

# Ulasan Ilmiah: Peluang Pengembangan Beras Analog Fortifikasi dari Berbagai Bahan Baku Lokal dalam Mengurangi Defisiensi Mikronutrien

## *Scientific Review: Opportunity for Fortified Analog Rice Development from Various Local Food to Combat Micronutrient Deficiency*

**Rista Fitria Anggraini, Slamet Budijanto, dan Azis Boing Sitanggang**

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University  
Kampus IPB Dramaga, Jl. Lingkar Akademik, Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680  
E-mail: slametbu@apps.ipb.ac.id

Diterima: 9 Maret 2022

Revisi: 18 April 2022

Disetujui: 19 April 2022

### ABSTRAK

Pola konsumsi pangan pokok masyarakat menjadi salah satu penyebab defisiensi mikronutrien di mana proporsi konsumsi nasi mencapai 51–60 persen, sedangkan beras sosoh hanya mengandung 1 mg Fe dan 0,63 mg Zn/100 gram. Salah satu upaya penanggulangan defisiensi mikronutrien adalah dengan pengembangan beras analog. Proses produksi dan pemilihan bahan baku memengaruhi sifat fisikokimia produk beras analog. Proses produksi menggunakan ekstrusi panas dengan suhu barel antara 70–90°C paling banyak digunakan. Pembuatan beras analog dari berbagai bahan lokal menghasilkan nilai karbohidrat 46,45–91,54 persen, protein 0,61–18 persen, lemak 0,66–7,57 persen, nilai L 48,9–75,35 dengan metode pengeringan oven suhu 60–70°C selama 3–5 jam. Kandungan Fe dan Zn relatif stabil terhadap pengeringan sampai 20 minggu penyimpanan. Retensi asam folat berkisar 95 persen dan 75 persen selama penyimpanan 3 dan 9 bulan berturut-turut. Kerusakan vitamin A sebagian besar terjadi karena adanya cahaya pada proses penyimpanan (28,5–40 persen). Bahan lokal yang sering digunakan dalam pembuatan beras analog adalah tepung mocaf, tepung jagung, sagu, sorgum, tepung kedelai. Fortifikan Fe-pirofosfat dan antioksidan sejauh ini menjadi fortifikan yang disarankan dalam beras analog fortifikasi. Beras analog fortifikasi dari berbagai bahan baku lokal memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan di masyarakat dalam mengurangi defisiensi mikronutrien.

kata kunci: beras analog, fortifikasi, defisiensi mikronutrien, sifat fisikokimia

### ABSTRACT

The consumption pattern of rice up to 51–60 percent is one of the causes of micronutrient deficiency, whereas polished rice only contains 1 mg Fe and 0.63 mg Zn/100 grams. Fortified analog rice is an innovation to reduce micronutrient deficiency. The production process and the selection of raw materials affect the physicochemical properties of analog rice products. The most widely used method was hot extrusion with barrel temperatures between 70–90°C. The manufacture of analog rice produced a carbohydrate of 46.45–91.54 percent, protein 0.61–18 percent, fat 0.66–7.57 percent, and L value of 48.9–75.35 by using the oven at 60–70°C for 3–5 hours. The content of Fe and Zn were relatively stable against drying up to 20 weeks of storage. Folic acid retention ranged from 95 percent and 75 percent during 3 and 9 months of storage, respectively. Most of the vitamin A loss occurred due to light in the storage process (28.5–40 percent). Local ingredients often used in the manufacture were mocaf flour, cornflour, sago, sorghum, and soybean flour. Fe-pyrophosphate and antioxidants had been the recommended fortificant in fortified analog rice. Fortified analog rice from various local raw materials has an excellent opportunity to be developed in the community to combat micronutrient deficiency.

keywords: analog rice, fortification, micronutrient deficiency, physicochemical characteristic

## I. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini masih terus berupaya dalam mengatasi tiga masalah gizi utama yaitu gizi kurang berdampingan dengan kelebihan gizi (*overnutrition*) dan defisiensi mikronutrien

(Arif, dkk., 2020). Situasi ini diperparah dengan adanya pandemi COVID-19 di mana secara global WHO mencatat terjadi kenaikan prevalensi malnutrisi sebesar 1,5 persen atau sekitar 118 juta penderita malnutrisi baru selama

tahun 2019–2020 (FAO, dkk., 2021). Defisiensi mikronutrien terbesar di Indonesia adalah defisiensi zat besi dan vitamin D di mana anak-anak dan ibu hamil menjadi kelompok yang paling rentan. Penelitian menunjukkan di tahun 2013, 60 persen anak di bawah 2 tahun dan 16,6 persen anak usia 2–5 tahun mengalami anemia (Ernawati, persen 2021), sedangkan prevalensi defisiensi zat besi pada ibu hamil di tahun 2014 mencapai 50,5 persen (Anggraini, dkk., 2018).

Pola konsumsi masyarakat yang mengandalkan nasi putih sebagai makanan pokok dengan proporsi yang besar dibandingkan dengan bahan lain menjadi penyebab masih tingginya defisiensi mikronutrien di Indonesia. Penelitian menunjukkan asupan Fe dan Zn paling banyak didapatkan masyarakat dari nasi putih karena konsumsinya yang besar. Meski demikian, nasi putih bukanlah sumber mikronutrien yang baik, sehingga secara total konsumsi kedua mikronutrien ini masih dibawah standar AKG (Radix, dkk., 2012).

Melihat permasalahan tersebut, program fortifikasi sekaligus diversifikasi pangan menjadi suatu hal yang penting untuk dilakukan. Fortifikasi merupakan penambahan mikronutrien tertentu ke dalam bahan pangan pada suatu populasi yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan gizi di lokasi tersebut (Allen, dkk., 2006). Fortifikasi dan diversifikasi pangan memiliki peluang untuk meningkatkan kualitas konsumsi masyarakat Indonesia yang bergizi dan beragam serta menurunkan ketergantungan masyarakat terhadap beras padi. Berkaitan dengan hal ini, salah satu produk yang berpeluang untuk dimanfaatkan adalah beras analog fortifikasi. Beras analog dapat dibuat dari berbagai sumber karbohidrat lokal yang ada di Indonesia dan dibentuk menyerupai beras dengan proses ekstrusi. Fortifikasi dengan metode ekstrusi memiliki keunggulan mampu menjaga kandungan mikronutrien dibandingkan metode lain seperti *coating* atau *dusting* (Wieringa, dkk., 2014) apalagi dengan kebiasaan masyarakat Indonesia yang sering mencuci beras sebelum dimasak.

Fortifikasi beras analog berpeluang meningkatkan *value* produk sehingga diharapkan terjadi peningkatan penerimaan di masyarakat. Proses ekstrusi dan pengeringan serta komposisi

bahan baku merupakan parameter penting yang menentukan karakteristik fisikokimia beras analog fortifikasi. Perubahan kekerasan, volume, porositas, warna, serta kerusakan mikronutrien dapat disebabkan oleh interaksi antara bahan baku, suhu, kadar air, dan kecepatan ulir ekstrusi, serta suhu pengeringan. Pemilihan bahan dan metode produksi yang tepat menjadi hal penting untuk mendapatkan beras analog fortifikasi yang bagus secara fisik, memiliki retensi nutrien yang baik, serta dapat diterima dari segi organoleptik. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan membahas kondisi defisiensi mikronutrien dan pola konsumsi pangan masyarakat Indonesia serta pengaruh proses produksi dan pemilihan bahan baku terhadap karakteristik fisik dan kimia beras analog.

## II. DEFISIENSI MIKRONUTRIEN DAN PROFIL POLA KONSUMSI PANGAN INDONESIA

Status gizi balita Indonesia mengalami kenaikan selama kurun waktu 2013–2018 di mana terjadi penurunan prevalensi 6,4 persen pada *stunting*, serta 1,9 persen pada berat badan kurang dan *wasting* (Arif, dkk., 2020). Meski demikian, prevalensi malnutrisi saat ini masih cukup tinggi dan perlu usaha terus menerus untuk menurunkannya. Salah satu penyebab *stunting* adalah anemia pada anak usia 6–59 bulan (Ernawati, dkk., 2021).

Tabel 1 menunjukkan prevalensi defisiensi mikronutrien menurut usia, jenis kelamin, dan wilayah yang dilakukan pada tahun 2013. Defisiensi vitamin A sudah cenderung rendah dan dapat dikontrol karena keberhasilan pemberian vitamin A setiap dua kali setahun yang telah menjangkau 69 persen balita Indonesia. Meski demikian, anemia, defisiensi Fe dan vitamin D masih cukup tinggi di segala kelompok umur dan wilayah (Sandjaja, dkk., 2013).

Pola pangan masyarakat menjadi satu hal yang penting dikaji berkaitan dengan defisiensi mikronutrien. Dari Tabel 2, terlihat nasi putih mendominasi pola makan masyarakat di semua kelompok umur. Dari segi kalori, beras merupakan sumber energi yang baik (336 kcal/100 gram), akan tetapi bukanlah sumber mikronutrien yang baik. Setiap 100 gram beras hanya mengandung 1 mg zat besi, dan 0,63 mg zat seng (Radix, dkk., 2012).

**Tabel 1.** Prevalensi Defisiensi Mikronutrien Menurut Daerah dan Jenis Kelamin

Variabel	Perkotaan			Pedesaan		
	Laki – laki	Perempuan	Rata-rata	Laki – laki	Perempuan	Rata-rata
0,5–1,9 th						
Anemia	54,4	52,9	53,7	58,1	56,7	57,4
5–4,9 th						
Anemia	10,3	11,4	10,8	16,9	16,2	16,6
Defisiensi Fe	10,1	10,5	10,3	14,0	16,8	15,3
Defisiensi vit.A	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,5
Defisiensi vit.D	58,3	14,4	34,9	27,2	77,5	42,8
5–12 th						
Anemia	11,8	14,0	12,9	11,3	12,0	11,7
Defisiensi Fe	2,4	1,4	1,9	5,4	5,2	5,3
Defisiensi vit.A	1,0	0,0	0,6	0,5	1,8	1,1
Defisiensi vit.D	35,2	58,9	46,6	34,5	61,4	45,1
Total						
Anemia	16,7	18,3	17,6	18,2	18,8	18,5
Defisiensi Fe	4,7	4,4	4,6	8,5	9,2	8,8
Defisiensi vit.A	0,7	0,0	0,4	1,4	1,2	1,3
Defisiensi vit.D	41,7	44,4	43,0	31,4	66,9	44,2

Badan Ketahanan Pangan mencatat konsumsi beras hanya sedikit menurun pada kelompok berpendapatan tinggi, namun secara total malah naik di tahun 2018 yaitu 97,1 kg/kapita/tahun dibandingkan tahun 2013 (96,3 kg/kapita/tahun) (Arifin, dkk., 2018). Asupan beras dan sereal lain menyumbang lebih dari 65,7 persen total asupan kalori penduduk Indonesia, lebih tinggi daripada standar Pola Pangan Harapan (PPH) yaitu 50 persen (Arif, dkk., 2020).

memasukkan fortifikan ke dalam bahan pangan yang umum dikonsumsi (gula, garam, minyak, dll). Fortifikasi target diberikan kepada kelompok target tertentu misalnya balita, ibu hamil, dan lain-lain, sedangkan fortifikasi permintaan pasar bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah produk tertentu di pasaran sehingga memiliki spesifikasi gizi yang unggul dan diharapkan dapat meningkatkan penjualan (Nagar, dkk.,

**Tabel 2.** Pola Konsumsi Rata-Rata Masyarakat Indonesia

Kelompok pangan	Anak-anak (g/hari)	Remaja (g/hari)	Dewasa (g/hari)
Nasi	224 ± 5,2	300 ± 11,5	450 ± 40,8
Sayur dan biji	41,7 ± 5,6	42,8 ± 9,4	42,8 ± 9,4
Ayam, daging	37,62 ± 7,8	66,67 ± 5,7	66,67 ± 5,7
Ikan	22,2 ± 3,9	42,2 ± 3,9	42,2 ± 3,9
Telur	59,5 ± 6,2	59,5 ± 6,2	59,5 ± 6,2
Buah	38,4 ± 4,4	76,9 ± 8,8	76,9 ± 8,8

Sumber : Radix, dkk. 2012

Fortifikasi dianggap sebagai cara termudah untuk mencapai standar pemenuhan zat gizi tertentu pada masyarakat luas dan cocok untuk tujuan jangka panjang serta dapat memberikan dampak pada kelompok masyarakat tertentu (Allen, dkk., 2006; Nagar, dkk., 2018). Berdasarkan tujuannya, WHO membagi fortifikasi menjadi tiga jenis, yaitu fortifikasi masal, fortifikasi target, dan fortifikasi permintaan pasar. Fortifikasi masal diberikan kepada masyarakat secara luas dengan

2018). Selain mencegah defisiensi mikronutrien, fortifikasi juga berfungsi untuk mengurangi biaya transportasi pada pengiriman pangan yang mudah rusak ke daerah terpencil dan rawan, memiliki keunggulan dalam menjaga kecukupan gizi secara efektif dan efisien, menjangkau populasi masyarakat secara luas, tidak menyebabkan perubahan pola konsumsi masyarakat, dan tidak membutuhkan biaya yang besar dibandingkan strategi lain (Allen,

dkk., 2006).

### III. PELUANG PENGEMBANGAN BERAS ANALOG FORTIFIKASI

Beras analog merupakan salah satu produk diversifikasi pangan yang memanfaatkan berbagai sumber karbohidrat non beras untuk diolah dan dibentuk menyerupai beras menggunakan teknologi ekstruder (Yuwono dan Zulfiah, 2015). Produksi beras analog ini berpeluang untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap konsumsi beras padi dengan memanfaatkan bahan pangan lokal lain yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Bentuk yang menyerupai beras disesuaikan dengan persepsi masyarakat yang beranggapan bahwa makan harus dengan nasi. Di samping itu, proses pemasakan dan waktu pemasakan beras analog sama dengan nasi sehingga masyarakat tidak sulit untuk mengaplikasikannya. Tabel 3 menunjukkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang pengembangan beras analog dari berbagai bahan baku.

Produksi dan komersialisasi beras analog saat ini terus dilakukan, meski demikian hal ini

masih menemui beberapa tantangan. Tantangan terbesar adalah bagaimana meningkatkan branding beras analog di masyarakat serta meningkatkan daya terimanya. Oleh karena itu berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan value beras analog. Beras analog tidak boleh hanya menyerupai beras sosoh dari segi fisik dan kenampakan, melainkan harus memiliki keunggulan gizi maupun sifat fungsional. Beberapa penelitian telah memanfaatkan bahan baku yang rendah indeks glikemik (IG) dan tinggi serat seperti jagung, kedelai, dan bekatul (Budijanto dan Yuliana, 2015). Ada juga beberapa penelitian yang memanfaatkan limbah produksi seperti ampas tahu dan tulang ikan lele untuk meningkatkan kandungan protein dan kalsium beras analog (Nugroho, dkk., 2018; Yuwono dan Zulfiah, 2015).

#### 3.1 Analisis Proses Produksi terhadap Sifat Fisikokimia Beras Analog Terfortifikasi

##### 3.1.1 Proses Ekstrusi

Fortifikasi beras analog dari bahan baku non beras masih sedikit dilakukan. Kebanyakan penelitian masih berfokus pada fortifikasi beras

**Tabel 3.** Penelitian Beras Analog dengan Berbagai Formulasi

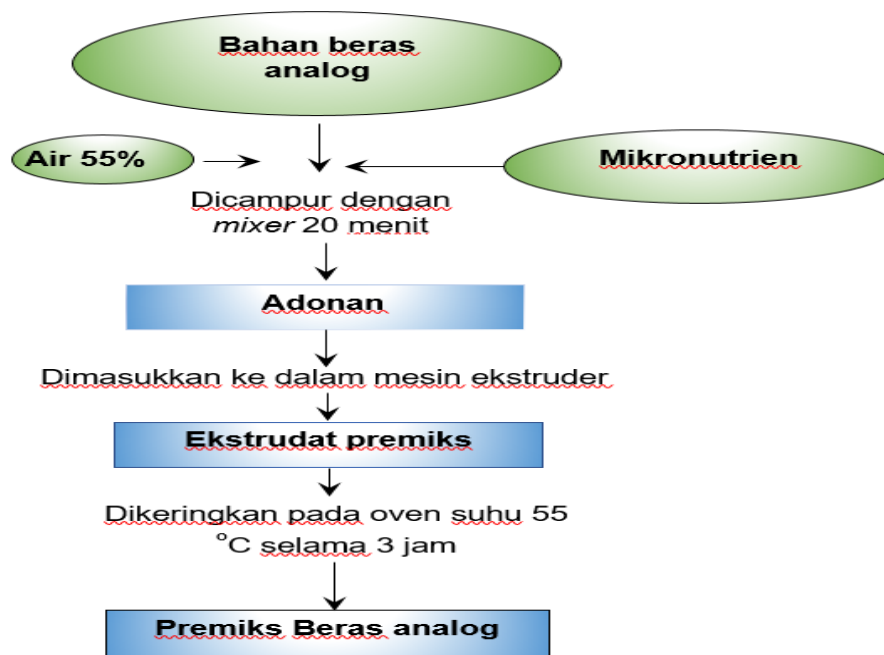
Bahan Baku	Hasil	Referensi
Tepung mocaf, maizena, CMC, tepung ampas tahu	CMC meningkatkan rehidrasi air dan daya ikat air. Karakteristik organoleptik warna 3,05 (agak suka), aroma 2,85 (agak tidak suka), rasa 3,55 (agak suka), tekstur 2,75 (agak tidak suka).	(Yuwono dan Zulfiah, 2015)
Jagung putih, sorgum, tepung kedelai, pati sagu	Beras analog jagung putih memiliki nilai IG 69 sedangkan beras analog dari jagung putih dengan penambahan tepung kedelai 10% memiliki nilai IG 50.	(Noviasari, dkk., 2017)
Jagung, kedelai, pati sagu	Kedelai meningkatkan kadar protein hampir 3 kali lipat, namun menurunkan kepadatan dan kekerasan.	(Anindita, dkk., 2020)
Jagung putih, jagung lokal, sagu	Kandungan serat lebih tinggi dan secara organoleptik tidak berbeda nyata dari beras sosoh	(Noviasari, dkk., 2013)
Ubi kayu, tepung tulang ikan lele, ampas tahu	Perlakuan terbaik secara kimia adalah penambahan tulang ikan lele 5% dan CMC 2%	(Nugroho, dkk., 2018)
Umbi daluga, CMC	Uji organoleptik panelis menunjukkan hasil netral-suka	(Lumba, 2012)



sosoh yang menggunakan teknologi *dusting*, *coating*, dan ekstrusi. Fortifikasi dengan ekstrusi dianggap lebih efektif menjaga retensi mikronutrien selama pengolahan dan pemasakan dibandingkan metode lain dengan biaya yang lebih terjangkau (Muthayya, dkk., 2012). Produksi beras analog terfortifikasi terdiri dari beberapa tahapan proses, yaitu pencampuran bahan baku dengan fortifikan, pembuatan adonan, pemasukan dalam mesin ekstruder, dan pengeringan (Mishra, dkk., 2012). Proses ekstrusi merupakan sistem *High Temperature Short Time* (HTST) yang mampu membunuh mikroorganisme berbahaya dengan tetap menjaga kandungan zat gizi dan bioaktif di dalamnya. Bahan baku akan dimasak pada suhu dan tekanan tinggi di dalam barel kemudian didorong keluar melalui *die* pencetak (Adekola,

mengalami gelatinisasi (Wieringa, dkk., 2014). Ekstrusi panas memberikan pengaruh yang lebih baik pada stabilitas mikronutrien Fe dan Zn, di mana selama penyimpanan 90 hari kehilangan Fe dan Zn berturut turut hanya sebesar 1 dan 2 ppm (Naeem, dkk., 2019). Perbedaan hasil produksi beras analog dengan menggunakan ekstrusi panas, dingin, dan granulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Selain metode ekstrusi, faktor lain seperti suhu barel, kadar air adonan dan kecepatan *screw* juga memengaruhi karakteristik fisik beras analog terfortifikasi (Tabel 5). Proses ekstrusi membuat ikatan hidrogen antar molekul rusak sehingga meningkatkan indeks WAI. Pada beras analog, produk yang diinginkan memiliki ekspansi rendah, WAI tinggi, dan WSI rendah



**Gambar 1.** Diagram Alir Pembuatan Beras Analog Fortifikasi  
Sumber : Kusnandar, dkk., 2020

2021). Secara umum, tahapan pembuatan beras analog fortifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Ekstrusi panas lebih banyak dipakai dibandingkan dengan dingin karena dapat memproduksi beras analog dengan bentuk dan kualitas pemasakan lebih mirip dengan nasi dibandingkan dengan metode lain seperti ekstrusi dingin dan granulasi (Budijanto dan Yuliana, 2015). Di samping itu, ekstrusi panas lebih baik dalam menjaga mikronutrien karena ikatan dengan pati lebih besar karena pati

(Ye, dkk., 2017). Oleh karena itu, pengaturan ketiga parameter ini menjadi hal yang penting sebelum produksi beras analog fortifikasi. Pada umumnya, suhu ekstrusi yang digunakan 70–90°C dan kadar air 30–55 persen (Budi, dkk., 2017; Kharisma, dkk., 2014; Zhuang, dkk., 2010)

### 3.1.2 Proses Pengeringan

Proses pengeringan yang dilakukan pada beras analog terfortifikasi setelah produk keluar dari mesin ekstruder menyebabkan perubahan

**Tabel 4.** Perbedaan Hasil Produksi Beras Analog dari Beberapa Metode Pengolahan

Parameter	Ekstrusi Panas	Ekstrusi Dingin	Granulasi
Bentuk produk	Mirip dengan nasi	Berbentuk <i>pellet</i>	Berbentuk bulat
Kualitas pemasakan	Mirip dengan nasi	Tidak mirip dengan nasi	Tidak mirip dengan nasi
Kapasitas produksi	Menengah ke besar	Skala kecil menengah	Skala mikro ke kecil
Skala industri	Menengah ke besar	Skala kecil menengah	Skala mikro ke kecil
Bahan baku	Sangat beragam	Kurang beragam	Kurang beragam

Sumber : Budijanto dan Yuliana, 2015

sifat fisikokimia yang beragam bergantung jenis bahan yang dikeringkan, misalnya sifat mekanis, struktur, volume, porositas, densitas, warna, maupun nutrisi produk (Calín-Sánchez, dkk., 2020; Guiné, 2018; Ratti, 2001). Pada metode *hot dryer* bahan pangan kontak dengan oksigen di udara dalam waktu lama dan suhu tinggi, sehingga menyebabkan penurunan komponen kimia tertentu, terjadi proses oksidasi, serta terjadi kerusakan aroma yang tidak diinginkan (Korus, 2021; Ratti, 2001)

Proses pengeringan menyebabkan penurunan volume, perubahan bentuk dan porositas, peningkatan kekerasan, serta keretakan pada permukaan bahan (Senadeera, dkk., 2020). Penyusutan bahan erat kaitannya dengan suhu transisi *glass* ( $T_g$ ), apabila suhu proses lebih besar dari  $T_g$  maka akan terjadi penurunan viskositas secara drastis dan deformasi struktur (Ratti, 2001). Penyusutan bahan menyebabkan penurunan porositas,

perubahan bentuk dan warna yang cenderung tidak disukai konsumen (Ratti, 2001; Senadeera, dkk., 2020). Selain penyusutan, faktor rehidrasi bahan juga menjadi hal yang harus diperhatikan karena kemampuan rehidrasi menunjukkan kualitas bahan masih terjaga (Ratti, 2001).

Beberapa proses pengeringan menyebabkan perubahan pada parameter warna, yang tidak hanya mengubah aspek visual melainkan juga berkaitan dengan kandungan antioksidan atau vitamin pada bahan (Ratti, 2001). Perubahan warna karena pencoklatan enzimatis terjadi karena proses oksidasi senyawa fenolik oleh enzim polifenol oksidase menghasilkan pigmen coklat bernama o-quinon yang sering terjadi pada pengeringan udara kering saat bahan kontak langsung dengan oksigen. Pengeringan suhu tinggi juga dapat menyebabkan pencoklatan non enzimatis, antara lain proses karamelisasi dan *maillard* serta perubahan warna karena degradasi senyawa antosiasin dan karoten (Calín-Sánchez, dkk., 2020).

Suhu pengeringan memengaruhi perubahan nutrisi makanan kering (Guiné, 2018). Mayoritas vitamin sensitif terhadap cahaya, oksigen, dan suhu tinggi, sedangkan kandungan mineral (Fe, Zn) relatif stabil terhadap proses pengeringan (Korus, 2021). Degradasi vitamin berbeda antar satu dengan yang lain bergantung kelarutannya. Vitamin larut air (vitamin B,C) cenderung mudah rusak dan hilang selama proses pengeringan. Vitamin C dan Tiamin memiliki kelarutan yang tinggi di dalam air dan akan ter evaporasi bersama air selama proses pengeringan sehingga menyebabkan kehilangan yang cukup besar. Beberapa vitamin B (riboflavin) memiliki

**Tabel 5.** Pengaruh Parameter Ekstrusi terhadap Sifat Fisik Beras Analog Fortifikasi

Parameter	Suhu tinggi	Kadar air tinggi	Kecepatan ulir tinggi
Kekerasan	naik	turun	turun
Viskositas	naik	turun	turun
Bentuk pori	tipis dan banyak	tebal	tebal
Daya ekspansi	tinggi	rendah	tinggi
WAI	naik	-	turun
WSI	turun	turun	naik

Sumber : Saha dan Roy, 2020; Ye, dkk., 2017

kelarutan yang lebih rendah sehingga akan mengendap dan kandungannya dapat terjaga. Vitamin larut lemak (A, D, E, K) cenderung stabil terhadap proses pengeringan, meski demikian ada kemungkinan kerusakan vitamin ini karena proses oksidasi lemak yang dikatalisis oleh besi. Bioavailabilitas protein relatif tidak berubah selama pengeringan meskipun denaturasi protein pada kondisi tertentu dapat saja terjadi. Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah penurunan zat gizi antara lain mengurangi waktu pengeringan, menggunakan suhu yang lebih rendah, dan mengurangi kontak dengan oksigen, serta menggunakan sulfit untuk menghambat kerja polifenol oksidase (Guiné, 2018).

### 3.2 Analisis Bahan Baku terhadap Sifat Fisikokimia Beras Analog Terfortifikasi

Karakteristik bahan baku sangat memengaruhi sifat fisikokimia beras analog, misalnya dalam pembentukan warna, tekstur, maupun aroma. Pembentukan warna, selain dipengaruhi warna alami bahan baku juga bergantung pada komposisi gula atau protein di dalam bahan tersebut. Gula dan protein dapat menyebabkan terbentuknya pencoklatan yang disebabkan proses karamelisasi atau *maillard* (Putra, 2016). Penambahan pewarna makanan seperti titanium dioksida dapat dijadikan pilihan untuk menghasilkan warna yang dikehendaki pada produk (Mishra, dkk., 2012). Beras analog yang menggunakan bahan baku sagu, mocaf, ataupun tepung jagung putih cenderung memiliki warna yang lebih putih dan cerah dibandingkan dengan yang menggunakan bahan jagung kuning atau tepung kedelai (Kharisma, dkk., 2014; Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2017; Widara dan Budijanto, 2012).

Tekstur produk juga bergantung pada komposisi amilosa dan amilopektin di dalam bahan baku (Suarni, dkk., 2015). Amilosa berperan dalam pembentukan kekompakan permukaan dan kecerahan, namun dapat menyebabkan tekstur keras, lebih kohesif, dan tidak elastis karena pembentukan ikatan lurus semakin banyak, kompak, dan intensif (Badrie dan Mellowes, 1992; Budi, dkk., 2017). Kadar amilosa menyebabkan kenaikan *Water Absorption Index* (WAI) dan menurunkan *Water Solubility Index* (WSI) (Badrie dan Mellowes,

1992). Semakin tinggi kadar amilosa, rasio pengembangan akan semakin kecil dan densitas semakin besar (Vanier, dkk., 2016). Selain amilosa, kandungan protein dan lemak juga dapat memengaruhi tekstur produk. Protein dapat menurunkan kekuatan jaringan pati saat keluar dari mesin ekstruder (Siegwein, dkk., 2011) sedangkan adanya lemak yang bersifat hidrofobik mampu menurunkan daya ikat air (Traynham, dkk., 2007). Beberapa bahan baku yang memiliki kadar amilosa tinggi antara lain pati jagung (38,29 persen) (Budi, dkk., 2017), sagu (27,45 persen) (Kurniawati, 2013), dan mocaf (34,75 persen) (Widara dan Budijanto, 2012).

Beras analog dari tepung mocaf dan jagung dengan penambahan tepung ampas tahu memiliki waktu pemasakan yang hampir sama dengan beras sosoh namun warna dan sensori yang dihasilkan kurang disukai (Yuwono dan Zulfiah, 2015). Beras analog rendah IG yang terbuat dari jagung putih, sorgum, dan kedelai memiliki kadar pati resisten dan kadar fenol yang lebih tinggi daripada beras sosoh. Meski demikian, warna yang dihasilkan masih belum seputih beras sosoh (Noviasari, dkk., 2015). Pemanfaatan jagung putih ditambah jagung lokal dan pati sagu menghasilkan beras yang diterima dengan cukup baik melalui uji panelis baik dari sisi warna, rasa, maupun tekstur (Noviasari, dkk., 2013). Pengembangan beras analog sumber protein dari tepung jagung, kedelai, dan pati sagu mampu menghasilkan produk dengan kandungan protein antara 15–17 persen, di mana rata-rata nilai protein beras sosoh berkisar 6–7 persen. Akan tetapi penambahan kedelai membuat daya ikat air menurun dan tekstur menjadi seperti bubur. Selain itu kekerasan dan kohesivitas nasi menurun seiring dengan penambahan tepung kedelai (Anindita, dkk., 2020). Secara ringkas, karakteristik fisik dan kimia beras analog dari berbagai jenis bahan baku ditunjukkan oleh Tabel 6.

Selain komposisi bahan baku, komposisi fortifikan juga memengaruhi sifat fisikokimia beras analog terfortifikasi. Sebagai contoh, penambahan fortifikan Fe-pirofosfat menyebabkan peningkatan kohesivitas, kekenyalan, dan kelengketan kernel beras yang telah dimasak (Saha dan Roy, 2020). Selain itu, Fe-pirofosfat memiliki

**Tabel 6.** Sifat Fisik dan Kimia Beras Analog dari Berbagai Bahan Baku

Sumber	Bahan Baku	Metode Ekstrusi	Kimia				Fisik				Metode pengeringan		
			Pati	Protein	Lemak	Amilosa	WAI/daya rehidrasi	Warna (L)	Derajat Putih	Tekstur	Alat	Suhu	waktu
(Yuwono dan Zulfiah, 2015)	Mocaf, Maizena, CMC, tepung ampas tahu	cold ekstrusi	84,86	1,88	1,62	35	155,06%	59,75	-	-	kabinet	50	5 jam
(Anindita, dkk., 2020)	Jagung, kedelai pati sagu	hot ekstrusi	76,57 – 92,11	6,53 – 17,45%	0,66– 3,92	-	4,04 – 2,77 g air/g	-	-	2,1–3,0	-	-	-
(Noviasari, dkk., 2017)	Jagung putih, jagung lokal, sagu	hot ekstrusi	91,54	6,86	1,22	-	-	71,76	66,81	-	-	-	-
(Lumba, 2012)	umbi daluga	-	83,44	0,66%	5,42	-	-	-	-	-	-	-	-
(Kurniawati, dkk., 2013)	Jagung kuning, bekatul, kedelai	hot ekstrusi (95°C)	-	11,4	5,36	-	-	48,9	-	-	oven	60	4 jam
(Kharisma, dkk., 2014)	singkong, ampas kelapa, sagu	hot ekstrusi (85°C)	-	0,61	7,57	-	-	75,35	73,08	-	-	-	-
(Widara dan Budijanto, 2012)	sorgum, jagung kuning, maizena, sagu	hot ekstrusi	-	6,95	1,12	-	-	60,86	-	-	oven	60	4 jam
(Loebis, dkk., 2017)	mocaf, tepung beras	hot ekstrusi	46,45	2,09	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-
(Noviasari, dkk., 2015)	jagung putih, tepung kedelai,	hot ekstrusi	-	10,48	5,73	-	-	55,21	-	-	-	-	-
(Budi, dkk., 2017)	pati jagung, tepung jagung	hot ekstrusi (70–90°C)	-	-	-	16,99 – 24,09	-	-	-	4.06– 8.20kgN	tray drier	60	3 jam
(Handayani, dkk., 2017)	singkong dan kedelai	granulasi	83,56	18	7,28	-	-	-	-	-	-	-	-
(Zhuang, dkk., 2010)	beras sosoh	hot ekstrusi (single screw) 30–70°C	78,14	8,51	0,37	23,16	3,9–4,8 g air/g	-	-	-	isother mal drier	70	-

bioavailabilitas yang rendah jika dibandingkan dengan FeNaEDTA dan Fe-fumarat. Hal ini disebabkan Fe-pirofosfat memiliki kelarutan yang rendah di dalam saluran pencernaan (karena sifatnya yang tak larut air). Fe-fumarat memiliki bioavailabilitas mencapai 80 persen pada saluran pencernaan, walaupun terjadi perubahan warna selama penyimpanan. Secara umum, kandungan zat besi pada beras stabil di angka 95 persen setelah 20 hari penyimpanan (Naeem, dkk., 2019).

Interaksi antar fortifikan di dalam bahan

pangan juga menarik untuk dipelajari lebih lanjut. Penelitian menunjukkan Vitamin B1 bersama dengan Fe-fumarat terenkapsulasi relatif stabil selama 20 minggu penyimpanan pada suhu 40°C. Bioavailabilitas kedua bahan di dalam saluran pencernaan juga relatif tidak terganggu. Penambahan antioksidan membantu menjaga kerusakan vitamin B1 dari proses oksidasi yang dikatalis oleh besi Fe (Li, dkk., 2008). Asam folat dan Fe-pirofosfat yang difortifikasi ke dalam beras analog juga stabil selama penyimpanan suhu 40°C dan RH 60 persen.



Retensi asam folat mencapai 95 persen pada penyimpanan 3 bulan dan melebihi 75 persen pada penyimpanan 9 bulan. Meski demikian, peningkatan konsentrasi Fe dan titanium dioksida menyebabkan degradasi asam folat yang lebih cepat karena adanya proses oksidasi yang dikatalisis oleh Fe serta asam folat yang sensitif terhadap sifat fotokatalistik titanium dioksida (Li, dkk., 2008). Vitamin A mengalami kerusakan 5,3 persen selama ekstrusi, 28,5 persen selama penyimpanan, dan 9,8 persen selama pemasakan. Cahaya berperan lebih besar dalam degradasi vitamin A dibandingkan dengan adanya Fe atau Zn, di mana kerusakan vitamin A pada pengemasan plastik mencapai 40 persen, sedangkan pada pengemasan aluminium hanya 20 persen. Fe-pirofosfat, ZnO, dan vitamin A menjadi rekomendasi yang disarankan dalam fortifikasi beras analog dengan ekstrusi (Pinkaw, dkk., 2012).

#### IV. KESIMPULAN

Defisiensi mikronutrien paling banyak terjadi pada balita, anak-anak di pedesaan, dan ibu hamil. Profil pola konsumsi pangan masyarakat dari semua kelompok umur menunjukkan konsumsi nasi putih mendominasi lebih dari 50 persen dari total menu. Akibatnya, sebagian besar asupan mikronutrien didapatkan dari nasi, padahal nasi dari beras sosoh bukanlah sumber mikronutrien yang baik. Pengembangan beras analog fortifikasi menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan asupan mikronutrien pada masyarakat sekaligus mendukung diversifikasi pangan. Produk yang diinginkan dari beras analog fortifikasi adalah memiliki ekspansi rendah, daya rehidrasi tinggi, dan kelarutan rendah.

Ekstrusi panas paling banyak dipilih dalam pembuatan beras analog karena mampu menjaga kandungan fortifikan akibat proses gelatinisasi pati serta mampu menghasilkan produk dengan bentuk yang baik. Pemilihan suhu dan metode pengeringan memengaruhi penurunan vitamin khususnya vitamin yang kelarutannya tinggi di air sedangkan kandungan mineral (Fe, Zn) relatif stabil. Pada umumnya, fortifikan Fe-pirofosfat paling sering dipilih karena sifatnya yang lebih stabil, tidak menyebabkan perubahan warna, ataupun aroma produk. Beras analog dengan bahan baku sagu, mocaf, dan tepung jagung

putih cenderung menghasilkan warna yang lebih putih dan cerah sedangkan bahan baku jagung kuning dan tepung kedelai menurunkan derajat putih dan kecerahan produk. Bahan baku lokal dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan produk yang keras, sedangkan adanya protein dan lemak menurunkan daya ikat air. Beras analog fortifikasi dari bahan lokal memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan di masyarakat dengan memperhatikan proses pengolahan dan pemilihan bahan baku yang sesuai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adekola, K. A. 2021. *Engineering Review Food Extrusion Technology and Its Applications*. 2016. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2016.03.005>.
- Allen, L., B. Benoist, O. de, Dary, and R. Hurrell, 2006. Guidelines on Food Fortification With Micronutrients. *Who, Fao Un*, 341. <https://doi.org/10.1242/jeb.02490>.
- Anderson, J. W., P. Baird, R. H. Davis, S. Ferreri, M. Knudtson, A. Koraym, V. Waters, and C.L. Williams. 2009. Health benefits of dietary fiber. *In Nutrition Reviews*. 67(4): 188–205. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>.
- Anggraini, D. D., W. Purnomo, dan B. Trijanto. 2018. Interaksi Ibu Hamil dengan Tenaga Kesehatan dan Pengaruhnya terhadap Kepatuhan Ibu Hamil Mengonsumsi Tablet Besi (Fe) dan Anemia di Puskesmas Kota Wilayah Selatan Kota Kediri. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 21(2): 92–89. <https://doi.org/10.22435/hsr.v21i2.346>.
- Anindita, T. H., F. Kusnandar, dan S. Budijanto, 2020. Sifat Fisikokimia dan Sensoris Beras Analog Jagung dengan Penambahan Tepung Kedelai. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(1): 29–37. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.1.29>.
- Arif, S., W. Isdijoso, A. R. Fatah, dan A. R. Tamyis. 2020. *Tinjauan Strategis Ketahanan Pangan dan Gizi di Indonesia: Informasi Terkini 2019–2020*.
- Arifin, B., N. A. Achsan, D. Martianto, L.K. Sari, dan A.H. Firdaus. 2018. Modelling the Future of Indonesian Food Consumption. In *National Development Planning Agency (Bappenas), World Food Programme (WFP) and Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO)*. 8(1). <https://doi.org/10.52813/jei.v8i1.13>.
- Badrie, N., and W.A. Mellowes. 1992. Cassava Starch or Amylose Effects on Characteristics of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Extrudate. *Journal of Food Science*, 57(1): 103–107. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb05434.x>.

- Budi, F. S., P. Hariyadi, S. Budijanto, dan D. Syah. 2017. Kristalinitas dan Kekerasan Beras Analog yang Dihasilkan dari Proses Ekstrusi Panas Tepung Jagung. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*, 28(1): 46–54. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/16130/PDF>.
- Budijanto, S., and N. D. Yuliana. 2015. Development of Rice Analog as a Food Diversification Vehicle in Indonesia. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 10(1): 7–14. <https://doi.org/10.11178/jdsa.10.7>.
- Calín-Sánchez, Á., L. Lipan, M. Cano-Lamadrid, A. Kharaghani, K. Masztalerz, A.A. Carbonell-Barrachina and A. Figiel. 2020. Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. *Foods*. 9(9). <https://doi.org/10.3390/foods9091261>.
- Ernawati, F., A. Syauqy, A. Y. Arifin, M. Y. E. Soekatri, and S. Sandjaja. 2021. Micronutrient Deficiencies and Stunting were Associated with Socioeconomic Status in Indonesian Children Aged 6–59 months. *Nutrients*. 13(6). <https://doi.org/10.3390/nu13061802>.
- FAO, IFAD, UNICEF, and WFP. 2021. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. <https://doi.org/10.4060/cb4474en> The
- Guiné, R. P. F. 2018. The Drying of Foods and Its Effect on the Physical-Chemical, Sensorial and Nutritional Properties. *ETP International Journal of Food Engineering*. 4(2): 93–100. <https://doi.org/10.18178/ijfe.4.2.93-100>.
- Kharisma, T., N. D. Yuliana, and S. Budijanto. 2014. The Effect of Coconut Pulp (*Cocos nucifera* L.) Addition to Cassava based Analogue Rice Characteristics. *The 16th Food Innovation Asia Conference 2014, June*, 85–102.
- Korus, A. 2021. Effect of Pre-Treatment and Drying Methods on The Content of Minerals, B-Group Vitamins and Tocopherols in Kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) Leaves. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05012-9>
- Kurniawati, M. 2013. *Stabilisasi Bekatul dan Penerapannya pada Beras Analog*. IPB University.
- Kusnandar, F., F. Setia Budi, Yustikawati, Y. Regiyana, dan S. Budijanto. 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>.
- Li, Y., L. Diosady, and S. Jankowski. 2008. Stability of vitamin B1 in Ultra Rice™ in the Presence of Encapsulated Ferrous Fumarate. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 59(1): 24–33. <https://doi.org/10.1080/09637480701554103>.
- Lumba, R. 2012. Kajian Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Umbi Daluga (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk) Schott). *Cocos*. 2(1).
- Mishra, A., H. N. Mishra, and P. Srinivasa Rao 2012. Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. In *International Journal of Food Science and Technology*. 47(9): 1789–1797. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x>.
- Muthayya, S., J. Hall, J. Bagriansky, J. Sugimoto, D. Gundry, D. Matthias, S. Prigge, P. Hindle, R. Moench-pfanner, and G. Maberly. 2012. Rice fortification: An Emerging Opportunity to Contribute to The Elimination of Vitamin and Mineral Deficiency Worldwide. *Food and Nutrition Bulletin*. 33(4): 296–307. <https://doi.org/10.1177/156482651203300410>
- Naeem, A., Z. Mushtaq, M. Imran, N. Asghar, F. Jabeen, and F.M. Anjum. 2019. Iron-Zinc Fortified Extruded Rice Analogues in Cooking Quality and Sensory Attributes. *International Journal of Biosciences*. 15(3): 425–434. <https://innspring.net/ijb/iron-zinc-fortified-extruded-rice-analogues-cooking-quality-sensory-attributes/>
- Nagar, L., H. Popli, A. Gupta, and M. Ruhela. 2018. Food Fortification to Combat Micronutrient Deficiencies and Its Impact on Sustainable Development Goals. *International Journal of Health Sciences and Research*. 8(7): 307. [www.ijhsr.org](http://www.ijhsr.org).
- Noviasari, S., F. Kusnandar, dan S. Budijanto. 2013. Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(2): 194–200. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.2.194>.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono, dan S. Budijanto. 2015. Beras Analog sebagai Pangan Fungsional dengan Indeks Glikemik Rendah. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 10(3): 225–232. <https://doi.org/10.25182/jgp.2015.10.3>.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono, dan S. Budijanto. 2017. Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Beras Analog Berbasis Bahan Pangan Non Beras. *Jurnal Pangan*. 26(1): 1–12.
- Nugroho, W. P., T. Bektiyadi, Z. N. Zaeni, and A. Mustofa. 2018. Study on Addition of Catfish Bones Powder and CMC ( Carboxy Methyl Cellulose ) into Composite Flour of Tofu ' s Wet Cake and Cassava Flour as C. *Jurnal Teknologi Pertanian Mulawarman*, 65–69.
- Pinkaew, S., R. Wegmuller, and R. Hurrell. 2012. Vitamin A Stability in Triple Fortified Extruded,

- Artificial Rice Grains Containing Iron, Zinc and Vitamin A. *International Journal of Food Science and Technology*. 47(10): 2212–2220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03091.x>.
- Putra, I. N. K. P. 2016. Upaya Memperbaiki Warna Gula Semut dengan Pemberian Na-Metabisulfit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1). <https://doi.org/10.17728/jatp.v5i1.2>.
- Radix, I., V. Vadivel, D. Nohr, and H.K. Biesalski, 2012. Dietary Formulation to Overcome Micronutrient Deficiency Status in Indonesia. *Nutrition and Food Science*. 42(5): 362–370. <https://doi.org/10.1108/00346651211266881>.
- Ratti, C. 2001. Hot Air and Freeze-Drying of High-Value Foods: A Review. *Journal of Food Engineering*. 49(4): 311–319. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4).
- Saha, S., and A. Roy. 2020. Whole Grain Rice Fortification as A Solution to Micronutrient Deficiency: Technologies and Need for More Viable Alternatives. *Food Chemistry*. 326(April): 127049. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127049>.
- Sandjaja, S., B. Budiman, H. Heryudarini, F. Ernawati, S. Moesijanti, Y. Widodo, E. Sumedi, E. Rustan, G. Sofia, S. Syarif, and I. Khouw. 2013. Food Consumption and Nutritional and Biochemical Status of 0,5-12 Years Old Indonesian Children: The SEANUTS Study. *British Journal of Nutrition*. 110. S11–S20.
- Senadeera, W., G. Adiletta, B. Önal, M. Di Matteo, P. Russo. 2020. Influence of Different Hot Air Drying Temperatures on Drying Kinetics, Shrinkage, and Colour of Persimmon Slices. *Foods*. 9(1): 5–7. <https://doi.org/10.3390/foods9010101>.
- Siegwein, A. M., Y. Vodovotz, E.L. Fisher. 2011. Concentration of Soy Protein Isolate Affects Starch-Based Confections' Texture, Sensory, and Storage Properties. *Journal of Food Science*. 76(6). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02241.x>.
- Suarni, I. U. Firmansyah, dan M. Aqil. 2013. Keragaman Mutu Pati Beberapa Varietas Jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32(1). 50–56. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v32n1.2013.p50-56>
- Traynham, T. L., D. J. Myers, A.L. , Carriquiry, and L.A. Johnson. 2007. Evaluation of Water-Holding Capacity for Wheat-Soy Flour Blends. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*. 84(2): 151–155. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1018-0>.
- Vanier, N. L., V. Vamadevan, G. P. Bruni, C.D. Ferreira, V.Z. Pinto, K. Seetharaman, Zavareze, E. da R., M.C. Elias, and J. D. J.Berrios. 2016. Extrusion of Rice, Bean and Corn Starches: Extrudate Structure and Molecular Changes in Amylose and Amylopectin. *Journal of Food Science*. 81(12): E2932–E2938. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13545>
- Widara, S. S., dan S. Budijanto. 2012. *Studi Pembuatan Beras Analog dari Berbagai Sumber Karbohidrat Menggunakan Teknologi Hot Extrusion*. IPB University.
- Wieringa, F. T., A. Laillou, C. Guyonnet, V. Jallier, R. Moench-Pfanner, and J. Berger. 2014. Stability and Retention of Micronutrients in Fortified Rice Prepared Using Different Cooking Methods. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1324(1): <https://doi.org/10.1111/nyas.12497>.
- Ye, J., X. Hu, S. Luo, W. Liu, J. Chen, Z. Zeng, and C. Liu. 2017. *Review Properties of starch after extrusion: A review*. Nanchang University.
- Yuwono, S. S., dan A.A. Zulfiah. 2015. Formulasi Beras Analog berbasis Tepung Mocaf dan Maizena dengan Penambahan CMC dan Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 3(4): 1465–1472.
- Zhuang, H., H. An, H. Chen, Z.Xie, J. Zhao, X. Xu, and Z. Jin. 2010. Effect of Extrusion Parameters on Physicochemical Properties of Hybrid Indica Rice (Type 9718) Extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*. 34(6): 1080–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00439.x>

#### BIODATA PENULIS:

**Rista Fitria Anggraini**, dilahirkan di Trenggalek, 09 Maret 1995. Menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya tahun 2013 dan melanjutkan program S2 di Magister Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2020.

**Slamet Budijanto**, dilahirkan di Madiun, 2 Mei 1961. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 *Food Chemistry, Tohoku University, Jepang* tahun 1990 dan S3 *Food Chemistry, Tohoku University Jepang* tahun 1993.

**Azis Boing Sitanggang**, dilahirkan di Pematang Siantar, 11 September 1986. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor tahun 2008, pendidikan S2 *Chemical Engineering and Materials Science di Yuan Ze University Taiwan* tahun 2010, dan S3 *Chemical and Process Engineering, Technische Universität Berlin, Jerman* tahun 2016.

---

Halaman ini sengaja dikosongkan



---

## PETUNJUK PENULISAN “PANGAN”

### ISI DAN KRITERIA UMUM

**Pangan**, terbit 3 (tiga) kali setahun, adalah jurnal nasional terakreditasi dengan peringkat 2 oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi RI nomor 28/E/KPT/2019. Jurnal Pangan mempublikasikan artikel ilmiah (*research article*), kajian (*review*) tentang pangan, baik sains maupun terapan dan tulisan lainnya yang berkaitan dengan pangan. Redaksi menerima tulisan dari semua bidang ilmu yang terkait dengan komoditi pangan dari segala sumber. Komoditi pangan yang dimaksud adalah beras, jagung, kedelai, gula, minyak goreng, tepung terigu, bawang merah/putih, cabe daging sapi, daging ayam ras, dan telur ayam. Ruang lingkup penulisan meliputi aspek-aspek yang berkaitan dengan produksi, pengolahan, penyimpanan, transportasi, pemasaran, perdagangan, konsumsi dan gizi, sarana, teknologi, jasa, pendanaan, dan kebijakan. Tulisan yang dikirim ke redaksi adalah tulisan yang belum pernah dipublikasikan atau tidak sedang diajukan pada majalah/jurnal lain.

Tulisan ditulis dalam bahasa Indonesia sesuai kaidah bahasa yang digunakan. Tulisan harus selalu dilengkapi dengan Abstrak dwibahasa (Indonesia dan bahasa Inggris). Tulisan yang diajukan harus disertai biodata penulis yang berisi nama lengkap penulis, tempat tanggal lahir, jabatan penulis, instansi penulis beserta alamatnya, riwayat pendidikan penulis, dan alamat email. Tulisan yang isi dan formatnya tidak sesuai dengan pedoman penulisan “Pangan” akan ditolak oleh Redaksi dan Redaksi tidak berkewajiban untuk mengembalikan tulisan tersebut.

### KATEGORI TULISAN

**Artikel Ilmiah (*Research Article*)** (sekitar 8-20 halaman jurnal). Artikel yang diajukan berisi kemajuan utama (*major advance*) yang merupakan *original research findings*. Artikel ilmiah harus mencakup abstrak, pendahuluan, bagian-bagian dengan sub-judul (*sub-heading*) ringkas, dan maksimum 40 referensi. Materi dan metode harus dimasukkan guna menunjang material *online*, yang juga harus memasukkan informasi lain yang dibutuhkan untuk mendukung kesimpulan.

**Kajian (*Review*)** (sekitar 8-20 halaman jurnal) mendeskripsikan perkembangan baru kesignifikanan interdisiplin dan menyorot pertanyaan-pertanyaan yang belum teresolusi serta arahnya di masa mendatang. Semua *review* akan melalui proses pengkajian oleh *peer-reviewer*. *Review* yang dikirim harus memuat abstrak, pendahuluan, bagian-bagian dengan sub-judul (*sub-heading*) ringkas, dan maksimum 40 referensi.

**Tulisan selain artikel ilmiah dan kajian yang berkaitan dengan pangan** (sekitar 2-8 halaman jurnal) menyajikan hal-hal seperti kebijakan-kebijakan baru dan penting dengan kesignifikanan yang luas, baik skala nasional maupun internasional, komentar terhadap masalah pangan, diseminasi undang-undang, Peraturan Pemerintah, Inpres, Keppres, bedah buku, wawancara.

Tulisan yang dikirim diprioritaskan yang berskala nasional dan internasional.

### SELEKSI NASKAH

**Pertama**, Proses pengajuan dan *review* tulisan dilakukan baik lewat *hardcopy* maupun *softcopy*.

**Kedua**, Tulisan yang dipertimbangkan untuk di *review* adalah yang memenuhi persyaratan penulisan sesuai petunjuk penulisan.

**Ketiga**, Semua tulisan yang telah memenuhi tata cara penulisan akan diberikan penilaian tentang kepantasan pemuatannya oleh Dewan Editor (*Board of Reviewing Editors*).

**Keempat**, Tulisan yang layak diterbitkan akan diproses lebih lanjut. Waktu yang dibutuhkan untuk proses penelaahan oleh dewan editor dan mitra bestari paling lama 8 minggu setelah tulisan diterima.

**Kelima**, Tulisan yang tidak dapat diterbitkan akan diberitahukan kepada penulis via e-mail.

### FORMAT PENULISAN

**Umum**. Seluruh bagian dari tulisan termasuk judul, abstrak, judul tabel dan gambar, catatan kaki dan daftar acuan diketik satu spasi pada *electronic file* dan *print out* dalam kertas ukuran A4. Pengetikan dilakukan dengan menggunakan huruf (*font*) *Arial* berukuran 11 point dengan jarak spasi 1 (spasi) dan jarak antar paragraph 6 point.

Setiap halaman diberi nomor serta secara berurutan termasuk halaman gambar dan tabel. Hasil penelitian atau ulas balik/tinjauan ditulis minimal 8 lembar dan maksimal 20 lembar, termasuk gambar dan tabel. Selanjutnya susunan naskah dibuat sebagai berikut :

Tulisan ilmiah dari hasil penelitian harus mempunyai struktur sebagai berikut :

**Judul (*Titles*)** makalah ilmiah bahan publikasi hasil riset semestinya menonjolkan fenomena yang diteliti (objek



---

riset). Judul bukan metode dan juga bukan kegiatan (proyek). Judul tidak terlalu panjang dimana fungsi aneka kata kunci terkait jelas. Judul dibuat dalam dua bahasa yaitu bahasa Indonesia dan bahasa Inggris serta ditulis dengan jenis huruf *Times New Roman* ukuran 16 point. Pada bagian bawah judul dicantumkan identitas penulis yang memuat nama penulis, lembaga dan alamat lembaga serta alamat e-mail.

**Abstrak (abstracts)** menjelaskan kepada pembaca umum kenapa riset dilakukan dan kenapa hasilnya penting. Abstrak tidak lebih dari 200 kata, mengemukakan poin-poin utama tulisan dan *outline* hasil atau kesimpulan. Abstrak ditulis dalam satu paragraf dan mengandung poin-poin sebagai berikut : (i) Alasan riset dilakukan (*the purpose and objective of the study; the central question*); (ii) Pernyataan singkat apa yang telah dilakukan (*what was done; the method*); (iii) Pernyataan singkat apa yang telah ditemukan (*what was found; the result*); dan (iv) Pernyataan singkat tentang kesimpulan (*what was concluded; discussion*). Abstrak harus ditulis dalam dwibahasa (Indonesia dan Inggris). Abstrak juga harus disertai dengan kata kunci (*keywords*) antara 3-6 kata dan ditulis dalam dwibahasa.

**Pendahuluan**, berisi penjelasan padat dan ringkas tentang latar belakang penelitian, tujuan penulisan atau menggambarkan apa yang akan disampaikan dalam tulisan secara jelas namun tidak terlalu berlebihan. Pendahuluan harus didukung oleh sumber pustaka yang memadai khususnya pustaka primer dan jelas menunjukkan perkembangan dari materi penulisan.

**Metodologi** berisikan disain penelitian yang digunakan, populasi, sampel, sumber data, instrumen, analisis dan teknik analisis yang digunakan.

**Hasil dan pembahasan** Hasil adalah temuan penelitian yang disajikan apa adanya tanpa pendapat penulis dan pembahasan menjelaskan dengan baik serta argumentatif tentang temuan penelitian serta relevansinya dengan penelitian terdahulu.

**Kesimpulan** menjawab tujuan penelitian tanpa melampauinya. Bila ada rekomendasi penelitian, dapat dimasukkan dalam subbab kesimpulan.

**Daftar Pustaka**, bagian ini berisi sumber rujukan yang digunakan dalam penulisan ilmiah tersebut. Ditulis dengan menggunakan sistem Chicago dan disusun menurut abjad. Daftar pustaka ditulis dengan menggunakan jenis huruf arial ukuran 10 point.

**Biodata Penulis** berisi nama lengkap penulis, tempat tanggal lahir, jabatan dan instansi penulis, riwayat pendidikan serta alamat email. Biodata penulis ditulis dengan menggunakan jenis huruf arial ukuran 10 point.

Tulisan ilmiah dari hasil penelitian, apabila penulis perlu menyampaikan ucapan terimakasih dapat dimasukkan dalam tulisan dan diletakkan sebelum daftar pustaka.

Tulisan ilmiah yang berbentuk kajian (bukan hasil penelitian murni) memiliki struktur seperti diatas namun tidak harus mencantumkan metode penelitian dalam subbab tersendiri.

Tulisan lain yang berkaitan dengan pangan, struktur penulisannya disesuaikan dengan isi.

#### **Contoh Penulisan Daftar Pustaka :**

##### **Buku**

Sawit, M. Husein dan Erna Maria Lakollo. 2007. *Rice Import Surge in Indonesia*. Bogor : ICASEPS and AAI.

##### **Terjemahan**

Kotler, Philip. 1997. *Manajemen pemasaran : Analisis, perencanaan, implementasi* (Hendra Teguh & Ronny Antonius Rusli, Penerjemah.). Jakarta: Prenhallindo.

##### **Seminar**

Notohadiprawiro, T. dan J.E. Louhenapessy. 1992. Potensi Sagu Dalam Penganekaragaman Bahan Pangan Pokok Ditinjau Dari Persyaratan Lahan. Makalah disampaikan pada *Simposium Sagu Nasional*. 12-13 Oktober. Ambon.

##### **Bab dalam Buku**

Suismono dan Suyanti. 2008. Sukun sebagai Sumber Pangan Pokok Harapan dalam Penganekaragaman Konsumsi Pangan. *Di dalam* Wisnu Broto dan S. Prabawati (eds) *Teknologi Pengolahan untuk Penganekaragaman Konsumsi Pangan*. BB Pascapenen.

##### **Artikel Jurnal**

Morthy S.N. 1983. Effect of Some Physical and Chemical Treatment on Cassava Flour Quality. *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 20. Nov/Dec : 302-305.

---

## Surat Kabar

Santoso, D. A.. 2009. Kedaulatan vs Ketahanan Pangan. *Kompas*, 13 Januari 2009.

## Prosiding

Manurung, S.O. dan S. Partohardjono. 1984. Prospek Penggunaan Sitozim Sebagai Komponen Teknologi Untuk Meningkatkan Hasil Padi. *Prosiding Simposium Padi*. Bogor : Puslitbangtan.

## Publikasi Dokumen Pemerintah

Biro Pusat Statistik. 1990. Struktur Ongkos Usaha Tani Padi dan palawija. Jakarta : BPS.

## Skripsi/tesis/disertasi

Brotodjojo, R.R.R. 2007. *Host searching behaviour of a generalist egg parasitoid – responses to alternative hosts with different physical characteristics*. PhD Thesis at The University of Queensland, 180h.

## Situs Web

Khomsan A. 2006. *Beras dan Diversifikasi Pangan*. <http://kompas.com/kompas-cetak/0612/21/opini/3190395.htm> [diakses 09 Feb 2008]

**Tabel** harus disusun secara jelas dan sesingkat mungkin. Penyusunan tabel harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut : (i) tabel harus dapat dibaca dan dipahami secara tersendiri tanpa mengacu atau mengaitkannya dengan uraian pada teks, (ii) judul tabel harus dapat menggambarkan pemahaman terhadap isi tabel, (iii) pencantuman tabel sedekat mungkin dengan uraiannya pada teks, bila letak tabel berbeda halaman misalnya dua atau tiga halaman setelah uraian pada teks maka uraian dalam teks harus mencantumkan nomor tabel, dan bila agak jauh (melebihi tiga halaman) maka cantumkanlah nomor tabel dan halaman tabel. Penyusunan tabel harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu : (i) Tabel dicantumkan pada kertas teks dan simetris terhadap ruang ketikan kiri dan kanan, (ii) Tabel diberi nomor urut dengan angka arab dan diikuti dengan judul tabel yang diletakkan simetris di atas tabel. Bila judul tabel lebih dari satu baris, maka baris kedua dan selanjutnya dimulai sejajar dengan huruf pertama judul tabel pada baris pertama, (iii) Tabel yang terdiri kurang dari satu halaman dapat diletakkan langsung dibawah teks pada naskah yang bersangkutan, dan bila lebih dari satu halaman teks dapat dilakukan dengan dilanjutkan pada halaman berikutnya dengan mencantumkan nomor tabel dan kata lanjutan tanpa disebutkan judul tabelnya atau diletakkan pada lampiran, (iv) tabel yang memuat kutipan dari data sekunder harus mencantumkan sumber kutipan pada bagian bawah kiri sesudah tabel, (v) tabel dibuat satu dimensi tanpa garis batas yang memisahkan antar kolom.

**Gambar** yang disajikan harus berkaitan dengan uraian pada naskah. Gambar dapat dibentuk bagan/diagram, grafik, peta maupun foto. Penyusunan gambar harus memperhatikan beberapa hal seperti halnya tabel, namun judul gambar diletakkan dibagian bawah gambar tersebut.

## PENGIRIMAN

Penulis dapat mengirimkan tulisan dalam bentuk *softcopy* melalui email ke : [redaksi@jurnalpangan.com](mailto:redaksi@jurnalpangan.com)

Penulis juga dapat mengirimkan tulisan dalam bentuk *compact disk* (CD) yang harus disiapkan dengan Program Microsoft Word dan dikirim ke :

### Redaksi Jurnal Pangan

Perum BULOG, Pusat Renstra, dan Manrisk, Lt 11 Gedung BULOG 1  
Jl. Gatot Subroto Kav 49, Jakarta Selatan, 12950.  
Telp . (021) 5252209 ext. 2123, 2131, 2103

Pengiriman naskah harus disertai dengan surat resmi dari penulis penanggung jawab/korespondensi (*corresponding outhor*), yang harus berisikan dengan nama jelas penulis korespondensi, alamat lengkap untuk surat menyurat, nomor telephone dan faks, serta alamat email dan telephon genggam jika memiliki. Penulis korespondensi bertanggungjawab atas isi naskah dan legalitas pengiriman naskah yang bersangkutan. Naskah juga sudah harus diketahui dan disetujui oleh seluruh anggota penulis dengan pernyataan tertulis.

---

Halaman ini sengaja dikosongkan