

## Evaluasi Karakteristik Mutu Giling, Mutu Tanak, dan Kandungan Protein-Besi Kompleks pada Beberapa Genotipe Padi

Siti Dewi Indrasari<sup>1</sup>, Aan A. Daradjat<sup>1</sup>, Ida Hanarida<sup>2</sup>, dan Komari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang, Jawa Barat

<sup>2</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

Jl. Tentara Pelajar 3A Bogor, Jawa Barat

<sup>3</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan

Jl. Semeru Bogor, Jawa Barat

**ABSTRACT. Evaluation of Milling and Cooking Quality Characteristics and Protein-Iron Complex in Some Rice Genotypes.** Biofortification is an approach to correct micronutrient malnutrition, such as iron deficiency anemia, through iron dense rice. A number of rice genotypes were evaluated for milling and cooking quality and protein-Fe complex content. We measured physical characteristics of hulled rice and milled rice, physico-chemical characteristics of cooked rice quality, nutrient components, protein fractionation and iron bioavailability in several rice genotypes. All data were observed from duplo samples per genotype. Correlation between iron content in rice grain and *in vitro* digestibility was analyzed by linear regression. The difference of mean percentage for fraction of recovery protein, and iron percentage over iron-protein complex was tested by t test. The result indicated that physical characteristics of all genotypes fulfilled the standard quality of un-hulled and hulled rice of SNI. Based on analyses of amylose content, these lines showed medium (20.1-25%) and low amylose content (12.1-20%). There was negative correlation between iron content and *in vitro* digestibility. The percentage of fraction for recovery protein and percentage of iron in iron-protein complex differed between genotypes tested. Iron bioavailability tended to raise as an iron-protein complex content within genotypes increased. There is an indication that in *in vitro* condition grain milled rice protein molecule is able to release iron ion. Further study is needed to reveal more information on iron bioavailability on cooked rice for human.

Keywords: Rice genotypes, biofortification, iron-protein complex

**ABSTRAK.** Biofortifikasi merupakan salah satu cara untuk menanggulangi malnutrisi zat gizi mikro, seperti anemia gizi besi melalui pemuliaan tanaman padi. Suatu penelitian untuk menilai sifat mutu giling, mutu tanak, dan kandungan protein besi kompleks dilakukan terhadap sejumlah genotip padi. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran sifat fisik gabah dan beras, sifat fisiko-kimia mutu tanak nasi, komposisi zat gizi beras, fraksinasi protein serta bioavailabilitas zat besi beberapa galur padi. Semua analisis dilakukan secara duplo, hubungan antara kadar besi pada butiran beras, dan daya cerna secara *in vitro* dianalisis dengan regresi linier. Perbedaan persentase fraksi protein rekoveri, dan besi dalam protein-besi kompleks diuji dengan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik gabah dan beras telah memenuhi standar mutu SNI. Berdasarkan kandungan amilosa, sampel yang dianalisis termasuk galur beramilosa sedang (20,1-25%) dan rendah (12,1-20,0%). Ada indikasi nyata terjadinya hubungan yang bersifat negatif antara kandungan besi pada beras dengan daya cerna secara *in vitro*. Terdapat perbedaan persentase fraksi protein rekoveri dan persentase besi dalam protein-besi kompleks di antara galur/varietas yang diuji. Bioavailabilitas besi cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan protein besi kompleks. Ada indikasi dalam kondisi *in vitro* molekul protein beras mampu melepaskan ion Fe.

Perlu penelitian lebih lanjut untuk menggali informasi yang lebih spesifik tentang ketersediaan besi untuk manusia yang mengkonsumsi beras.

Kata kunci: galur padi, biofortifikasi, protein-besi kompleks

Di Indonesia sumbangan beras terhadap total kebutuhan energi, protein dan zat besi masing-masing sebesar 63,1%, 37,7%, 25-30% (Indrasari *et al.* 1997). Di Banglades dan Filipina beras menyumbang 40-55% terhadap total kebutuhan zat besi (Bouis *et al.* 2000).

Anemia gizi besi merupakan salah satu masalah gizi yang cukup serius di Indonesia. Prevalensi anemia gizi besi pada anak balita adalah 55,1%, anak sekolah 31%, ibu hamil 63,5% dan pekerja kasar 35% (Direktorat Bina Gizi Masyarakat 1993). Salah satu faktor penyebab anemia gizi besi adalah kurangnya kandungan zat besi pada makanan yang dikonsumsi.

Biofortifikasi atau upaya peningkatan kandungan gizi (mineral dan vitamin) produk pertanian melalui proses persilangan intra dan atau interspesies tanaman secara konvensional maupun inkonvensional merupakan paradigma baru dalam menanggulangi masalah gizi. Upaya peningkatan kandungan zat besi pada padi telah dilakukan secara konvensional di Balai Besar Penelitian Tanaman Padi sejak tahun 2001 dengan memanfaatkan varietas Maligaya Spesial 13 (IR68144-3B-2-2-3) asal Filipina yang memiliki kandungan zat besi tinggi dan sejumlah varietas padi nasional sebagai tetua persilangan.

Diidentifikasi bahwa pada butiran beras terbentuk molekul protein kompleks. Pada dasarnya protein memiliki dua kutub momen dipol, masing-masing pada gugus amina dan gugus karboksil, sehingga protein mempunyai sifat zwitter ion. Pada titik isoelektris (pH 4,0-4,5) protein bersifat netral, sedangkan pada pH rendah (pH < 4,0) protein bermuatan positif pada gugus amina, dan pada pH tinggi atau di atas pH titik isoelektris (pH > 4,5) protein akan bermuatan negatif pada gugus karboksil.

Pada butiran beras terbentuk senyawa protein kompleks, oleh sebab itu pH di dalam butir beras berada di atas titik isoelektris, sehingga protein bermuatan negatif. Berkaitan dengan itu, protein mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan ion logam, baik ion logam monovalen maupun polivalen, salah satu di antaranya adalah ion besi (Fe).

Ion logam dalam biji tanaman umumnya terikat oleh asam fitat dalam bentuk fitin, sedangkan sebagian besar fitin (fitat) berada dalam lapisan aleuron dan perikarp, Fitin termasuk mineral yang terdapat pada butiran beras, kandungannya akan menurun atau hilang akibat proses penyosohan. Demikian pula ion Fe yang terikat pada kompleks protein butiran padi akan kurang bermanfaat apabila ketersediaan besi yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh (bioavailability) rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari mutu fisik gabah dan beras, sifat kimia, fisikokimia dan mutu gizi beras serta sifat protein-besi kompleks dan daya cernanya pada beberapa galur padi.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah galur-galur padi yang berkadar besi cukup tinggi dan varietas Ciherang. Galur-galur tersebut adalah BP146P-KN-62-PN-1-4, BP138E-KN-36-2-2, IR65600-21-2-2-2, IR66750-6-2-1, dan IR71218-39-3-2-MR-7. Varietas Ciherang diperoleh dari Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. IR68144-3B-2-2-3 yang merupakan galur kaya besi diperoleh dari IRRI, Filipina.

Contoh gabah sebanyak 1 kg gabah kering dari masing-masing galur/varietas diproses menjadi beras dan selanjutnya dianalisis elemen mutunya seperti, rendemen beras giling, beras kepala, beras patah, dan menir dengan metode baku (Pusat Standardisasi dan Akreditasi 1999), kadar air dengan metode AOAC (1984), densitas dengan menggunakan alat Weight per Bushel Tester, gabah hampa, butir hijau + kapur, butir kuning + rusak dan butir merah. Khusus untuk mutu giling dilakukan pengukuran rendemen beras giling, derajat sosoh, derajat putih, translusensi, beras patah, menir, butir kapur, butir kuning + rusak, butir merah, butir gabah dan bentuk beras (perbandingan panjang dan lebar beras). Karakteristik fisikokimia dan gizi beras dilaksanakan dengan mengukur kadar amilosa dengan metode Sun-hun dan Matheson (1990); konsistensi gel dengan metode Cagampang *et al.* (1973); penyerapan air (*water uptake ratio*), pengembangan volume nasi dan protein dengan metode Fardiaz *et al.* (1988). Analisis zat besi butiran padi dilakukan di laboratorium WAITE Analytical Service, University of Adelaide, Australia dengan

menggunakan alat ICP (*Inductively Couple Plasma*). Analisis proksimat menggunakan metode AOAC (1984) dan daya cerna besi diukur dengan metode Miller *et al.* (1981). Bobot molekul protein ditentukan dengan metode SDS-PAGE (Weber and Osborn 1969). Semua pengukuran tersebut dilakukan secara duplo, sehingga data yang terkumpul merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Hubungan antara daya cerna dengan kandungan besi butiran beras dianalisis dengan model regresi linier, sedangkan beda rata-rata kandungan protein rekoveri dan protein-besi kompleks antargalur/varietas mengacu kepada varietas pembanding (IR68144-3B-2-2-3) diuji dengan statistik t berpasangan dengan formula seperti dijelaskan oleh Snedecor dan Cochran (1968):

$$t = \frac{\bar{x}_i - \mu}{S_d / \sqrt{n}}$$

di mana

$\bar{x}_i$  = nilai rata-rata galur ke-i

$\mu$  = nilai rata-rata varietas pembanding

$S_d$  = simpangan baku

n = jumlah pengamatan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Mutu Fisik

#### Mutu Fisik Gabah

Komponen mutu fisik gabah yang berperan dalam menentukan daya simpan adalah kadar air. Kadar air yang tinggi memicu terjadinya kerusakan gabah akibat proses kimia, biokimia, maupun mikrobiologis. Menurut standar mutu gabah SNI No. 0224-1987/SPI-TAN/01/01/1993, persyaratan khusus kadar air gabah untuk pengadaan pangan dalam negeri maksimal 14% untuk semua kelas mutu gabah. Dengan demikian, dilihat dari kadar air, semua gabah sampel yang dianalisis telah memenuhi standar yang ditetapkan.

Pengukuran densitas gabah berguna untuk mengetahui rendemen beras giling. Densitas gabah merupakan ukuran yang menggambarkan bobot gabah per satuan volume yang dinyatakan dalam satuan g/l. Bobot 1000 butir juga menentukan rendemen beras giling. Menurut Suismono *et al.* (2003), semakin besar densitas dan bobot 1000 butir semakin besar pula rendemen beras giling. Densitas gabah varietas padi di Indonesia berkisar antara 454,4-577,0 g/l. Dengan demikian semua sampel gabah berada dalam kisaran densitas tersebut.

Galur IR65600-21-2-2-2 yang mempunyai rendemen beras giling tertinggi (67,1%) mempunyai densitas 480 g/l dan bobot 1000 butir 22,7 g (Tabel 1). Rendemen beras giling dari beberapa varietas padi di Indonesia berkisar antara 65-66% (Suismono *et al.* 2003).

Butir hampa semua galur yang diuji telah memenuhi standar mutu gabah SNI No. 0224-1987/SPI-TAN/01/01/1993 untuk kelas mutu II, kecuali Ciherang yang memenuhi kelas mutu III. Untuk butir hijau + kapur, galur BP146D-KN-62-PN-1-4, BP138E-KN-36-2-2, dan IR65600-21-2-2-2 memenuhi standar mutu gabah kelas II, dan sisanya galur IR66750-6-2-1, IR71218-39-3-2-MR-7, IR68144-3B-2-2-3 dan Ciherang memenuhi standar mutu gabah kelas III (Tabel 1).

**Mutu Fisik Beras**

Beras kepala merupakan komponen mutu fisik beras yang secara langsung berpengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen. Konsumen menyukai beras giling dengan kadar beras kepala tinggi. Standar mutu beras giling berdasarkan SNI No. 01-6128-1999 untuk kelas mutu III, IV dan V mensyaratkan kadar beras kepala minimal berturut-turut 84%, 73%, dan 60% dengan kadar air 14%. Dibandingkan dengan persyaratan SNI, maka galur BP146D-KN-62-PN-1-4 telah memenuhi standar

mutu kelas III, sedangkan galur lainnya (BP138E-KN-36-2-2, IR65600-21-2-2-2, IR66750-6-2-1, IR68144-3B-2-2-3) dan Ciherang hanya memenuhi standar mutu kelas IV, namun sudah memenuhi standar untuk pengadaan beras dalam negeri yang telah ditetapkan BULOG. Galur IR71218-39-3-2-MR-7 tidak memenuhi standar mutu kelas V (Tabel 2).

Sebaliknya, dengan kadar beras patah yang tinggi, penerimaan konsumen menurun. Hanya galur BP146D-KN-62-PN-1-4 yang memenuhi standar mutu kelas III (maksimum 15%). Galur lainnya (BP138E-KN-36-2-2, IR65600-21-2-2-2, IR66750-6-2-1, IR68144-3B-2-2-3) dan varietas Ciherang memenuhi standar mutu kelas IV (maksimal 25%). Galur IR71218-39-3-2-MR-7 tidak memenuhi standar mutu kelas V (maksimum 35%) (Tabel 2). Dengan demikian, hanya galur IR71218-39-3-2-MR-7 yang tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Salah satu faktor yang menentukan tingginya kadar beras patah adalah genetik, teknik pengeringan, dan kadar air. Dalam proses penggilingan, apabila kadar air gabah terlalu rendah mengakibatkan kadar butir patah tinggi. Suismono *et al.* (2003) menyatakan bahwa beras dengan butir bulat memiliki persentase beras patah lebih tinggi dibandingkan dengan beras dengan butir panjang. Data pada Tabel 2 mengindikasikan bahwa bentuk gabah (bulat atau panjang) yang tidak konsisten

Tabel 1. Mutu fisik gabah galur padi berkadar besi tinggi.

Galur/varietas	Kadar air (%)	Densitas (g/l)	Bobot 1000 butir (g)	Butir hampa + kotoran (%)	Butir hijau + kapur (%)	Rendemen BPK (%)	Rendemen beras giling (%)
BP146D-KN-62-PN-1-4	12,8	502,0	22,91	1,10	1,54	77,84	64,26
BP138E-KN-36-2-2	11,6	481,0	25,92	1,26	1,48	78,44	63,85
IR65600-21-2-2-2	11,7	480,0	22,66	0,50	4,02	81,00	67,09
IR66750-6-2-1	11,2	456,5	22,76	0,38	8,60	78,04	61,41
IR71218-39-3-2-MR-7	10,8	474,0	26,48	0,24	8,74	77,75	63,85
IR68144-3B-2-2-3	11,4	493,0	17,79	1,86	8,14	76,04	63,74
Ciherang	11,5	480,0	22,58	2,66	6,76	74,38	63,46

Tabel 2. Mutu fisik beras galur padi berkadar besi tinggi.

Mutu fisik	BP146D	BP138E	IR65600	IR66750	IR71218	IR68144	Ciherang
Kadar air (%)	12,20	12,10	11,1	11,30	11,10	10,30	11,20
Beras kepala (%)	93,21	79,43	77,69	78,79	55,38	76,95	73,42
Beras patah (%)	6,21	19,29	21,13	18,98	42,23	20,42	25,08
Menir (%)	0,58	1,28	1,18	2,23	2,39	2,63	1,50
Butir kapur (%)	0,56	0,59	0,21	0,11	0,11	0,44	1,17
Butir kuning (%)	0,19	0,53	0,92	0,84	2,68	2,20	1,10
Derajat putih (%)	45,7	51,3	46,8	47,2	43,4	40,7	45,1
Translusensi	2,44	2,20	3,09	2,56	2,39	2,11	2,33
Derajat sosoh (skala Satake Milling Meter)	118	142	128	126	108	94	115
Panjang (mm)	6,62	6,12	5,32	4,84	5,27	5,97	7,08
Lebar (mm)	2,87	2,71	2,65	2,89	3,00	2,16	2,19
Rasio P/L	2,44	2,20	3,09	2,56	2,39	2,11	2,33

berkaitan dengan tinggi rendahnya persentase beras patah. Nampaknya aspek kadar air dan karakter lainnya dari varietas, lebih dominan menentukan persentase beras pecah.

Untuk pengadaan pangan dalam negeri, BULOG mengacu pada standar mutu beras kelas mutu IV SNI No. 01-6128-1999 dengan sedikit perbedaan. Pada standar tersebut butir menir dalam beras giling maksimum 2%. Dengan demikian galur BP138E-KN-36-2-2, IR65600-21-2-2-2, dan Ciherang telah memenuhi standar mutu kelas IV, sedangkan galur IR66750-6-2-1, IR71218-39-3-2-MR-7, dan IR68144-3B-2-2-3 memenuhi standar mutu kelas V (Tabel 2).

Butir kapur dan butir kuning/rusak merupakan komponen yang dipertimbangkan konsumen dalam memilih beras yang akan dibeli. Pada umumnya konsumen tidak menyukai beras giling dengan kadar butir kapur dan butir kuning/rusak yang tinggi. Bila mengacu pada standar SNI beras yang mensyaratkan kadar butir kapur dan butir kuning/rusak maksimum 3%, maka semua sampel telah memenuhi persyaratan tersebut (Tabel 2).

Karakteristik fisik beras giling lainnya yang berperan dalam menentukan tingkat penerimaan adalah warna beras. Kriteria warna beras diukur secara relatif, dibanding dengan warna kristal putih BaSO<sub>4</sub> yang mempunyai nilai derajat putih 87%. Galur BP138E-KN-36-2-2 mempunyai nilai derajat putih tertinggi dibanding galur lainnya dan Ciherang (Tabel 2).

Selain warna putih, kebeningan beras (translusensi) juga berpengaruh langsung terhadap tingkat kesukaan konsumen pada beras giling yang ditawarkan. Konsumen menyukai beras giling berwarna putih dan bening. Kebeningan beras ditentukan oleh sifat genetik dan metode penyosohan beras. Penggunaan alat sosoh yang menggunakan metode friksi (gesekan antarbutiran beras) akan menghasilkan beras dengan nilai kebeningan yang lebih tinggi dibanding metode abrasive (gesekan butiran beras dengan batu gerinda yang mengikis lapisan aleuron). Metode abrasive menghasilkan beras giling yang lebih putih namun kurang bening (Balai

Penelitian Padi dan Badan Urusan Logistik 1989). Galur IR65600-21-2-2-2 mempunyai skor kebeningan yang lebih tinggi (3,09) dibanding sampel lainnya (Tabel 2).

Derajat sosoh merupakan kriteria gabungan antara derajat putih dan kebeningan butiran beras. Tingkat penyosohan beras pecah kulit yang semakin tinggi menghasilkan beras giling dengan derajat giling yang lebih tinggi pula. Pengukuran nilai derajat giling dilakukan secara relatif dengan menggunakan alat Satake Milling Meter. Sebagai pembanding digunakan kristal putih BaSO<sub>4</sub> dengan nilai derajat sosoh 199. Dengan waktu sosoh 3,5 menit menggunakan alat Satake Laboratory (metode abrasive) dengan asumsi menjadi beras giling pada derajat sosoh 90%, ternyata galur BP138E-KN-36-2-2 memiliki nilai derajat sosoh yang lebih tinggi (142) dibanding galur lainnya (Tabel 2).

**Karakteristik Kimia, Fisikokimia, dan Mutu Tanak**

**Sifat Kimia, Fisikokimia dan Mutu Tanak**

Berdasarkan klasifikasi kandungan amilosa, sampel yang dianalisis dapat dibedakan menjadi kelompok galur dengan amilosa rendah (12,1-20,0%) yaitu BP146D-KN-62-PN-1-4, IR65600-21-2-2-2, IR66750-6-2-1, IR71218-39-3-2-MR-7 dan kelompok galur/varietas yang memiliki kadar amilosa sedang (20,1-25,0%) yaitu BP138E-KN-36-2-2, IR68144-3B-2-2-3, dan Ciherang (Tabel 3). Dengan kata lain, nasi dari galur-galur yang berkadar besi tinggi semuanya memiliki tekstur nasi pulen (Juliano 1993). Berdasarkan nilai pengamatan konsistensi gel, semua galur dalam penelitian ini mempunyai tekstur nasi lunak (> 50 mm) (Suismono *et al.* 2003).

Kebutuhan air untuk setiap varietas berbeda, karena daya serap air yang erat keterkaitannya dengan kadar amilosa beras dari antargalur/varietas berbeda. Rata-rata penyerapan air dari beras di Indonesia adalah 2,5 kalinya. Makin besar tingkat penyerapan air makin besar air yang dibutuhkan untuk menanak nasi (Suismono *et al.* 2003). Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa air yang dibutuhkan untuk menanak nasi berkisar antara 3,6-3,9 kali. Tingkat pengembangan volume nasi berkisar antara 3,3-3,9 kali

Tabel 3. Sifat kimia, fisikokimia, dan mutu tanak galur padi berkadar besi tinggi.

Galur/varietas	Amilosa (%)	Konsistensi gel (mm)	Nisbah penyerapan air (WUR)	Nisbah pengembangan volume (VER)
BP146D-KN-62-PN-1-4	14,71	82	3,88	3,56
BP138E-KN-36-2-2	24,81	60	3,70	3,99
IR65600-21-2-2-2	17,53	90	3,73	3,55
IR66750-6-2-1	19,04	85	3,73	3,48
IR71218-39-3-2-MR-7	18,10	82	3,58	3,43
IR68144-3B-2-2-3	22,22	68	3,42	3,31
Ciherang	22,79	65	3,81	3,38

Tabel 4. Kandungan gizi dari galur padi berkadar besi tinggi.

Galur/varietas	Kadar (%)			Energi (kal)
	Abu	Lemak	Karbohidrat	
BP146D-KN-62-PN-1-4	0,44	0,80	104,4	460,7
BP138E-KN-36-2-2	0,39	0,88	100,5	458,2
IR65600-21-2-2-2	0,49	1,11	101,6	461,8
IR66750-6-2-1	0,51	0,95	103,9	463,7
IR71218-39-3-2-MR-7	0,43	0,91	102,2	459,3
IR68144-3B-2-2-3	0,49	1,20	102,0	463,5
Ciherang	0,36	0,90	103,4	462,7
Beras (DKBM 1981)	0,69	0,80	90,7	407,0

dari volume berasnya. Data tersebut berada pada kisaran volume nasi dari beras yang ada di Indonesia sebesar 3,5 kali dari volume berasnya (Suismono *et al.* 2003).

### Kandungan Gizi dan Daya Cerna

Bila dibandingkan dengan data kandungan gizi beras pada Daftar Komposisi Bahan Makanan (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan 1981), maka kadar abu galur-galur padi yang diuji lebih rendah, sedangkan kandungan lemak, karbohidrat, dan energinya lebih tinggi (Tabel 4). Hal tersebut secara umum memberikan indikasi bahwa beras yang berasal dari bahan penelitian ini memiliki kandungan mineral yang rendah. Hal ini dapat terjadi akibat derajat sosoh beras lebih tinggi dari rata-rata derajat sosoh beras di pasaran yang diduga menjadi sampel dalam pengukuran Daftar Komposisi Bahan Makanan.

Kandungan protein galur/varietas yang diuji berkisar antara 7,0% pada galur BP146D-KN-62-PN-1-4 sampai 10,8% pada galur BP138E-KN-36-2-2 (Tabel 5). Kandungan besi berkisar antara 12,9 ppm (Ciherang) sampai 20,7 ppm (IR65600-21-2-2-2). Daya cerna besi terendah terdapat pada galur IR66750-6-2-1 (0,67%) dan tertinggi pada Ciherang (4,32%).

Data pada Tabel 5 memperlihatkan bahwa kandungan besi tidak berkorelasi dengan daya cerna. Namun analisis regresi menunjukkan bahwa antara kandungan zat besi pada beras (X %) dan nilai daya cerna zat besi secara *in vitro* (Y ppm) mempunyai keterkaitan yang bersifat negatif dengan fungsi regresi linier  $Y = 9,25 - 0,375 X$  pada tingkat peluang  $p = 0,037$  dan koefisien determinasi  $R^2$  sebesar 53,8%. Hasil analisis tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar zat besi beras giling, semakin menurun daya cerna zat besi nasi secara *in vitro*. Fenomena tersebut mungkin disebabkan oleh adanya: a) perbedaan sistem matrik dari setiap galur khususnya serat diet, b) faktor anti gizi yang terkandung pada setiap galur yang dapat menghambat pelepasan ion besi, dan c) interaksi kandungan

Tabel 5. Kandungan protein, besi, dan daya cerna (*in vitro*) pada galur-galur berkadar besi tinggi.

Galur/Varietas	Protein (%)	Besi (ppm)	Daya cerna besi ( <i>in vitro</i> ) (%)
BP146D-KN-62-PN-1-4	6,99	15,6	4,21
BP138E-KN-36-2-2	10,82	15,4	2,29
IR65600-21-2-2-2	9,97	20,7	1,00
IR66750-6-2-1	8,07	20,1	0,67
IR71218-39-3-2-MR-7	9,01	19,3	3,18
IR68144-3B-2-2-3	9,77	19,4	2,23
Ciherang	8,62	12,9	4,32

besi dengan protein maupun zat gizi lain yang dapat meningkatkan pelepasan ion besi karena penyerapan protein pada metode *in vitro*.

### Senyawa Protein Besi Kompleks

Data pada Tabel 6 mengindikasikan adanya perbedaan kadar protein rekoveri dan zat besi dalam sistem kompleks protein-besi pada sejumlah fraksinya. Kadar protein rekoveri galur/varietas berkisar antara 0,125-44,54%. Hasil uji t menunjukkan bahwa persentase protein rekoveri fraksi 1 dari galur BP138E-KN-36-2-2 (40,0%) nyata lebih tinggi dari galur/varietas pembanding IR68144-3B-2-2-3 (22,14 %), sedangkan nilai protein rekoveri fraksi 1 dari galur-galur lainnya tidak berbeda nyata.

Persentase protein rekoveri fraksi 2 pada galur IR65600-21-2-2-2, IR71218-39-3-2-MR7, BP138E-KN-36-2-2, dan Ciherang nyata lebih kecil dari varietas pembanding IR68144-3B-2-2-3. Perbedaan lain terjadi pada persentase protein rekoveri fraksi 5 antara varietas pembanding dan galur IR71218-39-3-2-MR7 dan BP138E-KN-36-2-2. Perbedaan persentase besi dalam protein-besi kompleks hanya terjadi antara varietas Ciherang dengan galur/varietas pembanding IR68144-3B-2-2-3 (Tabel 6). Hal itu memberikan indikasi awal bahwa terdapat perbedaan sistem matriks molekul protein yang terbentuk pada masing-masing genotipe. Indikasi tersebut secara nominal muncul pada data persentase fraksi-fraksi besi dalam protein-besi kompleks (Tabel 6). Secara statistik, kecuali untuk nilai pengamatan yang diperoleh pada varietas Ciherang, perbedaan yang muncul pada sebagian besar nilai nominal data persentase fraksi besi dalam protein-besi kompleks tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya variasi data yang muncul, dan sedikit jumlah sampel yang diamati, sehingga nilai duga deviasi baku sangat tinggi, dan nilai uji t cenderung bersifat *under estimate*. Oleh sebab itu, untuk nilai persentase protein rekoveri dan persentase besi dalam protein-besi

Tabel 6, Protein rekoveri (%) dan besi dalam protein-besi kompleks pada sampel.

Varietas/galur	Protein rekoveri (%)					Besi dalam protein-besi kompleks (%)				
	Fraksi				Total	Fraksi				Total
	1	2	3	5		1	2	4	5	
IR68144-3B-2-2-3	22,14a	48,79a	30,40a	0,125a	101,46a	14,54a	11,24a	10,47a	0,125a	36,38 a
IR66750-6-2-1	35,91a	42,02a	21,97a	0,125a	100,03a	18,34a	13,81a	12,92a	0,125a	45,20a
IR65600-21-2-2-2	36,21a	0,125b	44,20a	21,39a	101,93a	8,72a	0,125a	12,11a	9,28a	30,24a
IR71218-39-3-2-MR7	32,58a	0,125b	21,22a	44,54b	98,47a	11,83a	0,125a	12,66a	11,09a	35,71a
BP146D-KN-62-PN-1-4	25,03a	25,55a	47,98a	0,125a	98,69a	12,52a	14,06a	10,63a	0,125a	37,34a
BP138E-KN-36-2-2	39,99b	0,125b	29,40a	33,09b	102,61a	12,92a	0,125a	17,36a	16,11a	46,52a
Ciherang	36,93a	0,125b	43,68a	22,06a	102,80a	39,58b	0,125a	35,61b	34,14b	109,46b
t hit (terbesar)	3,81	3,16	2,24	3,52	2,35	3,40	2,25	3,97	2,71	3,77
t (6; 0,05)	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44

Data ditransfer ke dalam bentuk arcsin

Angka dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan atas uji t berpasangan pada taraf beda nyata 0,05.

kompleks perlu diukur ulang dengan menggunakan sampel yang lebih banyak sehingga dapat lebih mewakili tingkat variasi peubah-peubah tersebut. Walaupun demikian, hasil penelitian memberikan informasi awal yang mampu menjelaskan hasil penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa bioavailabilitas/ketersediaan besi pada beras bervariasi berdasarkan genotipe dan tidak berkorelasi dengan konsentrasi kandungan besi (Glahn *et al.* 2002).

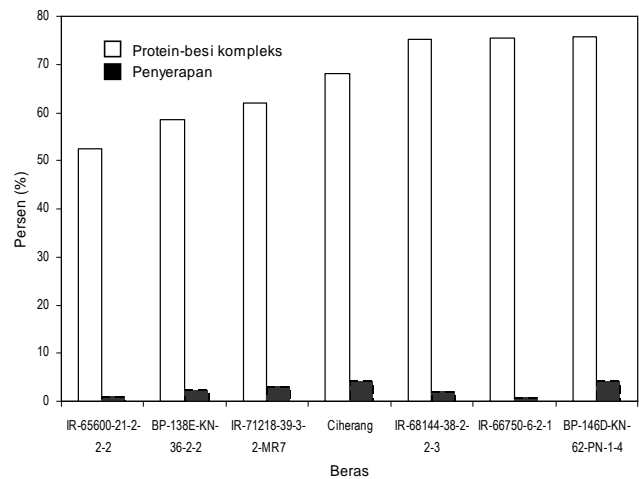
Kandungan protein dalam sistem khromatografi lebih dari 50%, tetapi kandungan besi berdasarkan data penyerapan zat besi pada sistem berkisar antara 1,6-4 ug. Terlihat bahwa kandungan besi pada sistem chromatografi meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan protein, kecuali IR65600 dan IR66750 (Gambar 1).

Ada kecenderungan peningkatan daya cerna dengan meningkatnya kandungan protein besi kompleks. Ada perkecualian pada Ciherang yang mengandung protein besi kompleks rendah tetapi mempunyai penyerapan yang tinggi (Gambar 2).

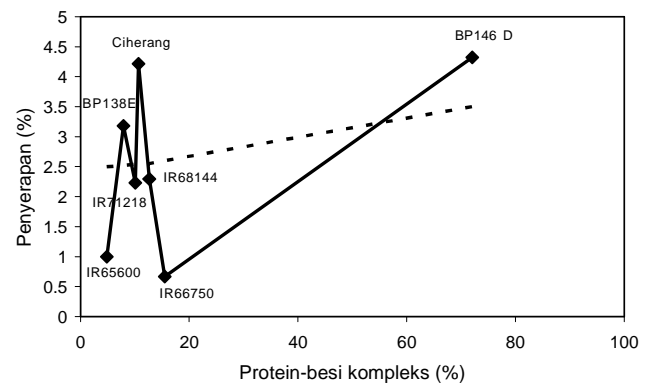
**KESIMPULAN**

Sifat fisik gabah dan beras sampel telah memenuhi standar mutu gabah dan beras (SNI). Berdasarkan kandungan amilosa, sampel yang dianalisis termasuk galur yang memiliki amilosa sedang (20,1-25%) dan rendah (12,1-20,0%).

Ada indikasi nyata terjadinya hubungan yang bersifat negatif antara kandungan besi pada beras dengan daya cerna secara *in vitro*. Terdapat perbedaan persentase fraksi protein rekoveri dan persentase besi



Gambar 1. Protein-besi kompleks dan daya cerna beras.



Gambar 2. Hubungan penyerapan besi terhadap protein besi kompleks.

dalam protein-besi kompleks di antara galur/varietas yang diuji. Bioavailabilitas besi cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan protein besi kompleks.

Dalam kondisi *in vitro*, molekul protein beras mampu melepaskan ion Fe, namun perlu penelitian lebih lanjut untuk menggali informasi yang lebih spesifik tentang ketersediaan besi untuk manusia yang mengkonsumsi beras.

### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemistry. Washington D.C. United States of America.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Badan Urusan Logistik. 1989. Evaluasi dan pengembangan metode penetapan derajat soseok beras giling. Laporan penelitian kerja sama Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Badan Urusan Logistik. Sukamandi. 1989.
- Badan Standardisasi Nasional. 1993. Standar mutu gabah. SNI 0224-1987/SPI-TAN/01/01/1993. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 1999. Standar nasional beras giling No. 01-6128-1999. Jakarta.
- Bouis, H.E., R.D. Graham and R.M. Welch. 2000. The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) micronutrient project: justification and objectives. Food and Nutrition Bulletin. 21(4):374-381.
- Cagampang, C.D., C.M. Perez, and B. O. Juliano 1973. A gel consistency test for eating quality of rice (*Oryza sativa*). Sci. Food. Agric. No. 24. p. 1589-1594.
- Direktorat Bina Gizi Masyarakat. 1993. Info pangan dan gizi. Jaringan Informasi Pangan dan Gizi. Vol IV. No. 4. Departemen Kesehatan.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan. 1981. Daftar komposisi bahan makanan. Bhratara Karya Akasara. Jakarta.
- Fardiaz, D., N. Andarwulan, H. Wijaya, N.L. Puspitasari. 1988. Teknik analisis sifat kimia dan fungsional komponen pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Glahn, R.P., Zhiqiang Cheng, Ross M.W., Gregorio G.B. 2002. Comparison of iron bioavailability from 15 rice genotype: studies using an *in vitro* digestion/Caco-2cell culture model. J. Agric. Food Chem. 50:3586-3591.
- Indrasari, S.D., P. Wibowo, and D.S. Damardjati. 1997. Food consumption pattern based on expenditure level of rural communities in several parts of Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi (unpublished).
- Juliano, B.O. 1993. Rice in human nutrition. International Rice Research Institute dan Food and Agricultural Organization. Rome.
- Miller, D.D. B.R. Schrickler, R.R. Rasmussed, and D. Van Campen. 1981. An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. Am. J. Clin. Nutrition 34:2248-2256.
- Pusat Standardisasi dan Akreditasi. 1999. Standar mutu beras giling. Badan Agribisnis. Departemen Pertanian. Jakarta. 5p.
- Snedecor, G.W, and W.G. Cochran. 1968. Statistical Methods. The Iowa State University Press, USA. p. 593.
- Suismono, A. Setyono, S.D. Indrasari, P. Wibowo, dan I. Las. 2003. Evaluasi mutu beras berbagai varietas padi di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Sun-hun and N.K. Matheson. 1990. Estimation an amylose of starches after preparation of amylopectin by Concau valin-A.Starch/Strake. No. 42. Nr. 85. p. 302-305.
- Weber, K., and M. Osborn. 1969. The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate-polyacrilamide gel electrophoresis. J. Biol.Chem. 244:4406-4412.