya reaksi *maillard* yang diakibatkan saat proses pengolahan pada tahap pemanasan pada proses pembuatan tepung dan pengukusan (Muflihati *et al.* 2015) saat proses pembuatan beras analog. Beras pada umumnya yang sering dikonsumsi memiliki warna yang putih dan transparan (Ernilawati 2018).

Berdasarkan Tabel 6 bentuk beras analog menunjukkan berbeda nyata terhadap beras sosoh. Panelis memberikan skor penilaian beras analog terhadap beras kontrol antara 2,5 hingga 3,7 yang menunjukkan bahwa bentuk beras analog dari agak sama hingga moderat. Bentuk beras analog termodifikasi cenderung berbeda dengan beras sosoh. Bentuk beras analog *annealing* (ANN) pipih dan agak lonjong dan kecil. Bentuk beras analog HMT agak oval dan rapuh sedangkan beras analog *Autoclaving-cooling* (ACC) memiliki bentuk oval dengan struktur tidak rapuh dan agak besar. Bentuk beras analog padat dan dan berbentuk bulir agak oval. Bentuk beras analog dipengaruhi oleh suhu, kadar air, serta kecepatan *screw*. Selain itu parameter lain yang memengaruhi bentuk beras analog adalah ukuran serta bentuk lubang die (pencetak) serta putaran pisau dan kecepatan putaran pisau mesin beras analog (Budi *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Penggunaan jenis modifikasi fisik *annealing* (ANN), *Heat Moisture Treatment* (HMT) dan *Autoclaving-cooling* (ACC) berpengaruh signifikan terhadap sifat kimia dan sensoris beras analog. Beras analog dengan rasio penambahan tepung *cassava* termodifikasi dan penambahan tepung kacang hijau mampu menurunkan kadar air, lemak, namun mampu meningkatkan kadar abu, protein, dan karbohidrat. Beras analog tepung *cassava* termodifikasi dan substitusi tepung kacang hijau dengan nilai perbandingan panelis

menunjukkan berbeda dengan beras kontrol (beras sosoh).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi terhadap penelitian ini. Terimakasih penulis ucapkan kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk dalam rangka Indofood Riset Nugraha (IRN) 2020-2021 yang memberikan pendanaan penelitian dan KWT Maju Jaya-Purwodadi dalam pembuatan beras analog.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A., S. N. K. Apriyani, and M. Murdinah. 2014. The Use of *Eucheuma cottonii* Flour in the Processing of Rice Analogues from Modified Cassava Flour (Mocaf). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 9(1):1–10.
- Aini, N., G. Wijonarko, and B. Sustriawan. 2016. SIFAT FISIK, KIMIA, DAN FUNGSIONAL TEPUNG JAGUNG YANG DIPROSES MELALUI FERMENTASI (Physical, Chemical, and Functional Properties of Corn Flour Processed by Fermentation). *Jurnal Agritech* 36(02):160.
- Anugrahati, N. A., and A. M. Widjanarko. 2018. Karakteristik Tepung Kacang Merah Hasil Autoclaving, Cooling, dan Autoclaving-Cooling. *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(2):72–79.
- Astawan, M. 2009. *Sehat Dengan Hidangan Kacang Dan Biji-bijian*. Penebar Swadaya.
- Budi, F. S., P. Hariyadi, S. Budijanto, and D. Syah. 2013. Teknologi Proses Ekstrusi untuk Membuat Beras Analog. *Jurna Pangan Pangan* 22(3):263–274.
- Budijanto, S., and Yuliyanti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(3):177–186.
- Ega, L., and C. G. C. Lopulalan. 2015. Modifikasi Pati Sagu dengan Metode Heat Moisture Treatment. *Turnal Teknologi Pertanian* 4(2):33–40.
- Eriksson, E. 2013. Flour from three local varieties of Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz): Physico- chemical properties , bread making quality and sensory evaluation evaluation. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Ernilawati. 2018. Pemanfaatan Talas, Ubi Kayu Dan Kedelai Sebagai Bahan Baku Pembuatan Beras Analog. *JOM UR* 5(2):1–13.
- Fajri, F., Tamrin, and N. Asyik. 2016. PENGARUH MODIFIKASI HMT (HEAT MOISTURE TREATMENT) TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN NILAI ORGANOLEPTIK TEPUNG SAGU (*Metroxylon* sp). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan* 1(1):37–44.
- Faridah, D. N. 2011. Perubahan Karakteristik Kristalin Pati Garut (*Maranta arundinaceae* L.) dalam Pengembangan Pati Tesisten Tipe III. INSTITUT PERTANIAN BOGOR.
- Gultom, R. J., S. Sutrisno, and S. Budijanto. 2017. Optimasi Proses Gelatinisasi Berdasarkan Respon Surface Methodology Pada Pencetakan Beras Analog Dengan Mesin Twin Roll. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 11(2):67.
- Hasnelly, S. 2013. Kajian proses pembuatan dan karakteristik beras analog ubi jalar (*Ipomoea batatas*). Page D-06-1-D-06-8 *Seminar rekayasa kimia dan proses*.
- Kholifah, N., I. Muflihati, and E. P. Nurlaili. 2018. Modifikasi Pati Jagung Melalui Reaksi Oksidasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dan Sinar Ultraviolet-C (Uv-C). *Jurnal Pangan dan Gizi* 8(2):91–104.
- Lehmann, U., C. Rössler, D. Schmiedl, and G. Jacobasch. 2003. Production and physicochemical characterization of resistant starch type III derived from pea starch. *Journal Nahrung - Food* 47(1):60–63.
- Lisnan, V. 2008. PENGEMBANGAN BERAS ARTIFICIAL DARI UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crant.) DAN UBI JALAR (*Ipomoea batatas*) SEBAGAI UPAYA DIVERSIFIKASI PANGAN.
- Loebis, E., L. Junaidi, and I. Susanti. 2017. Karakterisasi Mutu Dan Nilai Gizi Nasi Mocaf Dari Beras Analog - (Characterization of Quality and Nutrition Value of Cooked Rice Mocaf From Rice Analog). *Jurnal Biopropal Industri* 8(1):33–46.
- Marta, H., Marsetio, Y. Cahyana, and A. G. Pertiwi. 2016. Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Millet Putih (*Pennisetum*

- glucum) Termodifikasi secara Heat Moisture Treatment dan Annealing. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(3):76–84.
- Muflihati, I., A. R. Affandi, M. K. Ferdiansyah, V. C. Erezka, W. Pramitasari, and A. D. Sofa. 2018. SIFAT FISIKOKIMIA DAN SENSORIS ROTI HASIL SUBSTITUSI PATI GANYONG YANG DIMODIFIKASI MELALUI IRRADIASI SINAR UV-C 4(1).
- Muflihati, I., Lukitawesa, B. Narindri, Afriyanti, and R. Mailia. 2015. Efek Substitusi Tepung Terigu dengan Pati Ketan terhadap Sifat Fisik Cookies. *Prosiding Seminar Nasional Universitas PGRI Yogyakarta*:355–359.
- Muflihati, I., D. W. Marseno, and Y. Pranoto. 2019. Oxidation of Oven-Dried Cassava Starch Using Hydrogen Peroxide and UV-C Irradiation to Improve Frying Expansion. *Journal of Indonesian Food and Nutrition Progress* 16(1):1–14.
- Nakazawa, Y., and Y. J. Wang. 2003. Acid hydrolysis of native and annealed starches and branch-structure of their Naegeli dextrans. *Journal Carbohydrate Research* 338(24):2871–2882.
- Nguju, A. L., P. R. Kale, and B. Sabtu. 2018. Pengaruh Cara Memasak Yang Berbeda Terhadap Kadar Protein, Lemak, Kolesterol Dan Rasa Daging Sapi Bali. *Jurnal Nukleus Peternakan* 5(1):17–23.
- Nurhayati, B. S. L. Jenie, S. Widowati, and H. D. Kusumaningrum. 2014. KOMPOSISI KIMIA DAN KRISTALINITAS TEPUNG PISANG TERMODIFIKASI SECARA FERMENTASI SPONTAN DAN SIKLUS PEMANASAN BERTEKANAN-PENDINGINAN. *Jurnal Agritech* 34(2):146–150.
- Prameswari, R. L., I. Muflihati, U. H. A. Hasbullah, and F. Nurdyansyah. 2020. Karakteristik Mi Kering Tersubstitusi Tepung Kimpul Yang Dimodifikasi Secara Fisik. *Jurnal Teknologi Pangan* 14(1):83–95.
- Pratiwi, Y., Irmansyah, J. Juansah, and M. Rahmat. 2019. Substitusi Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada Pembuatan Makanan Tradisional Gorontalo Ilabulo. *Jurnal Agriculture Technology* 3(1):23–30.
- Pukkahuta, C., B. Suwannawat, S. Shobsngob, and S. Varavinit. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat-moisture treated corn starch. *Journal Carbohydrate Polymers* 72(3):527–536.
- Putra, I. N. K., I. P. Suparhana, and A. A. I. S. Wiadnyani. 2019. Sifat Fisik, Kimia, dan Sensori Mi Instan yang Dibuak dari Komposit Terigu - Pati Kimpul Modifikasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(4):161–167.
- Putra, M. R. K. 2015. KARAKTERISTIK BERAS ARTIFISIAL YANG DIBUAT DENGAN METODE AUTOCLAVING COOLING CYCLING. *Skripsi*:1–39.
- Rahman, T., R. C. Erwan, A. Hermiani, and E. Turmala. 2017. Formulasi dan Evaluasi Sensori Tepung Bumbu Ayam Goreng Berbasis Tepung Singkong Termodifikasi Formulation and Sensory Evaluation of Fried Chicken Spices Flour Based Modified Cassava Flour.
- Rahmawati, A., A. Murdiati, Y. Marsono, and S. Anggrahini. 2018. Changes of complex carbohydrates on white jack bean (*Canavalia ensiformis*) during autoclaving-cooling cycles. *Journal Food and Nutrition* 6(2):470–480.
- Rasyid, M. I., N. D. Yuliana, and S. Budijanto. 2016. Karakteristik Sensori dan Fisiko-Kimia Beras Analog Sorghum dengan Penambahan Rempah Campuran. *Jurnal Agritech* 36(4):394–403.
- Siswoyo, T. A., and N. Morita. 2010. Influence of annealing on gelatinization properties, retrogradation and susceptibility of breadfruit starch (*Artocarpus Communis*). *International Journal of Food Properties* 13(3):553–561.
- Skylas, D. J., M. P. Molloy, R. D. Willows, H. Salman, C. L. Blanchard, and K. J. Quail. 2018. Effect of Processing on Mungbean (*Vigna radiata*) Flour Nutritional Properties and Protein Composition. *Journal of Agricultural Science* 10(11):16–28.
- Sun, Q., Z. Han, L. Wang, and L. Xiong. 2014. Physicochemical differences between sorghum starch and sorghum flour modified by heat-moisture treatment. *Food Chemistry* 145:756–764.
- Sunyoto, M., R. Andoyo, H. Radiani A., and R. Nurmalinda. 2017. Kajian Karakteristik Pure Kering Ubi Jalar Dengan Perlakuan Suhu Dan Lama Annealing Sebagai Sediaan

- Pangan Darurat. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* 6(1):1–10.
- Wahid, A. 2019. Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Jagung Yang Disubstitusi Tepung Suweg Termodifikasi Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan Lokal. Universitas PGRI Semarang.
- Wahjuningsih, S. B., and B. Kunarto. 2013. PEMBUATAN TEPUNG MOKAL DENGAN PENAMBAHAN BIANG FERMENTASI ALAMI UNTUK BERAS ANALOG. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 11(2):221–230.
- Widowati, S., H. Herawat, E. S. Mulyani, F. Yuliwardi, and T. Muhandri. 2017. Pengaruh Perlakuan Heat Moisture Treatment (Hmt) Terhadap Sifat Fisiko Kimia Dan Fungsional Tepung Beras Dan Aplikasinya Dalam Pembuatan Bihun Berindeks Glikemik Rendah. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 11(2):59.
- Yenrina, R., W. S. M, and N. N. Putri. 2013. Mocaf bread enriched with Mung Bean (*Vigna radiata* L .) as a source of protein. *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy (APJSAFE)* 1(1):10–13.
- Yuliwardi, F., E. Syamsir, P. Hariyadi, and S. Widowati. 2014. Pengaruh Dua Siklus Autoclaving-Cooling Terhadap Kadar Pati Resisten Tepung Beras dan Bihun yang Dihasilkannya. *Jurnal Pangan* 23(1):43–51.