

# Pengaruh Derajat Sosoh dan Pencucian terhadap Karakteristik Nasi Instan Biofortifikasi

The Effect of Polishing Degree and Washing Cycle on The Characteristics of Biofortified Instant Rice

**Kirana Sanggrami Sasmitaloka<sup>1\*</sup>, Winda Haliza<sup>1</sup>, Ermi Sukasih<sup>1</sup>, Shinta Dewi Ardhiyanti<sup>2</sup>, Sri Widowati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16114, Indonesia

<sup>2</sup>Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jalan Raya 9 Desa Sukamandijaya, Kecamatan Ciasem, Subang, 41256, Indonesia

\*Corresponding author: Kirana Sanggrami Sasmitaloka, Email: kiranasanggrami@pertanian.go.id

Submisi: January 17, 2021; Revisi: August 11, 2021; September 7, 2021; Diterima: September 11, 2021

## ABSTRAK

Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh derajat sosoh dan jumlah pencucian terhadap karakteristik nasi instan biofortifikasi. Bahan baku yang digunakan adalah beras varietas Inpari IR Nutri Zinc. Proses produksi nasi instan terdiri dari beberapa tahapan yaitu perendaman dalam larutan Na-Sitrat, pencucian, pemasakan, pendinginan, pembekuan, *thawing*, pengeringan, dan pengemasan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan frekuensi pencucian ( $x_1$ :2,  $x_2$ :3, dan  $x_3$ :4 kali) dan derajat sosoh ( $y_1$ :90,  $y_2$ :95 dan  $y_3$ :100). Setiap perlakuan diulang sebanyak dua kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat sosoh dan jumlah pencucian pada beras berpengaruh terhadap karakteristik nasi instan biofortifikasi ( $p < 0.05$ ). Perlakuan terbaik untuk memproduksi nasi instan biofortifikasi yaitu beras dengan derajat sosoh 95 dan pencucian 2 kali. Nasi instan biofortifikasi yang dihasilkan memiliki waktu rehidrasi sebesar 4,21 menit, kadar Zn sebesar 22,11 ppm, kadar Fe sebesar 17,3 ppm, daya cerna pati sebesar 5,99%, dan kadar serat pangan total sebesar 6,86% sehingga cocok dikonsumsi terutama untuk mencegah *stunting*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produk nasi instan biofortifikasi dapat dijadikan sebagai alternatif makanan pokok siap saji dan layak dikonsumsi oleh masyarakat, terutama untuk mencegah *stunting*.

**Kata Kunci:** Biofortifikasi; derajat sosoh; fisikokimia; nasi instan; pencucian

## ABSTRACT

This study aims to examine the effect of polishing degree and washing cycle on the characteristics of biofortified instant rice. The raw material used was the Inpari IR Nutri Zinc variety. The instant rice production process consists of several stages, namely soaking in Na-Citrate solution, washing, cooking, cooling, freezing, thawing, drying, and packaging. This study used a completely randomized design (CRD) with two treatments, namely washing cycles of  $x_1$ : 2,  $x_2$ : 3, and  $x_3$ : 4 times as well as polishing degrees of  $y_1$ : 90,  $y_2$ : 95, and  $y_3$ : 100 with two replications. The results

showed that the polishing degree and washing cycle affected the characteristics of biofortified instant rice with a  $p < 0.05$ . The best treatment for the product was a polishing degree of 95 and 2 washing cycles. The biofortified instant rice produced had rehydration time, Ze content, Fe content, starch digestibility, and total dietary fiber of 4.21 minutes, 22.11 ppm, 17.39 ppm, 55.99%, and 6.86%, respectively. These results indicate that the product can serve as an alternative staple of ready-to-eat food and is suitable for consumption by people, especially to prevent stunting.

**Keywords:** Biofortification; instant rice; physicochemical; polishing degree; washing

## PENDAHULUAN

Asupan zat gizi yang tepat berperan penting dalam tumbuh kembang, menjaga kesehatan dan kebugaran manusia. Kekurangan zat gizi makro maupun mikro pada 1000 hari pertama kehidupan dapat mengakibatkan terjadinya *stunting*, yaitu kondisi gagal tumbuh baik secara fisik maupun kecerdasan. *Stunting* di Indonesia diduga terjadi karena kekurangan gizi kronis dalam waktu yang cukup lama dari kehamilan hingga usia anak 24 bulan (Budiaustatik dan Nugraheni, 2018). Penelitian Yadika dkk. (2019), menunjukkan bahwa anak dengan status gizi normal memiliki nilai tes kognitif yang lebih tinggi dibandingkan dengan anak dengan status gizi *stunting*. Mediani (2020) menyatakan bahwa tingkat kecukupan Zn pada kelompok balita *stunting* dan non-*stunting* mempunyai hubungan yang signifikan dengan perkembangan motorik. Zat besi (Fe) dan seng (Zn) merupakan mikronutrien yang berfungsi dalam perkembangan otak terutama pada fungsi sistem penghantar syaraf (Neurotransmitter) sehingga berperan dalam peningkatan kecerdasan otak dan kemampuan belajar pada anak (Azam dkk., 2021). Oleh karena itu ketersediaan Fe dan Zn menjadi penting dalam pangan.

Kementerian Pertanian melalui Badan Litbang Pertanian bekerja sama dengan *International Rice Research Institute* (IRRI) telah menghasilkan padi VUB Inpari IR Nutri Zinc, hasil persilangan konvensional antara IR91153-AC 82, IR05F102, IR 68144-2B-2-2-3-166, dan IRRI145, yang memiliki produktivitas tinggi, rasa pulen dan tahan terhadap hama/penyakit, serta kaya akan Zn yang berperan dalam mengatasi *stunting* pada pertumbuhan dan perkembangan anak (Windiyani dan Rusdianto, 2020). Selain melalui proses persilangan konvensional, padi biofortifikasi dapat dihasilkan melalui pemanfaatan bioteknologi salah satunya yakni dengan rekayasa genetika (Velu dkk., 2013; Clemens, 2014). Inpari IR Nutri Zinc memiliki kadar Zn sekitar 29,54 ppm (Sunandar dkk., 2021), lebih tinggi dibandingkan varietas Ciherang (23,04 ppm) dan Inpari 5 Merawu (23,61 ppm) (Barokah dkk., 2018).

Pengolahan beras Inpari IR Nutri Zinc menjadi produk instan sangat potensial dikembangkan untuk pencegahan *stunting*. Hal ini dikarenakan hampir 70%

penduduk di Indonesia adalah usia produktif (15-30 tahun) dimana pola hidup saat ini menuntut serba cepat dan praktis. Nasi instan biofortifikasi dapat dikonsumsi untuk mempersiapkan kehamilan dengan kecukupan gizi mikro maupun makro yang baik.

Proses penyosohan mempengaruhi karakteristik nasi instan biofortifikasi. Apabila terlalu berlebihan dalam penyosohan atau kurang penyosohan berpengaruh terhadap tampilan dan nilai gizi nasi yang dihasilkan. Derajat sosoh yang tinggi menghasilkan beras yang rendah kandungan air, abu, lemak, dan proteinnya, akan tetapi tidak mempengaruhi kandungan karbohidrat. Karbohidrat terakumulasi dalam endosperm, yaitu bagian terbesar dari butiran beras (Tarigan dan Kusbiantoro, 2011). Hasil penelitian Febriandi dkk. (2017) menyebutkan bahwa derajat sosoh mempengaruhi kandungan amilosa, daya cerna pati, dan serat pangan pada beras. Derajat sosoh juga dapat mempengaruhi kandungan Zn pada beras, semakin tinggi derajat sosohnya maka kandungan Zn semakin rendah (Biswas dkk., 2018). Kelas mutu beras dapat ditentukan berdasarkan derajat sosoh. Beras premium memiliki derajat sosoh 100%, beras medium I memiliki derajat sosoh 95%, dan beras medium II memiliki derajat sosoh 90% (SNI, 2015). Perbedaan kelas mutu beras diduga berpengaruh terhadap karakteristik nasi instan biofortifikasi yang dihasilkan.

Pencucian merupakan proses yang sangat penting untuk dioptimasi. Pencucian secara berlebihan dapat menyebabkan kehilangan vitamin B pada beras putih dan beras merah (Rasyid dkk., 2014). Hasil penelitian Kale dkk. (2015) menyatakan bahwa proses pencucian mempengaruhi karakteristik kimia, pati, dan indeks glikemik pada beras Basmati. Penelitian lain menyebutkan bahwa nasi yang dimasak tanpa tahap pencucian mengandung Zn 14,57 ppm, sedangkan nasi yang dimasak dengan tahap pencucian mengandung Zn 12,21 ppm (Azam dkk., 2021). Proses pencucian pada produksi nasi instan bertujuan untuk menghilangkan residu natrium sitrat pada beras (Sasmitaloka dkk., 2020), sehingga perlu ditentukan jumlah pencucian yang optimum untuk menghilangkan residu natrium sitrat dengan penurunan kandungan Zn dan nutrisi yang minimum. Beberapa penelitian telah mengkaji proses produksi nasi instan, tetapi belum ada penelitian yang

mengkaji pengaruh derajat sosoh dan jumlah pencucian pada proses produksi nasi instan biofortifikasi terhadap karakteristik produk yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh derajat sosoh dan jumlah pencucian terhadap karakteristik nasi instan biofortifikasi yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan baku penelitian yang digunakan adalah beras varietas Inpari IR Nutri Zinc yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian Padi, Subang. Bahan kimia utama untuk produksi nasi instan adalah natrium sitrat *technical grade* yang berasal dari Toko Setyaguna, Bogor. Bahan kimia penunjang untuk analisis produk antara lain NaOH, asetat, HCl, HNO<sub>3</sub>, *termamyl*, asam dinitrosalsilat, *petroleum benzene*, natrium fosfat, enzim *alpha*-amilase dan enzim pankreatin yang diperoleh dari CV. Khoerutama. Peralatan yang digunakan pada penelitian meliputi mesin penyosoh (*Ichi Polisher Machine* HP 8-10, RPM 700-750), penanak nasi elektronik (Philips HD 3132, Cina), lemari pembeku (GEA AB-506-TX, Cina), oven pengering lorong/*tunnel dryer*, neraca *digital* (HWH Cina) kapasitas 3 kg ketelitian 0,1 g, gelas ukur 50 mL (Iwaki Pyrex), *Atomic Absorption Spectrometry* (Shimadzu), spektrofotometer (Agilent), wadah plastik (*Lion Star*), serta peralatan gelas lainnya untuk analisis kimia.

### Metode

#### Produksi Nasi Instan Biofortifikasi

Gabah Inpari IR Nutri Zinc, digiling untuk menghasilkan beras dengan derajat sosoh 90, 95 dan 100%, sesuai dengan kelas mutu beras (Sunandar dkk., 2021). Penyosohan gabah dilakukan di Laboratorium BB Pascapanen, Karawang. Proses produksi nasi instan biofortifikasi menggunakan metode (Sasmitaloka dkk., 2019) dan (Sasmitaloka dkk., 2020) yang telah dimodifikasi pada proses pencuciannya. Beras Inpari IR Nutri Zinc dengan derajat sosoh 90 ( $x_1$ ), 95 ( $x_2$ ) dan 100% ( $x_3$ ) direndam dalam larutan natrium sitrat 5%, perbandingan beras: larutan natrium sitrat sebesar 1:2 (b/v) dan didiamkan selama 2 jam. Selanjutnya dicuci dengan air mengalir sebanyak 2 kali ( $y_1$ ), 3 kali ( $y_2$ ) dan 4 kali ( $y_3$ ) untuk menghilangkan residu natrium sitrat pada beras (Sasmitaloka dkk., 2020) dan dimasak menggunakan *rice cooker* sampai matang. Nasi matang diangin-anginkan hingga dingin pada suhu ruang dan dibekukan di dalam *freezer* dengan suhu -4°C. Nasi yang telah beku *dithawing* dan dikeringkan di dalam pengering

lorong dan dikemas. Nasi instan dapat dikonsumsi jika sudah direhidrasi, yaitu diseduh menggunakan air panas suhu 100°C dengan perbandingan nasi instan : jumlah air mendidih sebanyak 1:4. Nasi yang diseduh selanjutnya ditutup dan didiamkan selama kurang lebih 5 menit.

#### Karakterisasi Produk Nasi Instan Biofortifikasi

Karakterisasi produk nasi instan biofortifikasi terdiri dari karakterisasi mutu fisik, kimia, dan fungsional. Mutu fisik meliputi densitas kamba (Prasert dan Suwannaporn, 2009), waktu rehidrasi (Yu dkk., 2011), dan daya serap air (Butt dkk., 2008). Mutu kimia meliputi kandungan amilosa (Mir dkk., 2013), Zn (Tyagi dkk., 2020), dan Fe (Tyagi dkk., 2020). Karakterisasi sifat fungsional meliputi daya cerna pati (Mir dkk., 2013) dan kadar serat pangan (AOAC, 2006).

#### Waktu rehidrasi (Yu dkk., 2011)

Sampel sebanyak 50 gram diseduh dengan air panas suhu 100°C dengan perbandingan air dan nasi instan sebanyak 4:1. Waktu rehidrasi dihitung waktunya pada saat butiran nasi telah terehidrasi sempurna, yang ditandai dengan tidak adanya spot putih di tangan butiran nasi. Waktu rehidrasi merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyerap air sehingga diperoleh tekstur yang homogen.

#### Densitas kamba (Prasert dan Suwannaporn, 2009)

Densitas Kamba diukur menggunakan gelas ukur 50 mL. Gelas ukur kosong ditimbang dan dicatat beratnya. Sampel nasi instan dimasukkan dalam gelas ukur sampai tanda tera, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Densitas kamba dihitung berdasarkan pada perbandingan antara berat sampel nasi instan dengan volume gelas ukur (50 mL).

#### Daya serap air (Butt dkk., 2008)

Nasi instan biofortifikasi sebanyak 50 gram direndam dalam air panas sesuai dengan perbandingan jumlah air dan waktu rehidrasinya. Persentase daya serap air ditentukan berdasarkan jumlah air yang diserap dibandingkan dengan jumlah air awal.

#### Kadar amilosa (Mir dkk., 2013)

Sejumlah 100 mg nasi instan biofortifikasi kering yang sudah dihilangkan lemaknya, dimasukkan dalam labu takar 100 mL, ditambahkan 1 mL etanol dan 9 mL NaOH 1 N, ditepatkan sampai tanda tera dengan akuades, serta didiamkan selama 24 jam. Sebanyak 5 mL larutan dipipet dan dimasukkan dalam labu takar 100 mL. Selanjutnya ditambah 1 mL asetat 1 N dan 2

mL larutan iod, serta ditambah akuades sampai tanda tera. Larutan dikocok, didiamkan selama 20 menit dan diukur intensitas warna yang terbentuk dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 620 nm.

### Kadar Zn dan Fe (Tyagi dkk., 2020)

Analisis kadar Zn dan Fe dilakukan menggunakan metode destruksi. Sebanyak 2 g sampel dioven pada suhu 105 °C selama 2 jam kemudian diabukan dalam tanur suhu 550 °C selama 6 jam. Abu sampel didestruksi di atas penangas dengan penambahan 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan dipekatkan menjadi 1-2 mL. Sampel didestruksi dan dipekatkan kembali dengan penambahan 5 ml HCl 6 N. Larutan pekat diencerkan dalam labu takar 50 mL dan dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometry* (Shimadzu).

### Daya cerna pati (Mir dkk., 2013)

Pengukuran daya cerna pati pada nasi instan menggunakan metode enzimatik dan dihitung sebagai persentase pati murni (*soluble starch*). Pati dihidrolisis dengan enzim  $\alpha$ -amilase. Kadar maltose diukur dengan spektrofotometer setelah direaksikan dengan asam dinitrosalsilat.

### Kadar serat pangan (AOAC, 2006)

Sampel nasi instan kering yang homogen diekstrak lemaknya dengan pelarut *petroleum benzene* selama 15 menit pada suhu kamar. Sampel sebanyak 1 g dimasukkan dalam labu Erlenmeyer dan dibuat *suspense* dengan ditambahkan 25 mL *bufer* Natrium Fosfat, kemudian ditambah 100  $\mu$ L *termamyl*. Larutan suspensi sampel ditutup dan diinkubasi pada suhu 100 °C selama 15 menit, sambil sesekali diaduk. Larutan suspensi didinginkan, ditambah 20 mL air destilata, diatur pH-nya menjadi 1,5 dengan penambahan HCl 4 M, kemudian ditambahkan 100 mg pepsin. Erlenmeyer ditutup dan diinkubasikan pada suhu 40 °C dan diagitasi selama 60 menit. Larutan ditambah dengan 20 mL air destilata dan pH diatur menjadi 6,8 dengan penambahan NaOH. Kemudian ditambah 100 mL enzim pankreatin, ditutup dan diinkubasi pada suhu 40 °C selama 60 menit sambil diagitasi. pH diatur dengan HCl menjadi 4,5, disaring melalui *crucible* kering yang telah ditimbang beratnya (porositas 2) yang mengandung 0,5 g *celite* kering (berat tepat diketahui) dan dicuci dengan 2 x 10 mL air destilata.

### Analisa Statistik

Penelitian didesain dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua perlakuan, yaitu derajat sosoh ( $x_1$ :90,  $x_2$ :95 dan  $x_3$ :100%) dan jumlah pencucian ( $y_1$ :2,  $y_2$ :3, dan  $y_3$ :4 kali). Setiap

perlakuan diulang dua kali. Data diolah dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan uji lanjut Duncan dengan taraf nyata 5% ( $\alpha = 0,05\%$ ) menggunakan paket program SAS versi 9 *Statistic Software*.

### Pemilihan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik dipilih menggunakan metode peringkat/perangkingan. Beberapa kriteria terpenting dalam penentuan kualitas produk nasi instan biofortifikasi yaitu waktu rehidrasi, daya serap air, kadar Zn, dan kadar Fe.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Produk

#### Waktu rehidrasi

Waktu rehidrasi merupakan waktu yang digunakan untuk menyerap air sampai diperoleh tekstur homogen (Yu dkk., 2011). Nasi instan biofortifikasi memiliki waktu rehidrasi 3,98-4,32 menit, sesuai dengan waktu rehidrasi yang dipersyaratkan pada produk instan. Menurut Rewthong dkk. (2011), syarat waktu rehidrasi untuk produk instan adalah maksimal 5 menit. Kecepatan waktu rehidrasi nasi instan dipengaruhi oleh porositas. Penyerapan air (rehidrasi) dapat dipermudah dan dipercepat waktunya dengan terbukanya pori-pori dan terbentuknya rongga.

Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi ( $p < 0,05$ ), sedangkan jumlah pencucian tidak berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi ( $p > 0,05$ ). Derajat sosoh yang rendah menghasilkan nasi instan dengan waktu rehidrasi lebih cepat. Kadar amilosa dalam beras berpengaruh terhadap waktu rehidrasi nasi instan biofortifikasi. Beras berkadar amilosa tinggi memiliki waktu rehidrasi lebih lama dibanding beras berkadar

Tabel 1. Waktu rehidrasi nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Waktu rehidrasi (menit)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	3,98 <sup>a(B)</sup>	4,21 <sup>a(A)</sup>	4,28 <sup>a(A)</sup>	4,16 <sup>a</sup>
3	4,18 <sup>a(A)</sup>	4,29 <sup>a(A)</sup>	4,32 <sup>a(A)</sup>	4,26 <sup>a</sup>
4	4,02 <sup>a(B)</sup>	4,28 <sup>a(A)</sup>	4,30 <sup>a(A)</sup>	4,20 <sup>a</sup>
Rata-rata	4,06 <sup>B</sup>	4,26 <sup>AB</sup>	4,29 <sup>A</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

amilosa rendah (Widowati dkk., 2020). Hasil penelitian Tarigan dan Kusbiantoro (2011) menyatakan bahwa tingkat penyosohan berkorelasi positif terhadap kadar amilosa pada beras, dimana derajat sosoh tinggi dapat meningkatkan kadar amilosanya. Hal ini disebabkan oleh selaput aleuron yang mengandung lemak dan protein hilang ketika disosoh sehingga amilosa yang terkonsentrasi di endosperm dapat meningkat. Beras dengan derajat sosoh rendah lebih sedikit mengandung amilosa dengan ikatan hidrogen yang kuat, sehingga pada saat proses gelatinisasi dan retrogradasi menghasilkan struktur granula pati yang lebih *porous* dengan waktu rehidrasi yang lebih cepat.

Waktu rehidrasi pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian lain. Waktu rehidrasi nasi instan yang dihasilkan pada penelitian Widowati dkk. (2020) sebesar 4,28-4,37 menit, Sasmitaloka dkk. (2019) sebesar 4,07-4,97 menit, Sasmitaloka dkk. (2020) sebesar 3,22-4,90 menit, dan Banurea dkk. (2020) sebesar 3,31-4,10 menit.

### Densitas Kamba

Densitas kamba mengindikasikan rongga kosong yang terdapat di antara partikel bahan. Bahan pangan dinyatakan kamba jika densitas kambanya kecil, artinya jumlah rongga kosong di antara partikel bahan banyak sehingga bahan semakin *porous* (berpori) (Picauly dan Tetelepta, 2015). Oleh sebab itu, produk nasi instan diharapkan memiliki densitas kamba rendah. Nasi instan biofortifikasi dengan densitas kamba rendah menunjukkan bahwa produk berstruktur *porous* (berpori) yang dapat mempermudah rehidrasinya.

Hasil penelitian Banurea dkk. (2020) menyatakan bahwa densitas kamba berkorelasi searah dengan waktu rehidrasinya. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, dimana nasi instan dengan waktu rehidrasi yang singkat (Tabel 1) cenderung memiliki densitas kamba yang kecil (Tabel 2). Struktur berpori pada nasi instan dapat memudahkan proses penyerapan air kembali (rehidrasi) sehingga waktu rehidrasi lebih singkat.

Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh, jumlah pencucian dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian berpengaruh nyata pada densitas kamba ( $p < 0,05$ ). Semakin tinggi derajat sosoh, maka densitas kamba nasi instan cenderung semakin tinggi (kurang *porous*). Sebaliknya, semakin rendah derajat sosoh, maka densitas kamba nasi instan cenderung semakin rendah (lebih *porous*).

Kadar amilosa berkorelasi positif dengan derajat sosoh. Kadar amilosa yang terkonsentrasi pada endosperm meningkat pada saat lapisan aleuron hilang akibat penyosohan. Beras dengan derajat

sosoh tinggi lebih banyak mengandung amilosa yang terkonsentrasi pada endosperm dibandingkan beras derajat sosoh rendah. Semakin banyak amilosa dengan ikatan hidrogen yang kuat dan sulit dicerna menyebabkan bahan menjadi kurang *porous* pada saat proses instanisasi, sehingga densitas kambanya lebih tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Densitas kamba nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Densitas kamba (g/L)			Rata-rata
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	
2	563,43 <sup>a(B)</sup>	603,53 <sup>b(AB)</sup>	618,77 <sup>a(A)</sup>	595,24 <sup>b</sup>
3	595,13 <sup>a(B)</sup>	661,68 <sup>a(A)</sup>	663,62 <sup>a(A)</sup>	640,14 <sup>a</sup>
4	599,06 <sup>a(A)</sup>	651,78 <sup>a(A)</sup>	662,40 <sup>a(A)</sup>	637,74 <sup>a</sup>
Rata-rata	585,87 <sup>B</sup>	639,00 <sup>A</sup>	648,26 <sup>A</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Pencucian dapat menyebabkan hilangnya lapisan aleuron beras. Semakin banyak jumlah pencucian menyebabkan semakin banyak lapisan aleuron yang hilang dan semakin banyak amilosa yang terkonsentrasi pada endosperm. Apabila jumlah amilosa semakin banyak, maka bahan menjadi kurang *porous* (berongga) dan densitas kamba menjadi tinggi. Pernyataan tersebut dapat dibuktikan dengan data pada Tabel 2. Beras dengan pencucian empat kali memiliki densitas kamba yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras yang dicuci dua kali. Produk nasi instan yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai densitas kamba lebih tinggi dari hasil penelitian Sasmitaloka dkk. (2020) yaitu sebesar 500-560 g/L dan Banurea dkk. (2020) yaitu sebesar 300-370 g/L, tetapi tidak jauh berbeda dengan Widowati dkk. (2020) yaitu sebesar 570-610 g/L. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan varietas dan derajat sosoh beras yang digunakan sebagai bahan baku. Pada penelitian sebelumnya, tidak dicantumkan derajat sosoh beras sebagai bahan baku.

### Daya Serap air

Daya serap air mengindikasikan sejumlah air yang dapat diserap nasi instan saat direhidrasi. Semakin besar nilai daya serap air, maka semakin banyak air yang dapat diserap (Kumalasari dkk., 2015). Proses gelatinisasi pada saat pemasakan menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen antarmolekul pati sehingga air lebih mudah masuk ke dalam granula pati dan meningkatkan daya serap airnya (Yu dkk., 2010).

Nasi instan biofortifikasi memiliki daya serap air 43-55,64% (Tabel 3). Air yang terserap pada saat rehidrasi hanya setengah dari total air yang digunakan. Sisa air yang tidak terserap akan dibuang sebelum nasi instan dikonsumsi. Pada kondisi tersebut, rongga kosong yang terbentuk kurang *porous* dan tidak dapat menyerap air secara keseluruhan. Daya serap air akan optimal pada saat struktur granula pati terbuka dan berongga (*porous*) (Taghinezhad dkk., 2016). Air yang terbuang tersebut diduga mengandung Zn dan beberapa nutrisi yang larut air. Daya serap air yang optimal adalah 100%, dimana pada kondisi tersebut seluruh air yang digunakan untuk rehidrasi terserap semua dalam granula pati dan mengurangi kehilangan Zn serta nutrisi larut air.

Tabel 3. Daya serap air nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Daya serap air (%)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	47,63 <sup>a(A)</sup>	46,27 <sup>a(A)</sup>	55,64 <sup>a(A)</sup>	49,85 <sup>a</sup>
3	51,25 <sup>a(A)</sup>	43,79 <sup>a(A)</sup>	50,71 <sup>a(A)</sup>	48,58 <sup>a</sup>
4	48,78 <sup>a(A)</sup>	45,60 <sup>a(A)</sup>	49,79 <sup>a(A)</sup>	48,06 <sup>a</sup>
Rata-rata	49,22 <sup>AB</sup>	45,22 <sup>B</sup>	52,04 <sup>A</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Derajat sosoh mempengaruhi daya serap air pada nasi instan yang dihasilkan. Semakin tinggi tingkat penyosohan, maka semakin tinggi daya serap airnya. Derajat sosoh menghilangkan lapisan aleuron yang mengandung protein dan lemak. Penurunan kandungan protein pada permukaan beras dapat meningkatkan jumlah air yang terserap karena protein yang menyelubungi granula pati berkurang (Syafutri dkk., 2016). Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh berpengaruh nyata pada daya serap air ( $p < 0,05$ ). Jumlah pencucian dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian tidak berpengaruh nyata terhadap daya serap air ( $p > 0,05$ ). Daya serap air pada penelitian ini lebih tinggi dari Sasmitaloka dkk. (2020) yaitu sebesar 40-48% dan Widowati dkk. (2020) yaitu 36-45%. Daya serap air yang tinggi pada nasi instan biofortifikasi dapat mengurangi kehilangan nutrisi dan mineral nasi instan pada saat proses rehidrasi (penyeduhan).

### Kadar amilosa

Kandungan amilosa pada beras mempengaruhi tekstur nasi. Beras dengan kadar amilosa tinggi

mempunyai sifat nasi yang keras/pera dan kering, sedangkan beras dengan kadar amilosa rendah-menengah memiliki sifat nasi yang pulen, tidak terlalu basah maupun kering (Denardin dkk., 2012). Proses instanisasi dapat meningkatkan kadar amilosa. Nasi instan biofortifikasi memiliki kadar amilosa sebesar 19,47-23,36%, lebih tinggi dibandingkan beras yang digunakan sebagai bahan baku yaitu 19,07-21,12%.

Tabel 4. Kadar amilosa nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Kadar amilosa (%)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	21,22 <sup>a(A)</sup>	21,63 <sup>a(A)</sup>	22,22 <sup>a(A)</sup>	21,69 <sup>a</sup>
3	19,47 <sup>a(A)</sup>	21,36 <sup>a(A)</sup>	21,55 <sup>a(A)</sup>	20,79 <sup>a</sup>
4	20,42 <sup>a(A)</sup>	21,10 <sup>a(A)</sup>	23,36 <sup>a(A)</sup>	21,62 <sup>a</sup>
Rata-rata	20,37 <sup>B</sup>	21,36 <sup>AB</sup>	22,37 <sup>A</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Selama proses instanisasi, terjadi penguraian struktur amilopektin beras oleh ion H<sup>+</sup> dari larutan natrium sitrat sehingga ikatan cabang pada amilopektin terurai menjadi struktur amilosa lebih sederhana (Darandakumbura dkk., 2013). Proses pemanasan menyebabkan kerusakan granula pati dan gelatinisasi pati. Proses pendinginan menyebabkan rekristalisasi komponen pati akibat pembentukan ikatan ganda (*double helix*) amilosa serta sineresis pati, dan membentuk struktur pati yang lebih kristalin (Zeng dkk., 2014).

Derajat sosoh mempengaruhi kandungan amilosa. Kadar amilosa mengalami peningkatan pada saat beras disosoh dengan derajat tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan Febriandi dkk. (2017) yang menyebutkan bahwa derajat sosoh mempengaruhi kandungan amilosa. Hal ini disebabkan oleh hilangnya aleuron pada saat penyosohan sehingga terjadi peningkatan kadar amilosa yang terkonsentrasi pada endosperm (Tarigan dan Kusbiantoro, 2011).

Pencucian tidak berpengaruh terhadap kandungan amilosa nasi instan biofortifikasi ( $p > 0,05$ ). Tarigan dan Kusbiantoro (2011) menyebutkan bahwa karbohidrat terakumulasi di dalam endosperm yang merupakan bagian terbesar dari butiran beras. Amilosa sebagai bagian dari karbohidrat terakumulasi di dalam endosperm, sehingga proses pencucian cenderung tidak mengurangi kandungannya pada beras. Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh berpengaruh nyata terhadap kadar amilosa ( $p < 0,05$ ). Jumlah pencucian

dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian tidak mempengaruhi kadar amilosa ( $p > 0,05$ ).

Kadar amilosa pada nasi instan biofortifikasi (19,47-23,56%) lebih tinggi dibandingkan kadar amilosa nasi instan dari beras Sintanur (16-17%) (Sasmitaloka dkk., 2020). Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan kadar amilosa beras yang digunakan sebagai bahan baku. Beras Sintanur mengandung amilosa 15,92% (Sasmitaloka dkk., 2020), sedangkan beras Inpari IR Nutri Zinc mengandung amilosa 16,60% (Windiyani dan Rusdianto, 2020).

### Kadar Zn

Nasi instan yang diolah dengan perlakuan derajat sosoh dan jumlah pencucian mengalami penurunan kadar Zn. Penurunan tersebut disebabkan oleh distribusi Zn yang tidak merata pada butir beras. Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh, jumlah pencucian dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian berpengaruh secara nyata pada kadar Zn ( $p < 0,05$ ).

Derajat sosoh mempengaruhi kadar Zn terhadap nasi instan. Hasil penelitian Taleon dkk. (2020) menyebutkan bahwa nasi yang dimasak dari beras yang telah disosoh memiliki kandungan Zn yang lebih rendah dibandingkan dari beras yang tanpa disosoh. Beras dengan derajat sosoh 95 menghasilkan nasi instan dengan kandungan Zn yang tertinggi, pada berbagai perlakuan pencucian (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa derajat sosoh yang optimum untuk menghasilkan nasi instan dengan kandungan Zn tinggi adalah 95.

Faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar Zn selama proses pengolahan adalah asam fitat (garam mioinositol heksosfat) yang banyak terdapat pada aleuron (Clemens, 2014). Asam fitat merupakan senyawa antigizi yang mengikat dan membatasi penyerapan elemen-elemen mineral, seperti kalsium, Zn, dan Fe (Taleon dkk., 2020). Beras dengan derajat sosoh 90 diduga masih banyak mengandung asam fitat, sehingga menghambat penyerapan kembali Zn pada saat pemasakan. Hal ini diduga mengakibatkan kadar Zn pada nasi instan yang diproduksi dari beras derajat sosoh 95 memiliki kadar Zn yang lebih tinggi dari beras derajat sosoh 90. Hasil penelitian Taleon dkk., (2020) menyatakan bahwa beras pecah kulit setengah matang yang dikukus selama 13 menit mengandung Zn 17,5 ppm, sedangkan yang dikukus selama 16 menit mengandung Zn 17,4 ppm. Beras sosoh setengah matang yang dikukus selama 13 menit mengandung Zn 11,7 ppm, sedangkan yang dikukus 19 menit memiliki kandungan Zn 11,6 ppm.

Tabel 5. Kadar Zn nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Kadar Zn (ppm)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	15,91 <sup>a(B)</sup>	20,11 <sup>a(A)</sup>	13,31 <sup>a(B)</sup>	16,44 <sup>a</sup>
3	15,02 <sup>a(B)</sup>	18,58 <sup>a(A)</sup>	12,20 <sup>b(C)</sup>	15,27 <sup>b</sup>
4	12,33 <sup>b(B)</sup>	18,16 <sup>a(A)</sup>	11,96 <sup>b(B)</sup>	14,15 <sup>c</sup>
Rata-rata	14,42 <sup>B</sup>	18,95 <sup>A</sup>	12,49 <sup>C</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Proses pencucian dapat menyebabkan berkurangnya kandungan nutrisi yang terdapat pada lapisan luar (aleuron) beras yang bersifat mudah larut dalam air (Rasyid dkk., 2014). Konsentrasi Zn tertinggi terdapat pada aleuron (Saenchai dkk., 2012). Semakin banyak jumlah pencucian maka semakin banyak Zn yang akan larut dan terbuang bersama dengan air pencucian (Tabel 5). Nasi instan yang diproses dengan pencucian sebanyak empat kali memiliki kandungan Zn yang paling rendah dibandingkan pencucian dua dan tiga kali. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Azam dkk. (2021) yang menyatakan bahwa nasi yang dimasak tanpa tahap pencucian mengandung Zn 14,57 ppm, sedangkan nasi yang dimasak dengan tahap pencucian mengandung Zn 12,21 ppm. Tingkat penurunan kadar mineral beras dari beras giling menjadi nasi disebabkan oleh adanya mineral yang larut pada saat proses pencucian beras dan hilang pada saat pemanasan (Liyana dkk., 2015).

### Kadar Fe

Fe merupakan salah satu mineral mineral penting yang diperlukan oleh tubuh. Penurunan kadar Fe pada nasi dapat disebabkan oleh proses penyosohan dan pengolahan. Beras derajat sosoh tinggi menghasilkan nasi dengan kadar Fe yang lebih sedikit dibandingkan beras derajat sosoh rendah (Taleon dkk., 2020). Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana nasi instan dari beras derajat sosoh 100 mengandung Fe lebih rendah dibandingkan beras derajat sosoh 90 (Tabel 6). Sama seperti Zn, Fe juga banyak terdapat pada aleuron. Sehingga semakin tinggi derajat sosoh, maka akan semakin banyak Fe yang terbuang pada saat proses penyosohan.

Proses pencucian beras sebelum dimasak dapat mempengaruhi kandungan Fe nasi yang dihasilkan. Nasi yang dimasak melalui proses pencucian lebih sedikit mengandung Fe dibanding nasi yang dimasak tanpa proses pencucian (Azam dkk., 2021). Pada proses pencucian, Fe yang terdapat pada permukaan beras

Tabel 6. Kadar Fe nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Kadar Fe (ppm)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	20,00 <sup>a(A)</sup>	17,39 <sup>a(A)</sup>	16,04 <sup>a(B)</sup>	17,81 <sup>a</sup>
3	18,39 <sup>b(A)</sup>	14,63 <sup>b(B)</sup>	12,14 <sup>b(B)</sup>	15,05 <sup>b</sup>
4	17,52 <sup>b(A)</sup>	14,02 <sup>b(B)</sup>	9,99 <sup>b(B)</sup>	13,84 <sup>b</sup>
Rata-rata	18,64 <sup>A</sup>	15,35 <sup>B</sup>	12,72 <sup>B</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

terlarut dan terbuang dalam air cucian beras. Semakin banyak proses pencucian, maka akan semakin banyak Fe yang hilang. Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh, jumlah pencucian dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian mempengaruhi kadar Fe ( $p < 0,05$ ). Hal ini sejalan penelitian Kusnandar dkk. (2020) yang melaporkan bahwa semakin banyak frekuensi pencucian maka persentase kehilangan zat besi semakin besar. Nasi yang dimasak dengan pencucian dua kali mengandung Fe yang lebih tinggi dibandingkan pencucian tiga kali.

### Daya Cerna Pati

Daya cerna pati nasi instan biofortifikasi disajikan pada Tabel 7. Nilai daya cerna pati menunjukkan kemudahan pati terhidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase menjadi unit sederhana sehingga mudah diserap tubuh (Faridah dkk., 2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna pati adalah cara pengolahan (Septianingrum dkk., 2016), kandungan amilosa (Zhu dkk., (2011); Sasmitaloka dkk., (2020)), dan kandungan protein serta lemak (Alsaffar, 2011) pada bahan pangan. Beras Inpari IR Nutri Zinc memiliki daya cerna pati 62,02-66,12%, sedangkan nasi instan biofortifikasi memiliki daya cerna pati 55,99-60,08% (Tabel 7) pada berbagai derajat sosoh dan jumlah pencucian. Hal ini sejalan dengan Sasmitaloka dkk. (2020) dan Widowati dkk. (2020) yang melaporkan bahwa proses instanisasi dapat menurunkan daya cerna pati nasi instan. Kecenderungan penurunan daya cerna pati pada proses instanisasi ini sebagai dampak adanya tahapan pemanasan, pembekuan dan pemanasan lagi saat pengeringan. Pada proses pemasakan dengan penambahan air, terjadi pemanasan pati dengan air berlebih yang menyebabkan pati tergelatinisasi lebih cepat dan memperbesar ukuran granula pati. Granula pati yang telah mengembang (tergelatinisasi) dapat mempermudah untuk dicerna karena enzim pencerna pati di dalam usus halus mendapatkan permukaan yang lebih luas (Patel dkk., 2014).

Analisa ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh, jumlah pencucian, dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian berpengaruh nyata pada daya cerna pati ( $p < 0,05$ ). Derajat sosoh mempengaruhi jumlah aleuron yang menempel pada beras sehingga kandungan amilosa pada endosperm meningkat (Juliano dan Tuano, 2019). Nasi instan dengan kadar amilosa yang tinggi cenderung memiliki granula pati yang lebih kuat, lebih sulit dicerna dalam usus, dan memiliki daya cerna pati yang relatif rendah. Rhim dkk. (2011) menyatakan bahwa pendinginan dapat menyebabkan retrogradasi, dimana molekul pati berikatan kembali membentuk kristal kompleks. Akibatnya, akan terjadi rekristalisasi sepenuhnya yang bersifat dapat balik pada amilopektin dan sebagian rekristalisasi bersifat tidak dapat balik pada amilosa. Nasi instan biofortifikasi memiliki kadar amilosa 19,47-23,36%. Semakin tinggi derajat sosoh maka kadar amilosanya juga semakin tinggi, sehingga daya cerna pati menjadi semakin rendah. Nasi instan dari beras derajat sosoh 100% memiliki kadar amilosa yang tinggi, yaitu 21,55-23,36%. Tingginya kadar amilosa tersebut menyebabkan nasi instan dari beras derajat sosoh 100% memiliki daya cerna pati yang lebih rendah dibandingkan nasi instan dari beras derajat sosoh 90 dan 95% (Tabel 7).

Sasmitaloka dkk. (2020) melaporkan bahwa nasi instan dengan kadar amilosa 16,43% (rendah) memiliki daya cerna pati 63,99%, lebih tinggi dibandingkan daya cerna pati yang dihasilkan pada penelitian ini ( $< 60\%$ ). Perbedaan tersebut diduga karena perbedaan varietas beras sebagai bahan baku produksi nasi instan dan kandungan amilosa pada nasi instan yang dihasilkan.

Tabel 7. Daya cerna pati nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Daya cerna pati (%)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	58,71 <sup>a(A)</sup>	55,99 <sup>a(B)</sup>	55,33 <sup>b(B)</sup>	56,68 <sup>b</sup>
3	58,55 <sup>a(A)</sup>	57,29 <sup>a(A)</sup>	58,39 <sup>a(A)</sup>	58,08 <sup>a</sup>
4	60,08 <sup>a(A)</sup>	58,37 <sup>a(B)</sup>	56,81 <sup>ab(C)</sup>	58,42 <sup>a</sup>
Rata-rata	59,11 <sup>A</sup>	57,22 <sup>B</sup>	56,84 <sup>B</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Perlakuan pencucian dapat meningkatkan daya cerna pati nasi instan dengan derajat sosoh berbeda. Pencucian beras diduga dapat meningkatkan aksesibilitas enzim secara fisik pada pati, sehingga daya cerna pati berkorelasi positif dengan jumlah pencucian. Kandungan pati tahan cerna berkorelasi positif dengan kadar amilosa. Konsumsi pangan yang mengandung amilosa tinggi dapat

menurunkan glukosa darah dan mengurangi kecepatan pengosongan saluran pencernaan manusia dibanding bahan pangan lainnya yang memiliki kandungan amilosa rendah (Mir dkk., 2013).

### Kadar Serat Pangan Total

Analisis ragam menunjukkan bahwa derajat sosoh dan interaksi antara derajat sosoh dan jumlah pencucian berpengaruh nyata pada kandungan serat pangan total ( $p < 0,05$ ). Srikaeo dan Sopade (2010) dan Zhu dkk. (2011) menyatakan bahwa kadar amilosa berkorelasi positif dengan kadar serat pangan. Lebih lanjut, semakin tinggi derajat sosoh maka kadar amilosa juga semakin tinggi (Tarigan dan Kusbiantoro, 2011). Oleh karena itu, derajat sosoh berkorelasi positif dengan kadar serat pangan. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, dimana nasi instan dari beras derajat sosoh 100% memiliki kadar serat pangan yang tinggi dibandingkan nasi instan dari beras derajat sosoh 90 dan 95%. Amilosa memiliki struktur tidak bercabang, mudah mengkristal, dan ikatan hidrogen yang lebih kuat dibandingkan amilopektin, sehingga lebih sulit untuk dicerna (Bui dkk., 2018). Sebaliknya, nasi instan dengan amilosa rendah memiliki kadar serat pangan yang rendah.

Tabel 8. Kadar serat pangan total nasi instan biofortifikasi

Jumlah pencucian	Kadar serat pangan total (%)			
	DS 90%	DS 95%	DS 100%	Rata-rata
2	6,66 <sup>ab</sup>	6,86 <sup>aA</sup>	6,97 <sup>aA</sup>	6,83 <sup>a</sup>
3	6,64 <sup>ab</sup>	6,87 <sup>aA</sup>	6,91 <sup>aA</sup>	6,81 <sup>a</sup>
4	6,61 <sup>ab</sup>	6,88 <sup>aA</sup>	6,88 <sup>aA</sup>	6,79 <sup>a</sup>
Rata-rata	6,64 <sup>B</sup>	6,87 <sup>A</sup>	6,92 <sup>A</sup>	

Keterangan: angka yang diikuti huruf kapital pada kolom yang sama & huruf kecil pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan 5%; DS = Derajat sosoh

Jumlah pencucian tidak mempengaruhi serat pangan total ( $p > 0,05$ ). Pastell dkk. (2019) menyatakan bahwa serat pangan merupakan polimer karbohidrat yang terdiri dari  $\geq 10$  unit monomer yang tidak dapat dihidrolisis dalam usus halus manusia. Serat pangan sebagai bagian dari karbohidrat terakumulasi di dalam endosperm, sehingga pencucian tidak berpengaruh nyata terhadap serat pangan (Tabel 8).

Keberadaan serat pangan memiliki peran fungsional untuk mengendalikan kadar glukosa darah dan mencegah diabetes, tetapi menghambat penyerapan Zn dan Fe. Kadar serat pangan berkorelasi negatif terhadap kandungan Zn dan Fe. Derajat sosoh

yang tinggi menghasilkan kadar serat pangan tinggi tetapi kadar Zn dan Fe rendah. Pada derajat sosoh 100, dihasilkan nasi instan dengan kadar serat pangan 6,88-6,97%, Zn 11,96-13,31, dan Fe 9,99-16,04%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kiewlicz dan Rybicka (2020) yang menyatakan bahwa serat pangan, asam fitat, dan tannin dapat menghambat penyerapan mineral dalam tubuh. Pada umumnya, makanan yang mengandung serat juga mengandung asam fitat yang membatasi penyerapan mineral (Lonnerdal, 2000).

### Pemilihan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik dipilih berdasarkan beberapa kriteria yaitu waktu rehidrasi rendah, daya serap air tinggi, kadar Zn tinggi, dan kadar Fe tinggi. Analisa statistik menunjukkan kombinasi perlakuan derajat sosoh dan pencucian tidak berpengaruh terhadap daya serap air. Oleh karena itu, parameter daya serap air tidak dimasukkan dalam penentuan peringkat. Berdasarkan metode peringkat, Perlakuan terbaik untuk memproduksi nasi instan biofortifikasi yaitu beras dengan derajat sosoh 95 dan pencucian 2 kali. Nasi instan biofortifikasi memiliki waktu rehidrasi 4,22 menit, daya serap air 46,27%, kadar Zn 22,11 ppm, dan kadar Fe 17,39 ppm.

### KESIMPULAN

Derajat sosoh dan jumlah pencucian pada beras berpengaruh terhadap karakteristik nasi instan biofortifikasi. Perlakuan terbaik untuk memproduksi nasi instan biofortifikasi yaitu beras dengan derajat sosoh 95 dan pencucian 2 kali. Nasi instan biofortifikasi memiliki waktu rehidrasi 4,22 menit, kadar Zn 22,11 ppm, dan kadar Fe 17,39 ppm. Karakteristik nasi instan biofortifikasi yang dihasilkan yaitu densitas kamba 603,53 g/L, daya serap air 46,27%, kadar amilosa 21,63%, daya cerna pati 55,99%, dan kadar serat pangan 6,86%. Implikasinya adalah produk nasi instan biofortifikasi dapat dijadikan sebagai alternatif makanan pokok siap saji dan layak dikonsumsi oleh masyarakat, terutama untuk mencegah *stunting*.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dari berbagai pihak pada kegiatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Alsaffar, A. A. (2011). Effect of food processing on the resistant starch content of cereals and cereal products

- a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(3), 455–462. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02529.x>
- AOAC [Association of Official Analytical Chemist]. (2006). *Official Methods of Analytical of The Association of Official Analytical Chemist*. Washington, DC: AOAC.
- Azam, M. M., Padmavathi, S., Fiyaz, R. A., Waris, A., Ramya, K. T., & Neeraja, C. N. (2021). Effect of different cooking methods on loss of iron and zinc micronutrients in fortified and non-fortified rice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 2886–2894. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.021>
- Banurea, I. R., Sasmitaloka, K. S., Sukasih, E., & Widowati, S. (2020). Karakterisasi Nasi Instan yang Diproduksi dengan Metode Freeze Drying. *Warta IHP*, 37(2), 133–143.
- Barokah, U., Susanto, U., Swamy, M., Djoar, D. W., & Parjanto. (2018). High-zinc rice as a breakthrough for high nutritional rice breeding program. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 129*. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/129/1/012004>
- Biswas, J. C., Haque, M. M., Khan, F. H., Islam, M. R., Dipti, S. S., Akter, M., & Ahmed, H. U. (2018). Zinc fortification : Effect of polishing on parboiled and unparboiled rice. *Current Plant Biology*, 16, 22–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cpb.2018.11.002>
- Budiastutik, I., & Nugraheni, S. A. (2018). Determinants of stunting in Indonesia : A review article. *International Journal of Healthcare Research*, 1(2), 43–49.
- Bui, L. T. T., Coad, R. A., & Stanley, R. A. (2018). Properties of rehydrated freeze dried rice as a function of processing treatments. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 143–150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.039>
- Butt, M. S., Anjum, F. M., Rehman, S., Nadeem, M. T., Sharif, M. K., & Anwer, M. (2008). Selected quality attributes of fine Basmati rice : Effect of storage history and varieties. *International Journal of Food Properties*, 11(3), 698–711. <https://doi.org/10.1080/10942910701622706>
- Clemens, S. (2014). Zn and Fe biofortification : The right chemical environment for human bioavailability. *Plant Science*, 225, 52–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.05.014>
- Darandakumbura, H. D. K., Wijesinghe, D. G. N. G., & Prasantha, B. D. R. (2013). Effect of processing conditions and cooking methods on resistant starch, dietary fiber and glycemic index of rice. *Tropical Agricultural Research*, 24(2), 163–174.
- Denardin, C. C., Bouffleur, N., Reckziegel, P., da Silva, L. P., & Walter, M. (2012). Amylose content in rice (*Oryza sativa*) affects performance, glycemic and lipidic metabolism in rats. *Ciência Rural*, 42(2), 381–387.
- Faridah, D. N., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Sunarti, T. C. (2014). Karakteristik sifat fisikokimia pati garut (*Maranta arundinaceae*). *agriTECH*, 34(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/agritech.9517>
- Febriandi, E., Sjarief, R., & Widowati, S. (2017). Studi sifat fisikokimia dan fungsional padi lokal (Mayang Pandan) pada berbagai tingkat derajat sosoh. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(2), 79–87.
- Juliano, B. O., & Tuano, A. P. P. (2019). Gross structure and composition of the rice grain. *Rice*, 31–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00002-2>
- Kale, S. J., Jha, S. K., Jha, G. K., Sinha, J. P., & Lal, S. B. (2015). Soaking induced changes in chemical composition, glycemic index and starch characteristics of basmati rice. *Rice Science*, 22(5), 227–236. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rsci.2015.09.002>
- Kiewlicz, J., & Rybicka, I. (2020). Minerals and their bioavailability in relation to dietary fiber , phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes. *Food Chemistry*, 305(125452), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125452>
- Kumalasari, R., Setyoningrum, F., & Ekafitri, R. (2015). Karakteristik Fisik dan Sifat Fungsional Beras Jagung Instan Akibat Penambahan Jenis Serat dan Lama Pembekuan. *PANGAN*, 24(1), 37–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.33964/jp.v24i1.41>
- Kusnandar, F., Budi, F. S., Yustikawati, Regiyana, Y., & Budijanto, S. (2020). Pengembangan Butiran Premiks untuk Fortifikasi Zat Besi dalam Beras. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 592–598. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.592>
- Liyanan, Septianingrum, E., & Kusbiantoro, B. (2015). Kandungan unsur mineral seng (Zn), bioavailabilitas dan biofortifikasinya dalam beras. *Jurnal Sungkai*, 3(2), 65–73.
- Lonnerdal, B. (2000). Dietary Factors Influencing Zinc Absorption 1. *The Journal of Nutrition*, 130(5), 1378s–1383s. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/jn/130.5.1378S>
- Mediani, H. S. (2020). Predictors of stunting among children under five year of age in Indonesia : A scoping review. *Global Journal of Health Science*, 12(8), 83–95. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v12n8p83>
- Mir, J. A., Srikaeo, K., & Garcia, J. (2013). Effects of amylose and resistant starch on starch digestibility of rice flours and starches. *International Food Research Journal*, 20(3), 1329–1335.
- Pastell, H., Putkonen, T., & Rita, H. (2019). Dietary fibre in legumes, seeds, vegetables, fruits and mushrooms: comparing traditional and semi-automated filtration

- techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 75, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.09.011>
- Patel, H., Day, R., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2014). A mechanistic approach to studies of the possible digestion of retrograded starch by  $\alpha$ -amylase revealed using a log of slope (LOS) plot. *Carbohydrate Polymers*, 113, 182–188. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.06.089>
- Picauly, P., & Tetelepta, G. (2015). Karakteristik fisik bubur instan tersubstitusi tepung pisang tongka langit. *AGRITEKNO*, 4(2), 41–44.
- Prasert, W., & Suwannaporn, P. (2009). Optimization of instant jasmine rice process and its physicochemical properties. *Journal of Food Engineering*, 95, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.04.008>
- Rasyid, R., Fitria, A. N., & Fadhilah, H. (2014). Pengaruh lama pencucian terhadap kadar vitamin B1 pada beras putih dan beras merah secara spektrofotometer visibel. *Jurnal Farmasi Higea*, 6(2), 157–161.
- Rewthong, O., Soponronnarit, S., Taechapairoj, C., Tungtrakul, P., & Prachayawarakorn, S. (2011). Effects of cooking, drying and pretreatment methods on texture and starch digestibility of instant rice. *Journal of Food Engineering*, 103, 258–264. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.10.022>
- Rhim, J., Koh, S., & Kim, J. (2011). Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge. *Journal of Food Engineering*, 104, 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.08.010>
- Saenchai, C., Prom-u-thai, C., Jamjod, S., Dell, B., & Rerkasem, B. (2012). Genotypic variation in milling depression of iron and zinc concentration in rice grain. *Plant Soil*, 361, 271–278. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1228-1>
- Sasmitaloka, K. S., Widowati, S., & Sukasih, E. (2019). Effect of freezing temperature and duration on physicochemical characteristics of instant rice. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 309 (p. 12043). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012043>
- Sasmitaloka, K. S., Widowati, S., & Sukasih, E. (2020). Karakterisasi sifat fisikokimia, sensori, dan fungsional nasi instan dari beras amilosa rendah. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(1), 1–14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v17n1.2020.1-14>
- Septianingrum, E., Liyanan, & Kusbiantoro, B. (2016). Review indeks glikemik beras: Faktor-faktor yang mempengaruhi dan keterkaitannya terhadap kesehatan tubuh. *Jurnal Kesehatan*, 1(1), 1–9.
- SNI. (2015). Beras. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Srikaeo, K., & Sopade, P. A. (2010). Functional properties and starch digestibility of instant Jasmine rice porridges. *Carbohydrate Polymers*, 82, 952–957. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.06.024>
- Sunandar, N., Ramdhani, M., Sirnawati, E., Rohaeni, W. R., & Susanto, U. (2021). Production of extension seed through local stakeholders' contribution : A case study of superior rice variety (SRV) Inpari IR Nutri Zinc. *Advances in Biological Sciences Research*, 13, 433–437.
- Syafutri, M. I., Pratama, F., Syaiful, F., & Faizal, A. (2016). Effects of varieties and cooking methods on physical and chemical characteristics of cooked rice. *Rice Science*, 23(5), 282–286. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rsci.2016.08.006>
- Taghinezhad, E., Khoshtaghaza, M. H., Minaei, S., Suzuki, T., & Brenner, T. (2016). Relationship between degree of starch gelatinization and quality attributes of parboiled rice during steaming. *Rice Science*, 23(6), 339–344. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rsci.2016.06.007>
- Taleon, V., Gallego, S., Orozco, J. C., & Grenier, C. (2020). Retention of Zn, Fe and phytic acid in parboiled biofortified and non-biofortified rice. *Food Chemistry: X*, 8, 100105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2020.100105>
- Tarigan, E. B., & Kusbiantoro, B. (2011). Pengaruh derajat sosok dan pengemas terhadap mutu beras aromatik selama penyimpanan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30(1), 30–37.
- Tyagi, N., Raghuvanshi, R., Upadhyay, M. K., Srivastava, A. K., Suprasanna, P., & Srivastava, S. (2020). Analysis Elemental (As, Zn, Fe and Cu) analysis and health risk assessment of rice grains and rice based food products collected from markets from different cities of Gangetic basin, India. *Journal of Food Composition and Analysis*, 93, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103612>
- Velu, G., Ortiz-Monasterio, I., Cakmak, I., Hao, Y., & Singh, R. P. (2013). Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. *Journal of Cereal Science*, 59(3), 365–372. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.09.001>.This
- Widowati, S., Sasmitaloka, K. S., & Banurea, I. R. (2020). Karakteristik fisikokimia dan fungsional nasi instan. *PANGAN*, 29(2), 87–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.459>
- Windiyan, H., & Rusdianto, S. W. (2020). Keragaman varietas unggul baru padi fungsional mendukung ketahanan pangan dalam menghadapi pandemi COVID-19. In S. Herlinda (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan*

- Suboptimal ke-8 Tahun 2020* (pp. 449–456). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Yadika, A. D. N., Berawi, K. N., & Nasution, S. H. (2019). Pengaruh stunting terhadap perkembangan kognitif dan prestasi belajar. *Majority*, 8(2), 273–282.
- Yu, K. C., Chen, C. C., & Wu, P. C. (2011). Research on application and rehydration rate of vacuum freeze drying of rice. *Journal of Applied Sciences*, 11(3), 535–541. <https://doi.org/10.3923/jas.2011.535.541> Record
- Yu, S., Ma, Y., Liu, T., Menager, L., & Sun, D. (2010). Impact of cooling rates on the staling behavior of cooked rice during storage. *Journal of Food Engineering*, 96(3), 416–420. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.019>
- Zeng, F., Ma, F., Gao, Q., Yu, S., Kong, F., & Zhu, S. (2014). Debranching and temperature-cycled crystallization of waxy rice starch and their digestibility. *Carbohydrate Polymers*, 113, 91–96. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.06.057>
- Zhu, L., Liu, Q., Wilson, J. D., Gu, M., & Shi, Y. (2011). Digestibility and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flours and starches differing in amylose content. *Carbohydrate Polymer*, 86(4), 1751–1759. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.07.017>