Kecambah Beras Pecah Kulit : Proses Produksi dan Karakteristiknya

Germinated Brown Rice: Production Process and Its Characteristics

Hadi Munarko[1], Azis Boing Sitanggang[1, 2], Feri Kusnandar[1, 2], dan Slamet Budijanto[1,2]

[1]Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
[2]Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Institut Pertanian Bogor
Email : boing.lipan@apps.ipb.ac.id

Diterima : 21 Mei 2019 Revisi : 13 November 2019 Disetujui : 4 Desember 2019

ABSTRAK

Proses perkecambahan diketahui mampu memperbaiki mutu organolaptik dan juga meningkatkan beberapa senyawa tertentu pada beras pecah kulit. Artikel ini bertujuan untuk mengulas teknologi proses perkecambahan beras pecah kulit dan membahas perubahan yang terjadi selama perkecambahan. Beras pecah kulit berkecambah merupakan beras pecah kulit yang telah mengalami perendaman dan perkecambahan pada kondisi tertentu. Perkecambahan mampu meningkatkan kandungan senyawa bioaktif beras pecah kulit, salah satunya adalah senyawa γ-aminobutyric acid (GABA). GABA berfungsi sebagai penghambat *neurotransmitter* di otak yang bermanfaat untuk manajemen stres. Kondisi perendaman yang sesuai terkait dengan suhu, waktu, pH, maupun penambahan senyawa seperti asam glutamat dapat mengoptimalkan peningkatan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah. Selama proses perkecambahan terjadi perubahan-perubahan biokimia yang diakibatkan oleh aktivitas enzim endogenus yang mengubah komponen makromolekul menjadi komponen yang lebih sederhana. Perkecambahan pada kondisi tertentu juga dapat mengakibatkan perubahan fisikokimia pada beras pecah kulit berkecambah, diantaranya perubahan komposisi kimia, tekstur, dan profil gelatinisasi. Selain itu, perkecambahan mampu meningkatkan karakteristik organoleptik beras pecah kulit berkecambah yang telah dimasak khususnya pada atribut rasa dan tekstur.

kata kunci: fisikokimia, GABA, komponen bioaktif, organoleptik, perkecambahan

ABSTRACT

The germination process is known able to improve the eating quality and also to enhance some essential compounds of brown rice. The aimed of this paper was explaining about germinating process of brown rice and defining the changes during germination. Germinated brown rice (GBR) is sprouted brown rice, which is produced by a soaking process at designated conditions. Germination can increase bioactive compounds of brown rice; one of them is γ-aminobutyric acid (GABA). GABA functions as an inhibitory neurotransmitter in the brain that directly affects the stress management. Performing suited soaking conditions related to temperature, time, pH, and the addition of other compounds into the soaking solution, such as glutamic acid, can optimize the increasing of GABA in GBR. During the germination process, there are also biochemical changes of endogenous enzyme activities to breakdown the macromolecules into smaller ones or even the formation of new molecules. To some extent, these changes can also alter the physicochemical properties of the rice kernels, such as chemical compositions, textural characteristics, and pasting properties. Therefore, the germination of brown rice can also improve the sensorial attributes of cooked GBR, especially on flavor and textural qualities.

keywords: bioactive compound, GABA, germination, physicochemical, sensory

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan salah satu sumber makanan pokok bagi sebagian masyarakat dunia, khususnya bagi kawasan negara-negara di Asia. Namun, hingga saat ini masyarakat lebih menyukai beras putih (beras sosoh) dibandingkan dengan beras pecah kulit. Beras yang berwarna putih tersebut merupakan hasil dari proses penyosohan untuk menghilangkan bagian kulit ari sehingga hanya meninggalkan bagian endosperma dari beras tersebut. Banyak sekali nutrisi dan senyawa bioaktif yang ada pada bagian bekatul beras yang ikut

hilang akibat dari proses penyosohan. Proses penyosohan beras menghilangkan kandungan tiamin lebih dari 80 persen (Babu, dkk., 2009). Kandungan gizi dan non-gizi lainnya juga hilang seperti serat pangan, asam lemak tidak jenuh, senyawa antioksidan seperti orizanol, vitamin E, serta beberapa jenis mineral (Astawan dan Febrinda, 2010).

Beras pecah kulit atau sering disebut juga beras cokelat merupakan salah satu sumber pangan yang baik untuk diet seimbang. Beras pecah kulit masuk ke dalam kategori pangan utuh (*whole food*s) karena hanya menghilangkan bagian sekam padi saja tanpa menghilangkan bagian kulit arinya. Mengkonsumsi beras pecah kulit sangat baik bagi tubuh karena bagian kulit ari beras mengandung zat gizi dan komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Tetapi, sampai saat ini konsumsi beras pecah kulit kurang diminati oleh masyarakat umum. Beberapa alasan mengapa beras pecah kulit kurang disukai oleh masyarakat adalah karena memerlukan pemasakan lebih lama, memiliki tekstur nasi yang keras, dan memiliki rasa yang tidak diinginkan (Sirisoontaralak, dkk*.,* 2014).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tekstur dan rasa beras pecah kulit yaitu dengan melakukan perendaman dan menginduksi perkecambahan sehingga menghasilkan beras pecah kulit berkecambah (*germinated brown rice*). Beras pecah kulit yang dikecambahkan memiliki tekstur yang lebih lembut dan lebih mudah untuk dimasak (Komatsuzaki, dkk., 2007; Esa, dkk., 2013).

Selain itu, perkecambahan ternyata juga mampu meningkatkan kandungan senyawa gizi, non-gizi, dan senyawa bioakif yang ada pada beras. Salah satu senyawa yang meningkat cukup signifikan selama perkecambahan adalah senyawa GABA (ɣ-aminobutyric acid). Kandungan GABA pada beras pecah kulit dapat meningkat drastis hingga 10–13 kali lipat selama perkecambahan (Kaosa-ard dan Songsermpong 2012; Esa, dkk., 2013). GABA memiliki beberapa fungsi fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan, diantaranya dapat menurunkan tekanan darah (Omori, dkk., 1987, Hayakawa, dkk., 2004), mengontrol stres dan memperbaiki kualitas tidur (Okada, dkk., 2000), memberikan efek diuretik (Komatsuzaki, dkk., 2007), dan membantu memulihkan dari gejala-gejala yang berhubungan dengan alkohol (Nakagawa dan Onota, 1996). Selain itu, ekstrak beras pecah kulit berkecambah yang mengandung GABA juga dapat menghambat proliferasi sel kanker (Oh dan Oh, 2004).

Peningkatan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti varietas padi dan juga teknologi proses yang digunakan. Banyak penelitian yang telah dilakukan kaitannya dengan eksplorasi varietas padi di berbagai negara dan teknologi proses produksi beras pecah kulit untuk menghasilkan beras dengan kandungan GABA tinggi, namun hingga saat ini penelitian yang berkaitan dengan beras pecah kulit berkecambah di Indonesia masih sangat terbatas. Padahal, Indonesia memiliki banyak sekali varietas padi yang potensial untuk dikembangkan menjadi beras pecah kulit berkecambah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, artikel ini bertujuan untuk membahas pekembangan penelitian mengenai teknologi proses produksi beras pecah kulit berkecambah, dan perubahan komponen bioaktif, karakteristik fisikokimia dan organoleptik beras pecah kulit berkecambah.

II. SEJARAH BERAS PECAH KULIT BERKECAMBAH

Konsumsi beras pecah kulit cukup populer di Jepang sekitar tahun 1970-an karena mengandung banyak serat dan komponen gizi lainnya. Tetapi, popularitas beras pecah kulit tidak bertahan lama karena beras pecah kulit harus dimasak dahulu menggunakan pemasak bertekanan (panci presto), masih keras saat dikonsumsi, dan juga rasanya kurang enak. Beras pecah kulit berkecambah mampu menjadi solusi karena dapat dimasak dengan menggunakan pemasak nasi biasa, relatif lebih lunak saat dikunyah, dan memiliki rasa yang lebih lembut (Patil dan Khan, 2011).

Beras pecah kulit berkecambah pertama kali diperdagangkan secara komersial di Jepang pada tahun 1995. Produk beras pecah kulit berkecambah dikembangkan dan dipasarkan oleh Domer Co. (Kota Ueda, Nagano Pref.) dan pemerintah Kota Kagawa Pref., Mino-cho, yang

merupakan salah satu organisasi yang berperan dalam produksi beras pecah kulit berkecambah. Saat ini beras pecah kulit berkecambah telah diproduksi oleh beberapa unit usaha milik pribadi, termasuk perusahaan besar yang bergerak di bidang pertanian (Ito dan Ishikawa, 2004; Patil dan Khan, 2011).

Tahun 2003, produk beras pecah kulit berkecambah di Jepang telah terjual sebanyak 15 ribu ton dengan nilai pasar sekitar 15 miliar yen. Saat itu, konsumsi beras di Jepang mencapai 9 juta ton yang dihitung berdasarkan basis beras pecah kulit Pasaran harga beras pecah kulit berkecambah di Jepang berkisar antara 800 hingga 1000 yen per kg, sedangkan harga beras sosoh berkisar antara 300–600 yen (Ito dan Ishikawa, 2004).

III. TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI

3.1. Perkecambahan

Pembuatan beras pecah kulit berkecambah berkaitan erat dengan proses perendaman dan perkecambahan. Perkecambahan merupakan serangkaian proses biologis yang terjadi pada biji-bijian dan serealia yang diinduksi oleh enzim-enzim di dalam sel dan memicu partumbuhan bakal tunas. Jalur metabolik dari perkecambahan harus dipahami terlebih dahulu agar dapat mengontrol atau mengoptimalkan perubahan komposisi selama proses perkecambahan.

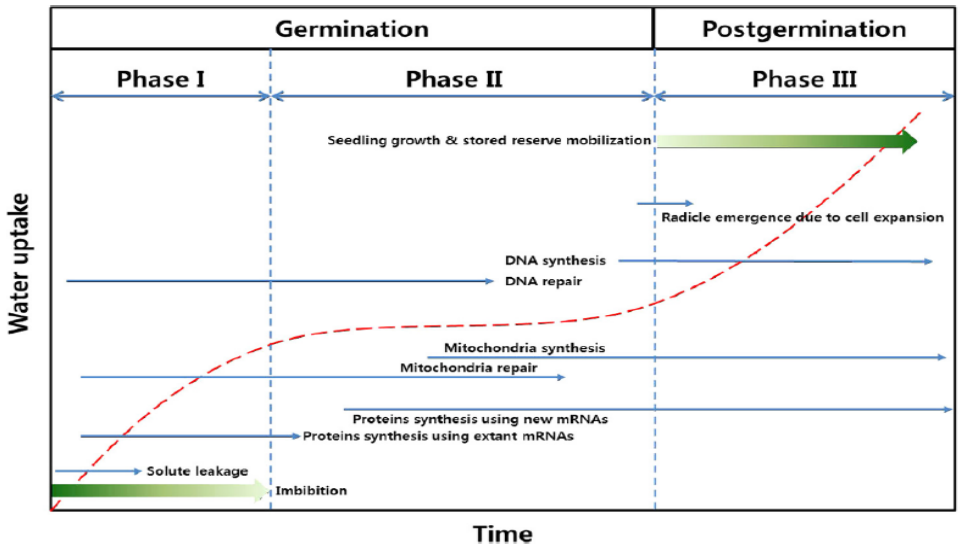
Gambar 1 menunjukkan fase-fase yang terjadi selama proses perkecambahan dan pasca perkecambahan. Proses perkecambahan dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase I (fase imbibisi), fase II (fase pembentukan bakal tunas), dan fase III (fase pemanjangan tunas).

Fase I merupakan fase imbibisi, yaitu proses masuknya air ke dalam biji/serealia secara cepat. Proses ini mampu menekan kondisi fisik yang diperlukan untuk proses perkecambahan. Fase II merupakan fase pembentukan bakal tunas. Pada fase ini, terjadi sintesis berbagai jenis protein, mitokondria, dan berbagai senyawa lainnya yang mendukung proses perkecambahan, sementara penyerapan air pada tahap ini relatif stabil. Fase III merupakan tahapan *post*-germinasi yang ditandai dengan memanjangnya bakal tunas yang menunjukkan proses pertumbuhan tunas lebih lanjut (Bewley 1997). Pada beras pecah kulit, beras kecambah umumnya merujuk pada kondisi saat bagian kernel beras memiliki panjang 2–5 mm, sedangkan beras prakecambah merupakan kondisi saat bakal tunas memiliki panjang 0,5–1 mm (Watanabe dkk., 2004; Cho dan Lim, 2016).

3.2. Teknologi perkecambahan

Pembuatan beras pecah kulit berkecambah secara umum dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah dengan perendaman penuh, sedangkan cara kedua adalah dengan kombinasi antara perendaman dan inkubasi di lingkungan atmosfer.

Pembuatan beras pecah kulit berkecambah dengan metode perendaman penuh merupakan



Gambar 1. Perubahan fisik dan metabolik selama germinasi dan *post*-germinasi (Cho dan Lim, 2016; Bewley, 1997)

Tabel 1. Proses Produksi Beras Pecah Kulit Berkecambah dengan Kandungan GABA Tertinggi

Varietas	Kondisi Terbaik
Lokal Thailand	Perendaman pada pH 6, suhu 35 ºC selama 24 jam (dilanjutkan dengan inkubasi suhu ruang sampai muncul tunas 0,5–2,0 mm) (Watchararparpaiboon, dkk., 2010)
Lokal Thailand	Perendaman dengan 0,1 mm $CaCl_2$, pH 5,0, suhu 40 ºC selama 36 jam dan perkecambahan pada suhu 40 ºC selama 36 jam (Sunte, dkk., 2007)
Beras merah wangi Thailand	Perendaman 24 jam pada suhu 35 ºC dan diinkubasi di bawah gas nitrogen selama 12 jam (Wichamanee dan Teerarat, 2012)
INIAP 14, INIAP 15, INIAP 17, GO39839 (Ekuador)	Perendaman pada suhu 28 ºC selama 24 jam dan inkubasi selama 96 jam (Cáceres, dkk., 2014)
Japonica di Jepang (Haiminori, Oou 359, Koshihikari, Yumetsukushi, dan Nipponbare)	Perendaman selama 3 jam dan perlakuan gas selama 21 jam pada suhu 35 ºC (Komatsuzaki, dkk., 2007)
Indica (Guichao 2) dan Japonica (Jing 305) (China)	- Perendaman dengan air distilasi pH 7 pada suhu 30 ºC dan germinasi pada suhu 35 ºC selama 36 jam - Perendaman pada pH asam, atau dengan menambahkan asam L-glutamat (L-glu) konsentrasi 1,0 g/L dan giberelin A_3 (GA_3) konsentrasi 0,25 mg/L(Zhang, dkk., 2014)
Taikeng 9 (TK9), kultivar japonica turunan dari Jepang	Perlakuan plasma bertekanan rendah, yaitu memberikan tegangan listrik DC 1–3 kv dengan arus konstan 1,2 ma selama 10 menit di dalam reaktor vakum yang bertekanan 800 Pa(Chen, dkk., 2016)

cara yang paling sederhana. Beras pecah kulit direndam di dalam air selama beberapa hari untuk menginduksi perkecambahan. Teknik perendaman untuk menginduksi perkecambahan telah dikembangkan oleh Suzuki dan Maekawa (2000) untuk menginduksi perkecambahan beras pecah kulit. Perendaman dilakukan pada suhu 30°C dengan menggunakan oksigen terlarut konsentrasi tinggi dan rendah (HL-DO) dengan cara aerasi dan non aerasi. Konsentrasi oksigen terlarut untuk air di dalam tangki sistem aerasi dijaga pada kisaran 6,0 mg/L dan 7,5 mg/L dengan mensirkulasikan cairan aerasi, sedangkan untuk non aerasi dilakukan pengaturan agar konsentrasi oksigen terlarut terjaga pada kisaran 3,5–5,0 mg/L dengan mensirkulasikan air deoksigenasi. Dalam hal pergantian air deoksigenasi 18 jam pada sistem non aerasi juga mampu berkecambah secara homogen setelah dioperasikan selama 48 jam, sehingga dapat disimpulkan bahwa induksi perkecambahan beras pecah kulit dapat dilakukan dengan dua teknik tersebut sehingga perkecambahan dapat lebih homogen.

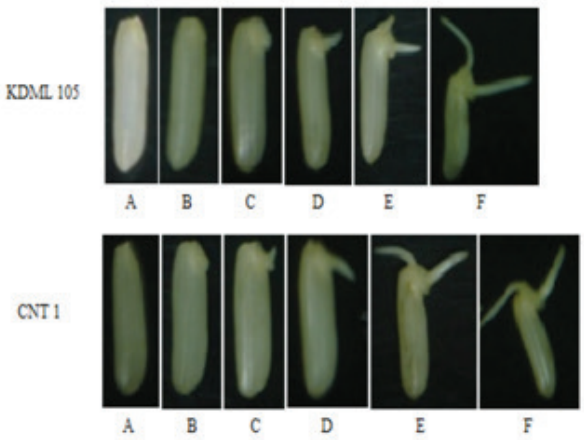
Teknik perkecambahan parsial dengan kombinasi perendaman dan perkecambahan pada kondisi atmosfer menghasilkan derajat perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman penuh sehingga beras memiliki tunas yang lebih panjang (Cho dan Lim, 2016). Berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah. Kandungan GABA pada beras pecah kulit selama perkecambahan sangat beragam tergantung dari berbagai faktor seperti kultivar atau varietas, proses penggilingan, kondisi penyimpanan, serta faktor eksternal seperti suhu, humiditas, komposisi udara, paparan cahaya, dan pH (Cho dan Lim, 2016). Optimasi kondisi perkecambahan pada beras pecah kulit penting dilakukan untuk mengoptimalkan sifat fisik, organoleptik, dan kandungan senyawa bioaktifnya.

Tabel 1 menyajikan penelitian mengenai proses produksi beras pecah kulit berkecambah untuk mendapatkan kandungan GABA yang optimal. Penelitian pada beras Thailand dilakukan oleh Charoenthaikij, dkk. (2009) untuk mengoptimalkan kondisi perendaman beras pecah kulit. Perendaman pada pH 3 selama 48 jam dapat megoptimalkan kandungan GABA pada beras pecah kulit. Watchraparpaiboon, dkk. (2010) menyatakan bahwa perendaman pada pH 6, suhu 35ºC selama 24 jam akan memaksimalkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah. Sunte, dkk. (2007) mendapatkan hasil bahwa kondisi optimum untuk mendapatkan GABA pada beras pecah kulit berkecambah beras Thailand yaitu dengan perendaman dengan 0,1 mM CaCl2, pH 5,0, dan suhu 40ºC selama 36 jam. Perkecambahan beras merah wangi Thailand juga menghasilkan kandungan GABA tertinggi pada kondisi perendaman 24 jam pada suhu 35 ºC dan diinkubasi di bawah gas nitrogen selama 12 jam (Wichamanee dan Teerarat, 2012). Sementara kandungan GABA pada beras ketan Thailand (RD6) yang direndam selama 50 jam meningkat sampai 60 mg/100 g berat embrio segar (Maisont dan Narkrugsa, 2010).

Cáceres, dkk. (2014) melakukan optimasi waktu dan suhu germinasi untuk memaksimalkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah beberapa varietas di ekuador. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi untuk menghasilkan GABA dan kapasitas antioksidan optimal yaitu pada suhu 28ºC selama 24 jam. Komatsuzaki, dkk. (2007) melakukan penelitian pada 5 varietas di Jepang dengan mengkombinasi proses perendaman dengan perlakuan anaerob saat perkecambahan. Perendaman selama 3 jam dan perlakuan anaerob selama 21 jam pada suhu 35ºC memiliki kandungan GABA lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman konvensional 24 jam.

Penelitian Zhang, dkk. (2014) didesain untuk melihat perbedaan kandungan GABA pada dua jenis genotip beras (indica dan japonica), pengaruh penambahan asam glutamat atau giberelin secara eksogenus, dan juga kondisi proses perkecambahan terhadap kandungan GABA beras pecah kulit. Perendaman dengan air distilasi pH 7 pada suhu 30ºC dan perkecambahan pada suhu 35ºC selama 36 jam menghasilkan kandungan GABA tertinggi. Beras Indica menunjukkan kandungan GABA lebih tinggi dibandingkan dengan beras japonica. Kandungan GABA juga meningkat di bawah kondisi perendaman asam, atau dengan penambahan asam L-glutamat (L-glu) konsentrasi 1,0 g/L dan giberelin A3 (GA3) konsentrasi 0,25 mg/L. Peningkatan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah juga dapat dilakukan dengan perlakuan plasma bertekanan rendah (*low pressure plasma*), yaitu memberikan tegangan listrik DC 1–3 kV dengan arus konstan 1,2 mA selama 10 menit di dalam reaktor vakum yang bertekanan 800 Pa (Chen, dkk., 2016).

Kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah sangat tergantung pada kondisi proses yang diaplikasikan. Perbedaan kondisi perendaman dan perkecambahan juga dapat memberikan sifat fungsional dan kandungan senyawa yang berbeda-beda. Gambar 2 memperlihatkan beras pecah kulit berkecambah varietas KDML 105 dan CNT 1 dari Thailand yang mengalami perendaman selama 12–72 jam (Kaosa-ard dan Songsermpong, 2012).



(A) 12 jam, (B) 24 jam, (C) 36 jam, (D), 48 jam, (E) 60 jam, dan (F) 72 jam

Gambar 2. Beras coklat berkecambah varietas KDML 105 dan CNT 1 setelah perendaman 12–72 jam (Kaosa-ard dan Songsermpong, 2012)

Berdasarkan ilustrasi pada Gambar 2 terlihat bahwa semakin lama proses perendaman dapat memicu proses perkecambahan dengan munculnya bakal tunas. Proses perkecambahan

pada beras pecah kulit umumnya terjadi hingga bakal tunas mencapai panjang 2–5 mm, sementara tahap prakecambah merupakan tahap dengan panjang bakal tunas yang muncul sekitar 0,5–1 mm (Cho dan Lim, 2016). Panjang bakal tunas pada beras pecah kulit berkecambah diduga memiliki korelasi positif terhadap kandungan GABA (Liu, dkk., 2013; Kaosa-ard dan Songsermpong, 2012). Liu, dkk. (2013) melakukan penelitian perendaman dan perkecambahan beras pecah kulit selama empat hari pada berbagai kondisi larutan perendam. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya pemanjangan bakal tunas hingga mencapai 7–8 mm diikuti dengan peningkatan kandungan GABA pada beras.

3.3. Pengeringan

Penanganan beras pecah kulit pasca perkecambahan juga harus diperhatikan. Proses perendaman pada rentang waktu yang cukup lama dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme. Komatsuzaki, dkk. (2007) melaporkan terjadinya peningkatan total APC (*Aerobic Plate Count*) di atas 10^8 cfu/g (koloni per gram) pada beras pecah kulit berkecambah setelah perendaman pada suhu 35ºC selama 24 jam. Jumlah mikroorganisme yang tinggi dapat mempercepat kerusakan pada beras berkaitan erat dengan keamanan pangan. Penurunan jumlah mikroorganisme pasca perendaman dan perkecambahan dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya dengan uap panas, penggunaan bahan kimia seperti etanol, dengan pengeringan, atau kombinasi dari metode tersebut. Perlakuan uap panas selama 10 menit mampu menurunkan total APC hingga mencapai 2,2 x 10^3. Sementara kombinasi uap panas 10 menit dan etanol 70 persen (v/v) mampu menurunkan total APC sampai nol tanpa menurunkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah.

Manufaktur beras pecah kulit berkecambah biasanya menjual beras pecah kulit berkecambah dalam kondisi kering yang terlihat sangat mirip dengan beras pecah kulit biasa. Beras pecah kulit berkecambah yang telah dikeringkan memiliki beberapa kelebihan, di antaranya memiliki umur simpan lebih lama, lebih stabil, dan mudah ditangani. Beras pecah kulit berkecambah yang dikeringkan juga memberikan kenampakan yang lebih baik, meningkatkan umur simpan, memperbaiki rasa dan tekstur, serta lebih mudah dimasak (Patil dan Khan, 2011; Han, dkk., 2016).

Pengeringan merupakan salah satu metode pengawetan bahan pangan yang telah diaplikasikan sejak dahulu dengan cara menguapkan air dari dalam bahan pangan ke lingkungan sehingga pertumbuhan mikroorganisme dapat terhambat. Pengeringan beras pecah kulit berkecambah dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengering seperti *cabinet dryer, fluidized bed dryer* (FBD), atau dapat juga dengan cara tradisional menggunakan sinar matahari. Srisang, dkk. (2010) melakukan studi pengaruh suhu tinggi (90, 110, 130, dan 150ºC) pada *fluidized bed drying* terhadap mutu beras pecah kulit berkecambah. Beras pecah kulit berkecambah dikeringkan sampai kadar air 18–20 persen (bk), proses tempering 30 menit, dan diangin-anginkan di udara sampai kadar air mencapai 13–15 persen (bk).

Hasil penelitian Srisang, dkk. (2010) menunjukkan bahwa laju pengeringan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pengeringan. Laju pengeringan pada suhu tinggi (130˚C atau lebih) menyebabkan retak/celah pada kernel dan sehingga berpengaruh pada bentuk nasi dan kekerasan nasi. Kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah selama proses pengeringan tersebut tidak berubah secara nyata dan juga tidak tergantung pada varietas beras. Selain itu, total mikroorganisme setelah proses pengeringan yang tersisa di permukaan kurang dari 10^4 cfu/g (10 ribu koloni per gram sampel) sehingga masih dalam batas aman.

Srisang, dkk. (2011) melakukan studi pengaruh media pemanas dan kondisi operasi pada pengering tipe FBD terhadap mutu beras pecah kulit berkecambah. Jenis media pemanas yang digunakan yaitu udara panas dan *superheated steam* (SHS) pada suhu 130 dan 150ºC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan dengan menggunakan media SHS dapat menurunkan jumlah kernel yang retak/celah dibandingkan dengan udara panas. Namun, pengeringan dengan media SHS menyebabkan adanya aglomerasi kernel. Penurunan aglomerasi kernel sebanyak mungkin diperlukan yaitu dengan cara meningkatkan

kecepatan *steam* hingga 5,7 m/s. Pengeringan dengan dua jenis media tersebut pada suhu di atas 130 ^{o}C tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tekstur, kekerasan, kelengketan, dan juga kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah.

Sementara itu, Cáceres, dkk. (2017) melakukan studi pengeringan beras pecah kulit berkecambah dengan pengering sinar matahari. Pengeringan beras pecah kulit berkecambah di bawah sinar matahari mampu meningkatkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah yang direndam selama 24 jam dan perkecambahan selama 48 jam pada suhu 34^{o}C. Kandungan GABA tidak berubah secara nyata pada perlakuan suhu germinasi 28^{o}C selama 48 jam. Sebaliknya, perlakuan perkecambahan selama 96 jam pada suhu 28^{o}C dan 34^{o}C justru menurunkan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi perendaman dan perkecambahan juga menjadi parameter penting saat melakukan pengeringan dengan sinar matahari.

IV. PERUBAHAN KOMPONEN BIOAKTIF

Sebagai pangan yang menyehatkan, beras pecah kulit memiliki kandungan senyawa biaoktif yang tinggi. Senyawa bioaktif merupakan senyawa yang dapat memberikan efek fisiologis di dalam tubuh yang berpengaruh positif terhadap kesehatan manusia. Beras pecah kulit memiliki kadar mineral (khususnya magnesium dan kalsium), lemak, dan protein lebih tinggi, sementara total karbohidratnya lebih rendah dibandingkan dengan beras sosoh (Abubakar, dkk., 2017). Selain itu, kandungan total fenol dan kapasitas antioksi dan beras pecah kulit juga lebih tinggi dibandingkan dengan beras sosoh (Esa, dkk., 2013; Abubakar, dkk., 2017). Ringkasan beberapa senyawa fitokimia yang ada pada beras pecah kulit disajikan pada Tabel 2.

Senyawa fenolik merupakan salah satu senyawa fitokimia yang banyak dijumpai pada beras pecah kulit. Senyawa fenolik memiliki satu atau lebih cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenolik banyak ditemukan pada lapisan bekatul beras pecah kulit (Esa, dkk., 2013; Abubakar, dkk., 2017). Komponen fenolik dapat dibagi menjadi dua subkelompok utama, yaitu turunan asam p-hidroksibenzoat dan asam p-hidroksisinamat. Turunan dari asam p-hidroksibenzoat terdiri dari asam p-hidroksibenzoat, asam protokatekat, asam vanilat, asam siringat, dan asam galat. Asam p-hidroksisinamat memiliki turunan

Tabel 2. Ringkasan Komposisi Senyawa Fitokimia Utama pada Beras Pecah Kulit

Kelompok Senyawa	Komponen
Fenolik	Asam galat, asam protokatekat, asam *p*-hidroksibenzoat, asam vanilat, asam siringat, asam korogenat, asam kafeat, asam *p*-koumarat, asam sinapat, asam ferulat, asam sinamat asam ellagat
Flavonoid	Luteolin, apigenin, trisin, kuersetin, kaempferol, isorhamnetin, mirisetin
Antosianin dan proantosianin	Peonidin-3-*O*-glukosida, sianidin-3-*O*-glukosida, sianidin-3-*O*-galaktosida, sianidin-3-*O*-rutinosida, katekin, epikatekin
Vitamin	Tokoferol, tokotrienol, vitamin B (B1, B3, B6)
Asam amino	Alanin, arginin, asam aspartat, sistein, asam glutamat, glisin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan, tirosin, valin
Fitosterol	Stigmasterol, stigmastanol, β-sitosterol, campesterol, δ5-avenasterol, δ7-avenasterol
ɣ-orizanol	Sikloartanil ferulat, 24-metilen sikloartanil ferulat, kampesteril ferulat, β-sitosteril ferulat
Lainnya	Serat pangan, asam fitat, mineral

Tabel 3. Perbandingan Komposisi Kimia Beras Sosoh, Beras Pecah Kulit, dan Beras Pecah Kulit Berkecambah

Senyawa	Beras Sosoh	Beras Pecah Kulit	Beras Pecah Kulit Berkecambah*
GABA (mg/100 g)	1,70	6,04	69,21
Asam ferulat total (mg/100 g)	11	34	43
Serat pangan total (mg/100g)	0,6	2,9	4,2
Serat pangan larut (mg/100g)	<0,5	0,5	0,6
Serat pangan tidak larut (mg/100g)	0,6	2,4	3,6
Orizanol (mg/100g)	6,1	48,2	50,4

Keterangan: *perendaman 72 jam, 30ºC
Sumber: Ohtsubo, dkk. (2005)

diantaranya asam ferulat, asam p-kumarat, asam sinapat, asam kafeat, dan asam klorogenat (Gong, dkk., 2017; Guo dan Beta, 2013; Okarter, dkk., 2010).

Keberadaan fenolik pada beras pecah kulit terdapat dalam bentuk bebas dan terikat di dalam matriks. Gong, dkk. (2017) melaporkan bahwa senyawa fenolik pada fraksi bebas memiliki jumlah yang cukup tinggi, namun hanya sedikit jenis fenolik yang terdeteksi. Fraksi terikat memiliki jenis senyawa fenolik yang cukup banyak seperti asam trans-ferulat, asam cis-ferulat, asam vanilat, asam siringat, dan asam kafeat. Fraksi terikat berkontribusi terhadap 40,6–50,2 persen dari total senyawa fenolik yang ada pada beras pecah kulit. Asam trans-ferulat merupakan senyawa fenolik yang paling dominan pada beras pecah kulit dengan 96,4–99,2 persen di antaranya berada pada fraksi terikat. Selain senyawa fenolik, beras pecah kulit juga memiliki beberapa senyawa lain yang memiliki peranan penting bagi kesehatan seperti senyawa flavonoid, antosianin, vitamin, asam amino, fitosterol, ɣ-orizanol, dan lain-lain.

Perkecambahan terbukti dapat meningkatkan beberapa senyawa bioaktif pada beras pecah kulit (Tabel 3). Beras pecah kulit berkecambah memiliki kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan beras pecah kulit (Maisont dan Narkrugsa, 2010; Cáceres, dkk., 2014; Cáceres, dkk., 2017; Abubakar, dkk., 2017). Asam ferulat yang merupakan kelompok senyawa fenolik lebih banyak terdapat pada beras pecah kulit berkecambah dibandingkan dengan beras pecah kulit dan beras sosoh. ɣ-orizanol merupakan senyawa bioaktif dari fraksi lipofilik yang mendominasi pada beras pecah kulit (Cho dan Lim, 2016). Senyawa ɣ-orizanol paling banyak ditemukan pada lapisan kulit ari, sementara pada beras sosoh memiliki kandungan ɣ-orizanol paling kecil (Ohtsubo, dkk., 2005; Banchuen 2010). Kandungan ɣ-orizanol pada beras pecah kulit berkecambah sangat dipengaruhi oleh varietas dan proses perkecambahan yang dilakukan. Beberapa penelitian menunjukkan adanya peningkatan kandungan senyawa ɣ-orizanol, namun beberapa juga menunjukkan tidak terjadi perubahan atau bahkan terjadi penurunan kandungan senyawa ɣ-orizanol (Ohtsubo, dkk., 2005, Kiing, dkk., 2009). Selain itu, komponen serat pangan pada beras pecah kulit berkecambah juga mengalami peningkatan. Kandungan serat pangan total, serat pangan larut dan tidak larut secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan beras pecah kulit dan beras sosoh (Ohtsubo, dkk., 2005).

Salah satu senyawa yang unik pada beras pecah kulit berkecambah dan menjadi fokus pada banyak penelitian adalah senyawa GABA (ɣ-aminobutyric acid). GABA merupakan asam amino yang tidak termasuk ke dalam 20 jenis asam amino penyusun protein dengan empat rantai karbon yang berperan sebagai inhibitor utama *neurotransmitter* pada korteks mamalia sejak pertama kali ditemukan sebagai bagian integral dari sistem saraf pusat pada mamalia (Cho dan Lim, 2016; Boonstra, dkk., 2015). Kandungan GABA pada biji kasar cukup rendah, namun perkecambahan mampu meningkatkan akumulasi GABA setelah proses perkecambahan (Ohtsubo, dkk., 2005; Maisont dan Narkrugsa,

2010; Cáceres dkk., 2014). Kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah telah diketahui lebih tinggi daripada beras pecah kulit, namun hal tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti varietas beras dan kondisi perkecambahan (waktu, suhu, perlakuan gas, perlakuan tekanan tinggi, dan larutan perendam) (Banchuen, 2010).

Sintesis GABA biasanya diawali akibat adanya aktivasi enzim glutamat dekarboksilase (GAD) selama proses perendaman. Aktivitas tersebut meningkat seiring dengan waktu perkecambahan. GAD mengkatalisis proses dekarboksilasi asam glutamat dan CO_2 serta terjadi pada rentang suhu opimum akivitas enzim tersebut pada rentang suhu antara 20–40^{o}C (Cáceres, dkk., 2017).

GABA memiliki peran sebagai inhibitor utama neurotransmitter di dalam korteks manusia (Boonstra, dkk., 2015). GABA memiliki beberapa manfaat di bidang kesehatan, di antaranya sebagai agen antihipertensi, diuretik, dan juga memberikan efek penenang dan penghambat *neurotransmitter* pada fungsi simpatik pada otak (Su, dkk., 2003; Komatsuzaki, dkk., 2007; Huang, dkk., 2007). Penelitian Byun, dkk. (2018) menunjukkan bahwa subjek yang diberi perlakuan GABA dari turunan beras pecah kulit mampu memperbaiki tidak hanya kualitas tidur secara subyektif, tetapi juga perbaikan kualitas tidur secara obyektif tanpa menyebabkan efek samping.

V. PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK

Selama proses perkecambahan, enzim-enzim yang endogenus di dalam biji-bijian menjadi aktif dan mengubah senyawa yang memiliki molekul besar seperti protein, polisakarida pati dan non-pati, menjadi senyawa yang lebih kecil (Komatsuzaki, dkk., 2007; Srisang, dkk., 2011; Tortayeva, dkk., 2014). Hal tersebut mengakibatkan perubahan sifat fisikokimia pada beras pecah kulit berkecambah.

Pati merupakan komponen mayor pada beras pecah kulit. Kadar pati pada beras pecah kulit mengalami penurunan akibat dari proses perkecambahan (Maisont dan Narkrugsa, 2010; Pinkaew, dkk., 2017). Penurunan kadar pati pada beras pecah kulit berkecambah disebabkan adanya degradasi molekul pati oleh adanya enzim-enzim seperti α-amilase, β-amilase, dan invertase. Enzim tersebut mampu menghidrolisis molekul pati menjadi molekul yang lebih kecil seperti dekstrin, glukosa, fruktosa untuk menyediakan energi bagi pertumbuhan benih/biji dan juga menghasilkan rasa manis pada beras pecah kulit berkecambah (Wichamanee dan Teerarat, 2012). Musa, dkk. (2011) dan Pinkaew, dkk. (2017) melakukan isolasi pati beras berkecambah pada campuran varietas MR219 dan MR220 (Malaysia) menunjukkan adanya penurunan kadar amilosa pada pati beras pecah kulit berkecambah jika dibandingkan dengan beras pecah kulit.

Perkecambahan beras pecah kulit dapat memengaruhi karakteristik pasta tepung beras yang dihasilkan. Tepung beras pecah kulit kecambah mengalami penurunan viskositas puncak, *breakdown,* viskositas puncak, dan *setback* secara signifikan (Watchararparpaiboon, dkk. 2010; Wichamanee dan Teerarat 2012). Perubahan tersebut dapat memengaruhi karakteristik fungsional beras selama pemasakan dan penyimpanan. Selain itu, beras pecah kulit berkecambah juga memiliki nilai kekerasan (*hardness*) lebih rendah dibandingkan dengan beras pecah kulit sementara *swelling power* dan kelarutan tetap (Watchararparpaiboon, dkk., 2010).

Kadar protein beras secara umum juga mengalami penurunan selama berkecambah (Maisont dan Narkrugsa 2010; Mohan, dkk., 2010). Menurut Mohan, dkk. (2010), fraksi protein beras pecah kulit berkecambah cukup heterogen dan mengandung beberapa komponen protein dengan bobot molekul yang bervariasi. Meskipun jumlah pita (*bands*) relatif sama, intensitas pita menurun seiring dengan lamanya perkecambahan. Sementara itu, pita protein yang ada pada beras pecah kulit yang berada pada kisaran bobot molekul 45–97 kDa mengalami penurunan intensitas selama berkecambah, namun pada bobot molekul yang lebih rendah (35 kDa) intesitas yang terbentuk relatif sama. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa selama perkecambahan protein dengan bobot molekul tinggi dihidrolisis pada tahap awal perkecambahan. Penurunan kadar protein pada beras pecah kulit berkecambah biasanya

berbanding lurus dengan kandungan asam amino bebasnya. Asam amino bebas seperti asam glutamat, glisin, dan alanin pada beras pecah kulit berkecambah meningkat jauh lebih tinggi dibandingkan dengan beras pecah kulit (Ohtsubo, dkk., 2005).

Lemak merupakan komponen penting pada beras pecah kulit. Beras pecah kulit mengandung asam lemak tidak jenuh yang cukup tinggi. Beras pecah kulit didominasi oleh kandungan asam lemak palmitat, oleat, dan linoleat (Thomas, dkk., 2015). Indriarsih, dkk. (2017) melakukan penelitian perubahan komposisi asam lemak pada beras hitam berkecambah. Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan penurunan penurunan jumlah asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh rantai tunggal, sementara asam lemak jenuh rantai ganda mengalami peningkatan.

Perkecambahan juga telah terbukti mampu memperbaiki karakteristik organoleptik beras pecah kulit. Hasil penelitian Jiamyangyuen dan Ooraikul (2007) menunjukkan adanya perbaikan karakteristik terutama kemudahan saat dimasak dan tekstur yang lebih lunak. Panelis menilai bahwa nasi dari beras pecah kulit berkecambah memiliki karakteristik yang lebih manis, lebih lunak, dan lebih mengembang dibandingkan dengan beras pecah kulit reguler (tanpa perkecambahan). Beras hitam Cempo Ireng yang direndam selama 12 jam dan dilanjutkan dengan perkecambahan 24 jam memiliki tingkat penerimaan panelis paling tinggi untuk atribut rasa, tekstur, penampakan, dan preferensi. Perkecambahan 0 dan 12 jam kurang disukai karena memiliki sedikit rasa pahit dan teksturnya keras, sementara perkecambahan selama 36 jam dan 48 jam memiliki rasa yang tidak enak dan juga telah muncul tunas yang panjang (Indriarsih, dkk., 2017).

VI. KESIMPULAN

Beras pecah kulit berkecambah merupakan salah satu sumber pangan yang menyehatkan karena mengandung banyak sekali senyawa bioaktif, salah satunya adalah GABA. GABA memiliki manfaat sebagai penghambat neurotransmitter di otak yang secara langsung memengaruhi kepribadian dan manajemen stres. Pembuatan beras pecah kulit berkecambah secara umum dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan perendaman penuh, kedua dengan perendaman parsial yaitu kombinasi perendaman dan inkubasi pada lingkungan atmosfer. Peningkatan kandungan GABA pada beras pecah kulit berkecambah dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan stres selama perendaman dan perkecambahan seperti pH rendah, kondisi anaerob, dan kondisi gelap. Selain itu, penambahan asam L-glutamat, hormon giberelin, maupun perlakuan plasma bertekanan rendah terbukti dapat mengoptimalkan kandungan GABA pada beras pecah kulit_ berkecambah.

Selama proses perkecambahan, terjadi beberapa perubahan metabolik yang dapat memengaruhi karakteristik beras pecah kulit berkecambah. Perkecambahan dapat meningkatkan beberapa senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidannya. Peningkatan aktivitas enzim hidrolitik selama perkecambahan juga dapat menghidrolisis komponen pati dan makromolekul lainnya menjadi komponen yang lebih sederhana. Selain itu, perkecambahan juga mampu memperbaiki karakteristik organoleptik beras pecah kulit terutama pada atribut rasa dan teksturnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar, B., Yakasai H.M., Zawawi N., Ismail M. 2017. Compositional analyses of white, brown and germinated forms of popular Malaysian rice to offer insight into the growing diet-related diseases. *Journal of Food and Drug Analysis.* Vol. 30. Jun: 1–10. doi:10.1016/j.jfda.2017.06.010.

Astawan, M., Febrinda A.E. 2010. Potensi Dedak dan Bekatul Beras sebagai Ingredient Pangan dan Produk Pangan Fungsional. *Jurnal Pangan*. Vol. 19 (1): 14–21.

Babu, P.D., Subhasree R.S., Bhakyaraj R., Vidhyalakshmi R. 2009. Brown Rice-Beyond the Color Reviving a Lost Health Food -A Review. *American-Eurasian Journal of Agronomy*. Vol. 2:67–72.

Banchuen, J. 2010. *Bioactive compounds in germinated brown rice and its application*. PhD Thesis at Prince of Songkla University.

Bewley, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. *Plant Cell*. Vol. 9. Jul:. 1055–1066. doi:10. 1093/ jxb/erw028.

Boonstra, E., Kleijn R.D., Colzato L.S., Alkemade A., Forstmann B.U., Nieuwenhuis. 2015.

Neurotransmitters as food supplements: the effects of GABA on brain behavior. *Frontiers in Psychology*. Vol. 6. Oct: 1–6.

Byun, J.I., Shin Y.Y., Chung S.E., Shin W.C. 2018. Safety and efficacy of Gamma-aminobutyric acid from fermented rice germ in patients with insomnia symptoms: A randomized, double-blind trial. *Journal of Clinical Neurology (Korea).* Vol. 14(3): Jan:291–295.

Cáceres, P.J., Martínez-Villaluenga C., Amigo L., Frias J. 2014. Maximising the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions. *Food Chemistry*. Vol. 152. Nov: 407–414. doi:10.1016/j. foodchem.2013.11.156.

Cáceres, P.J., Peñas E., Martinez-Villaluenga C., Amigo L., Frias J. 2017. Enhancement of biologically active compounds in germinated brown rice and the effect of sun drying. *Journal of Cereal Science*. Vol. 73. Nov:1–9. doi:10.1016/ j.jcs.2016.11.001.

Charoenthaikij, P., Jangchud A., Piyachomkwan K., Tungtrakul P., Prinyawiwatkul W. 2009. Germination conditions affect physicochemical properties of Germinated Brown Rice flour. *Journal of Food Science*. Vol 74. Nov: 658–665.

Chen, H.H., Chang H.C., Chen Y.K., Hung C.L., Lin S.Y., Chen Y.S. 2016. An improved process for high nutrition of germinated brown rice production: Low-pressure plasma. *Food Chemistry*. Vol. 191:. 120–127. doi:10.1016/j. foodchem.2015.01.083.

Cho, D.H., Lim S.T. 2016. Germinated brown rice and its bio-functional compounds. *Food Chemistry*. Vol. 196:259–271. doi:10.1016/j. foodchem.2015.09.025.

Esa, N.M., Kadir K.A., Amom Z., Azlan A. 2013. Antioxidant activity of white rice , brown rice and germinated brown rice (in vivo and in vitro) and the effects on lipid peroxidation and liver enzymes in hyperlipidaemic rabbits. *Food Chemistry*. Vol. 141: 1306–1312. doi:10.1016/j. foodchem.2013.03.086.

Gong, E.S., Luo S.J., Liu C.M., Zhang G.W., Chen J., Zeng Z.C., Liu R.H. 2017. Phytochemical profiles and antioxidant activity of brown rice varieties. *Food Chemistry*. Vol. 227:432–443.

Guo, W., Beta T. 2013. Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals. *Food Research International*. Vol. 51(2) : 518–525.

Han, A., Jinn J.R., Mauromoustakos A., Wang Y.J. 2016. Effect of parboiling on milling, physicochemical, and textural properties of medium and long-grain germinated brown rice. *Cereal Chemistry*. Vol. 93: 47–52. doi:10.1094/ CCHEM-01-15-0013-R.

Huang, J., Mei L.H., Wu H.. 2007. Biosynthesis of γ-aminobutyric acid (GABA) using immobilized whole cells of Lactobacillus brevis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. Vol. 23: 865–871.

Hayakawa, K., Kimura M., Kasaha K., Matsumoto K., Sansawa H., Yamori Y. 2004. Effect of a gamma-aminobutyric acid enriched dairy product on blood pressure of spontaneously hypertensive and normotensive Wistar–Kyoto rats. *British Journal of Nutrition.* Vol. 92:411–417.

Indriarsih, S., Astuti M., Kanoni S., Rahayu E.S. 2017. Fatty acid composition and physicochemical properties in germinated black rice. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. Vol. 14: 29–36.

Ito, S., Ishikawa Y. 2004. Marketing of value-added rice products in Japan: germinated brown rice and rice bread. Makalah disampaikan pada *FFAO International Rice Year, 2004 Symp*.:1–10.

Jiamyangyuen, S., Ooraikul B. 2007. The physico-chemical, eating and sensorial properties of germinated brown rice. *Journal of Food Agriculture and Environment*. Vol. 6(2):119–124.

Kaosa-ard, T., Songsermpong S. 2012. Influence of germination time on the GABA content and physical properties of germinated brown rice. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. Vol. 5: 270–283.

Kiing, S.C., Yiu P.H., Rajan A., Wong S.C. 2009. Effect of germination on ɣ-orizanol content of selected Sarawak rice cultivars. *American Journal of Applied Science.* Vol. 6(9):1658–1661.

Komatsuzaki, N., Tsukahara K., Toyoshima H., Suzuki T., Shimizu N., Kimura T. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*. Vol. 78: 556–560. doi:10. 1016/j.jfoodeng.2005.10.036.

Liu, R., He X., Shi J., Nirasawa S., Tatsumi E., Li L., Liu H. 2013. The effect of electrolyzed water on decontamination, germination and ɣ-aminobutyric acid accumulation of brown rice. *Food Control*. Vol. 33: 1–5.

Maisont, S., Narkrugsa W. 2010. The effect of germination on GABA content, chemical composition, total phenolics content and antioxidant capacity of Thai waxy paddy rice. *Kasetsart J. - Nat. Sci.* Vol. 44. May:912–923.

Mohan, B., Malleshi N.G., Koseki T. 2010. Physico-chemical characteristics and non-starch polysaccharide contents of Indica and Japonica brown rice and their malts. *LWT - Food Science*

and Technology. Vol. 43:784–791. doi:10.1016/j.lwt.2010.01.002.

Musa, A.S.N., Umar I.M., Ismail M. 2011. Physico-chemical properties of germinated brown rice (Oryza sativa L .) starch. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 10. Apr: 6281–6291. doi:10.5897/ AJB10.2639.

Nakagawa, K., Onota A. 1996. Accumulation of g-aminobutyric acid (GABA) in the rice germ. *Shokuhin Kaihatsu*. Vol. 31: 43–46.

Oh, C. H., Oh S. H. 2004. Effect of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *Journal of Medicinal Food*. Vol. 7(1):19–23.

Ohtsubo K., Suzuki K., Yasui Y., Kasumi T. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *Journal of Food Composition and Analysis.* Vol. 18. Oct : 303–316. doi:10.1016/.jfca.2004.10.003.

Okada, T., Sugishita T., Murakami T., Murai H., Saikusa T., Horio T. 2000. Effect of the defatted rice germ enriched with GABA for sleepless, depression, autonomic Disorder by oral administration. *Nippon Shokuhin Kagaku Kougaku Kaishi.* Vol. 47(8): 596–603.

Okarter, N., Liu C.S., Sorrells M.E., Liu R.H. 2010. Phytochemical content and antioxidant activity of six diverse varieties of whole wheat. *Food Chemistry*. Vol. 119(1):249–257.

Omori, M., Yano T., Okamoto J., Tsushida T., Murai T., & Higuchi M. 1987. Effect of anaerobically treated tea (gabaron tea) on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Nippon Nogeikagaku Kaishi.* Vol. 61(11):1449–1451.

Patil, S.B., Khan K. 2011. Germinated brown rice as a value added rice product : A review. *Journal of Food Science and Technology.* Vol. 48 (6). Nov/Dec: 661–667. doi:10.1007/s13197-011-0232-4.

Pinkaew, H., Wang Y.J., Naivikul O. 2017. Impact of pre-germination on amylopectin molecular structures, crystallinity, and thermal properties of pre-germinated brown rice starches. *Journal of Cereal Science*. Vol. 73. Dec: 151–157. doi:10.1016/j.jcs.2016.12.013.

Ravichanthiran, K., Ma Z.F., Zhang H., Cao Y., Wang C.W., Muhammad S., Aglago E.K., Zhang Y., Jin Y., Pan B. 2018. Phytochemical Profile of Brown Rice and Its Nutrigenomic Implications. *Antioxidants*. Vol. 7(6): 71–86. doi:10.3390/antiox7060071.

Sirisoontaralak, P., Nakornpanom N.N., Koakietdumrongkul K., Panumaswiwath C. 2014. Development of quick cooking germinated brown rice with convenient preparation and containing health benefits. *LWT-Food Science and Technology*.Vol. 61: 138–144.

Srisang, N., Prachayawarakorn S., Varanyanond W., Soponronnarit S. 2010. Germinated brown rice drying by hot air fluidization technique. *Drying Technology.* Vol. 29: 55–63. doi: 10.1080/07373937.2010.482691.

Srisang, N., Varanyanond W., Soponronnarit S., Prachayawarakorn S. 2011. Effects of heating media and operating conditions on drying kinetics and quality of germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*. Vol. 107: 385–392. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.06.030.

Su, Y.C., Wang J.J., Lin T.T. 2003. Production of secondary metabolites gamma-aminobutyric acid and monacolin K by monascus. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. Vol. 30. Jan: 41–46.

Sunte, J., Srijesdaruk V., Tangwongchai R. 2007. Effects of soaking and germinating process on gamma-aminobutyric acid (GABA) content in germinated brown rice (Hom mali 105). *Agricultural Science Journal (Suppl)*. Vol. 38:103–106.

Suzuki, K., Maekawa T. 2000. Induction of homogeneous rooting control in liquid cultured brown rice using hypoxic conditions. *Seed Science and Technoogy*. Vol. 28: 367–379.

Thomas, R., Bhat R., Kuang Y.T. 2015. Composition of amino Acids , fatty acids , minerals and dietary fiber in some of the local and import rice varieties of Malaysia. *International Food Research Journal*. Vol. 22. Oct: 1148–1155.

Tortayeva, D.D., Hettiarachchy N., Horax R., Eswaranandam S., Jha A.. 2014. Effects of germination on nutrient composition of long grain rice and its protein physico-chemical and functional properties. *Journal of Food and Nutrition*. Vol. 1. Oct:1–9.

Watanabe, M., Maeda T., Tsukahara K., Kayahara H., Morita N. 2004. Application of pregerminated brown rice for bread-making. *Cereal Chemistry*. Vol. 81, pp. 450–455. doi: 10.1094/CCHEM.2004.81.4.450.

Watchararparpaiboon, W., Laohakunjit N., Kerdchoechuen O. 2010. An improved process for high quality and nutrition of brown rice production. *Food Science and Technology International*. Vol. 16:147–158. doi:10.1177/1082013209353 220.

Wichamanee, Y., Teerarat I. 2012. Production of germinated red jasmine brown rice and its physicochemical properties. *International Food Research Journal*. Vol. 19: 1649–1654.

Zhang, Q., Xiang J., Zhang L., Zhu X., Evers J., van

der Werf W., Duan L. 2014. Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice. *Journal of Functional Foods*. Vol. 10: 283–291. doi:10. 1016/j. jff.2014.06.009.

BIODATA PENULIS:

Hadi Munarko dilahirkan di Rembang, 04 Januari 1993. Menyelesaikan pendidikan S1 teknologi pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2015.

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 Mate-rials Science* di Yuan Ze University Taiwan tahun 2010, dan pendidikan S3 *Chemical and Process Engineering, Technische Universität Berlin*, Jerman tahun 2016.

Feri Kusnandar dilahirkan di Bogor, 26 Mei 1968. Menyelesaikan pendidikan S1 teknologi pangan dan gizi, Institut Pertanian Bogor tahun 1992, pendidikan S2 ilmu pangan di University Putra Malaysia tahun 1998, dan S3 Ilmu Pangan di *University of Newcastle* tahun 2003, Australia.

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.

Halaman ini sengaja dikosongkan

PETUNJUK PENULISAN "PANGAN"

ISI DAN KRITERIA UMUM

Pangan, terbit 4 (empat) 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 biji-bijian *(grains)*, umbi-umbian *(tuber)*, kacang-kacangan *(legumes/pulses),* minyak pangan *(edible oils)*, gula *(sugar)*. 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, pandahuluan, 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, pandahuluan, 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 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 Pascapanen.

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 kertasa 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

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, Divisi Renstra dan Riset, 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