

Padi

Buku 3



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor

Padi

Buku 3

Penyunting :

**Edi Soenarjo
Djoko S. Damardjati
Mahyuddin Syam**

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor
1991**

ISBN 979-8161-03-3 (No. jilid lengkap)
979-8161-15-7 (Jilid 3)

Daftar Isi

Prakata		v
Pengendalian Hama Terpadu	<i>I.N. Oka dan Bahagiawati A.H</i>	653
Status Hama Wereng pada Tanaman Padi dan Pengendaliannya	<i>Baehaki S.E dan Mohammad Imam</i>	681
Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi	<i>J. Soejitno</i>	713
Walang Sangit dan Hama Minor Lain	<i>Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi</i>	737
Pengendalian Hama Tikus	<i>Rochman dan Dandi Sukarna</i>	751
Pengendalian Hama Ganjur	<i>Edi Soenarjo</i>	777
Hama Pascapanen dan Pengendaliannya	<i>Suyono dan Dandi Sukarna</i>	801
Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud dan M. Herman</i>	815
Pengendalian Penyakit Jamur	<i>A. Mukelar dan M.K. Kardin</i>	825
Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud</i>	845
Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi	<i>Nasir Saleh dan D.M. Tantera</i>	855
Mutu Beras	<i>Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani</i>	875
Penanganan Pascapanen Padi	<i>Soemardi dan Ridwan Thahir</i>	915
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri	<i>Budi Tangendjaja</i>	943
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan	<i>Budi Tangendjaja</i>	963

Table

1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...
13	...
14	...
15	...
16	...
17	...
18	...
19	...
20	...
21	...
22	...
23	...
24	...
25	...
26	...
27	...
28	...
29	...
30	...
31	...
32	...
33	...
34	...
35	...
36	...
37	...
38	...
39	...
40	...
41	...
42	...
43	...
44	...
45	...
46	...
47	...
48	...
49	...
50	...
51	...
52	...
53	...
54	...
55	...
56	...
57	...
58	...
59	...
60	...
61	...
62	...
63	...
64	...
65	...
66	...
67	...
68	...
69	...
70	...
71	...
72	...
73	...
74	...
75	...
76	...
77	...
78	...
79	...
80	...
81	...
82	...
83	...
84	...
85	...
86	...
87	...
88	...
89	...
90	...
91	...
92	...
93	...
94	...
95	...
96	...
97	...
98	...
99	...
100	...

Prakata

Swasembada beras yang telah dicapai dan dipertahankan sejak tahun 1984 yang lalu tetap merupakan komoditas pertanian terpenting yang mendapat prioritas utama dalam pembangunan pertanian nasional.

Tantangan yang dihadapi dalam meningkatkan produksi beras nasional tampaknya semakin beragam dan kompleks, yang tidak hanya berkaitan dengan faktor iklim, hama, penyakit, dan keseimbangan hara. Faktor sosial-ekonomi seperti beralihnya fungsi lahan subur untuk industri, perumahan, jalan raya, dan komoditas lainnya yang bernilai ekonomi tinggi juga merupakan tantangan yang tidak kalah pentingnya. Padahal produksi beras diharapkan terus meningkat, minimal setara dengan peningkatan jumlah penduduk sebesar 2% per tahun.

Upaya untuk menerapkan teknologi yang sudah tersedia perlu terus didorong sejalan dengan upaya untuk menghasilkan teknologi baru, baik dalam aspek produksi maupun penanganan pascapanen serta hal-hal yang berkaitan dengan diversifikasi dan agro-industri.

Padi Buku 3 ini yang berisi informasi hasil penelitian tentang hama, penyakit, dan penanganan pascapanen melengkapi dua buku sebelumnya yang memuat berbagai aspek lain seperti morfologi padi, perbaikan varietas, pemupukan, pola usahatani, dan mekanisasi pertanian dalam usahatani padi.

Kami berharap agar buku ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam aspek yang berkaitan dengan padi dan kepada semua pihak yang telah membantu sampai diterbitkannya buku ini, kami ucapkan terima kasih.

Bogor, Oktober 1991

Kepala
Pusat Penelitian dan Pengembangan
Tanaman Pangan

Dr. Ibrahim Manwan

Mutu Beras

Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani

Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi

PENDAHULUAN

Kenaikan produksi beras, baik secara intensifikasi melalui perbaikan varietas, dan pancausaha lainnya, maupun dengan ekstensifikasi melalui perluasan areal pertanian, telah membawa pengaruh terhadap keragaman sifat dan mutu beras. Melimpahnya produksi beras yang memenuhi pasaran juga menyebabkan konsumen lebih leluasa memilih mutu beras yang dikehendaki. Dengan demikian, mutu beras akan makin berperan penting dalam penentuan harga.

Tujuan pembangunan pertanian nasional adalah untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani. Peningkatan mutu hasil pertanian, khususnya beras, merupakan salah satu usaha yang dapat memberikan sumbangan terhadap peningkatan pendapatan dan kesejahteraan tersebut. Sementara itu, usaha-usaha pemulia tanaman dalam merakit varietas-varietas unggul baru yang makin memenuhi pasaran akan meningkatkan pula keragaman sifat dan mutu beras. Pembeli akan dihadapkan oleh suatu pilihan antara mutu rupa dan mutu giling beras yang dibeli yang tidak selalu mempunyai korelasi dengan rasa nasinya.

Secara umum, mutu beras dapat dikategorikan atas 4 kelompok yaitu (i) mutu giling, (ii) mutu rasa dan mutu tanak, (iii) mutu gizi, dan (iv) standar spesifik untuk penampakan dan kemurnian biji (30). Sedangkan dalam program pemuliaan padi, komponen dari mutu beras dapat dikelompokkan atas (i) rendemen giling, (ii) penampakan, bentuk, dan ukuran biji, dan (iii) sifat-sifat tanak dan rasa nasi (17). Semua kategori tersebut penting digunakan bersama-sama dalam penetapan kriteria beras yang sesuai dengan tujuan penggunaannya. Walaupun demikian, pada akhirnya penggolongan kriteria mutu beras harus mempunyai hubungan langsung dengan penerimaan konsumen akhir. Karena beras di konsumsi sebagian besar dalam bentuk nasi, maka penetapan kriteria mutu beras didasarkan atas pola konsumsi tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh ahli kimia, teknologi, dan gizi diharapkan dapat menentukan kriteria mutu beras yang dihubungkan dengan sifat fisik, kimia, dan fisikokimia beras, dalam mengidentifikasi sifat dan mutu beras yang dikehendaki konsumen untuk menunjang para pemulia tanaman merakit varietas padi baru. Data tentang sifat dan mutu beras diperlukan pula untuk menentukan metode pengeringan, penyimpanan, prosesing, dan pemasaran beras serta metode pengolahan dalam teknologi pangan.

Dalam makalah ini disajikan secara umum kriteria dan pengertian mutu beras yang meliputi (i) mutu pasar (*market quality*), yaitu mutu giling dan penampakan fisik biji; (ii) mutu rasa dan mutu tanak (*eating quality* dan *cooking quality*), serta faktor-faktor yang mempengaruhi. Mutu gizi beras tidak dibahas dalam makalah ini karena telah disajikan dalam makalah lain.

KRITERIA MUTU BERAS

Tingkat dan standar mutu beras belum pernah diatur atau disepakati oleh sebagian besar pedagang beras di Indonesia (21). Sejak zaman penjajahan Belanda, memang telah dikenal adanya kriteria mutu beras yang berlaku secara lokal dan tidak resmi. Akan tetapi standarisasi dan *grading* beras sebagai kriteria mutu beras yang berlaku dan diterima di seluruh Indonesia, baik oleh produsen, pedagang, maupun oleh konsumen, ternyata belum ada. Satu-satunya usaha yang lebih luas dan besar adalah penetapan tingkat dan mutu beras oleh Badan Urusan Logistik (Bulog) dalam rangka pembelian beras dan gabah untuk menunjang harga bagi petani.

Kalau diperhatikan keadaan di masyarakat, maka *grade* beras yang terdapat di pasaran sangat beragam, macam dan namanya sesuai kebiasaan di masing-masing daerah. Beberapa golongan yang sering dijumpai adalah:

1. berdasarkan asal daerah beras, seperti beras Cianjur, beras Solok, beras Banyuwangi dan sebagainya;
2. berdasarkan jenis atau kelompok varietas padi, dikenal adanya beras Rojolele, beras Bulu, beras IR, dan sebagainya;
3. berdasarkan cara prosesing, sehingga dikenal adanya beras tumbuk dan beras giling;
4. berdasarkan derajat penyosohan, dikenal adanya beras slip I dengan derajat sosoh 1/1 dan beras slip II dengan derajat sosoh 3/4;
5. berdasarkan gabungan antara varietas dengan tingkat penyosohan yang berlaku untuk suatu daerah, sehingga di Jawa Tengah dikenal adanya beras TP, SP, dan BP, di Jawa Barat dikenal adanya beras TA, BGA, dan TC.

Oleh karena evaluasi mutu beras yang berlaku sekarang ini belum dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan baku yang telah ditetapkan dan dipatuhi secara menyeluruh, maka makalah ini mengulas berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, dan fisiko-kimia beras yang merupakan pendekatan obyektif.

MUTU PASAR (MARKET QUALITY)

Standar mutu pasar beras adalah kriteria yang umumnya mempunyai hubungan langsung dengan harga beras. Sekurang-kurangnya standar mutu tersebut memberikan jaminan harga bagi produsen untuk beras yang ditawarkan. Sampai sekarang, kriteria standar mutu beras yang ada merupakan ketetapan oleh Bulog yang digunakan untuk menetapkan mutu beras yang akan dibeli oleh Bulog. Dengan demikian, standar mutu tersebut akan berorientasi terhadap pasar dan tidak berlaku secara meluas dalam transaksi perdagangan bebas, hanya terbatas dalam hubungan dengan Bulog. Oleh karena itu, penetapan standar mutu gabah dan beras yang berlaku lebih luas, yang berlaku dari petani hingga konsumen, sedang disusun oleh Departemen Pertanian.

Mutu pasar secara objektif lebih ditentukan oleh sifat fisik dan penampakan biji beras, yaitu ukuran dan bentuk biji, derajat sosoh, persentase beras pecah, menir, butir rusak, benda asing, dan sebagainya. Pada Tabel 1 dapat dilihat persyaratan mutu beras giling yang ditetapkan oleh Bulog untuk pengadaan beras dalam negeri. Secara umum ada dua kelompok persyaratan yang ditentukan, yaitu persyaratan kualitatif dan persyaratan kuantitatif.

Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif ditentukan dengan penilaian secara subjektif yang meliputi bau, suhu, hama penyakit, dan bahan kimia. Persyaratan ini tidak dinyatakan dalam suatu satuan tetapi ketentuan tidak boleh adanya faktor-faktor tersebut di atas terdapat dalam contoh.

Tabel 1. Persyaratan kualitas beras pengadaan dalam negeri.

Komponen	Kualitas			
	IA	IB	IC	II
Derajat sosoh (min.)	90%	90%	90%	75%
Kadar air (maks.)	.....	14% .....	.....	.....
Butir patah (maks.)	25%	35%	40%	35%
Menir (maks.)	.....	2% .....	.....	.....
Butir kapur (maks.)	.....	3% .....	.....	.....
Butir kuning/rusak (maks.)	.....	3% .....	.....	.....
Butir merah (maks.)	.....	3% .....	.....	.....
Benda asing per kg (maks.)	.....	10 butir .....	.....	.....
		atau 0,5 g		
Dedak dan katul	.....	bersih .....	.....	.....
Hama dan/atau penyakit	.....	bersih .....	.....	.....
Bau apek	.....	tidak ada .....	.....	.....

Catatan: Untuk kualitas IA, IC dan II pembelian hanya dapat dilakukan atas izin Kepala Bulog.

Bau Asing

Bau beras yang tidak dikehendaki terutama disebabkan oleh proses ketengikan minyak yang menghasilkan bau apek dan asam serta bau fermentasi oleh proses fermentasi dari gula. Bau tersebut ditentukan dengan indera penciuman terhadap contoh dengan membandingkan terhadap contoh yang ditentukan atau pembanding lainnya.

Suhu Beras

Suhu beras yang lebih tinggi daripada suhu normal merupakan indikasi adanya proses metabolisme internal dalam beras. Timbulnya panas dalam beras mungkin adanya proses fermentasi maupun pertumbuhan jamur dalam beras. Suhu beras diukur dengan termometer dan dibandingkan dengan suhu normal.

Serangan Hama dan Penyakit

Infestasi hama dan penyakit dalam beras akan sangat menurunkan mutu beras. Dalam persyaratan mutu ini, semua tingkat mutu dalam contoh tidak boleh terdapat tanda-tanda adanya hama penyakit hidup, telur dan kepompong, atau adanya cendawan/jamur baik dalam bentuk spora maupun miselia. Pengamatan dilakukan secara visual tanpa atau dengan alat pembesar.

Bahan Kimia

Dalam kriteria mutu beras juga tidak diperkenankan adanya sisa-sisa insektisida dan atau fungisida serta bahan kimia lainnya. Pengamatan terhadap bahan kimia ini dapat dilakukan secara subjektif dengan indera penciuman. Penetapan efek residu dalam beras dari pestisida dapat dilakukan dengan alat yang lebih canggih seperti, khromatografi gas.

Persyaratan Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif yang ditetapkan sebagian besar ditentukan oleh perlakuan-perlakuan pascapanen. Kecuali faktor butir merah, masalah kemurnian benih, perlakuan papanen, dan varietas tidak mempengaruhi persyaratan mutu beras.

Derajat Sosoh

Pengukuran terhadap derajat sosoh, walaupun dinyatakan dalam bentuk kuantitatif, cara pengukurannya masih secara subjektif. Derajat sosoh merupakan tingkat pembuangan lembaga, lapisan perikarp dan aleuron dari butiran beras dalam proses penyosohan. Derajat sosoh bersama-sama dengan persentase beras patah merupakan komponen utama yang menentukan tingkat mutu beras di Indonesia. Nilai derajat sosoh ditetapkan sebagai 100% untuk tingkat sosoh sempurna, 90% untuk sosoh dengan sisa lapisan sekitar 10%, dan sosoh

75%. Penetapan derajat sosoh dilakukan dengan pengamatan visual dibandingkan dengan contoh baku yang telah ditentukan.

Kadar Air

Kandungan air pada butir beras dalam seluruh tingkat mutu beras tidak boleh kurang dari 14%. Penetapan kadar air dapat dilakukan dengan metode oven maupun dengan alat pengukur kadar air elektronik yang telah dikalibrasi lebih dahulu. Kadar air dinyatakan dalam satuan persen dari beras basah.

Butir Patah

Beras yang tergolong butir patah adalah bila berukuran kurang dari $\frac{3}{4}$ sampai $\frac{1}{2}$ panjang rata-rata beras utuh dan tidak lolos pada ayakan *British standard No.6* (lubang ayakan 1,4 mm). Persentase beras patah dinyatakan dari berat per berat.

Menir

Patahan beras yang lebih kecil dari $\frac{1}{2}$ panjang biji dan lolos pada ayakan *British standard No.6* termasuk kriteria menir. Kandungan menir dalam beras disyaratkan tidak kurang dari 2% untuk seluruh tingkat mutu.

Butir Kapur

Butir-butir yang utuh maupun patah yang lebih dari setengah bagian permukaan mempunyai warna putih seperti kapur digolongkan sebagai butir mengapur. Butir-butir ini terutama berasal dari biji yang masih muda atau karena pertumbuhan yang kurang sempurna atau faktor genetik.

Butir Kuning

Butir utuh dan atau patah yang sebagian atau keseluruhan biji berwarna kuning tergolong sebagai butir kuning. Warna kuning dari biji tersebut terutama disebabkan oleh adanya proses peragian, pembusukan, atau pertumbuhan jamur karena kurang sempurnanya proses pengeringan gabah setelah panen. Gabah dari hasil panen musim hujan yang tidak sempat segera dikeringkan akan banyak menghasilkan butir kuning.

Butir Merah

Adanya campuran varietas lain karena kurang murninya benih yang digunakan akan menimbulkan adanya campuran butir merah yaitu beras yang mempunyai lapisan perikarp berwarna merah.

Benda Asing

Seluruh benda selain beras giling dan yang tercantum dalam kriteria tersebut di atas dapat digolongkan sebagai benda asing, misalnya debu, tanah, butir-butir kecil, sekam, potongan merang, dan sebagainya.

Persyaratan Lain

Persyaratan mutu beras yang ditetapkan oleh Bulog tersebut tampaknya lebih merupakan suatu standar penyimpanan daripada gambaran mengenai preferensi konsumen. Di pasaran internasional, di samping persyaratan tersebut di atas, masih ada lagi beberapa persyaratan fisik yang lebih ditentukan oleh faktor genetik, yaitu penampakan biji, warna dan kejernihan serta densitas biji.

Penampakan Biji

Bentuk, ukuran, berat, dan keseragaman biji merupakan faktor penting dalam industri beras. Dimensi beras menentukan dalam pasaran dan grading beras di pasaran internasional, sehingga mendapat perhatian utama dalam perakitan varietas baru karena menentukan peralatan pengering dan prosesing (30).

Berdasarkan ukuran dan bentuk beras, dalam standardisasi mutu beras di pasaran internasional dikenal 4 tipe ukuran panjang beras, yaitu biji sangat panjang (*extra long*), biji panjang (*long grain*), biji sedang (*medium grain*) dan biji pendek (*short grain*). Sedangkan berdasar bentuknya yang ditetapkan berdasar nisbah panjang/lebar, beras juga dibagi atas 4 tipe, yaitu: lonjong (*slender*), sedang (*medium*), agak bulat (*bold*), dan bulat (*round*) (Tabel 2).

Tabel 2. Standardisasi tipe beras berdasarkan ukuran dan bentuk biji.

Ukuran	Skala USDA	
	Beras pecah kulit	Beras giling
Panjang (mm)		
Sangat panjang (<i>extra long</i>)	7,5	7,00
Panjang (<i>long</i>)	6,61-7,5	6,00-6,99
Sedang (<i>medium</i>)	5,51-6,60	5,50-5,99
Pendek (<i>short</i>)	5,51	5,00
Bentuk (rasio : panjang/lebar)		
Lonjong (<i>slender</i>)	3,0	3,0
Sedang (<i>medium</i>)	2,1 -3,0	-
Agak bulat (<i>bold</i>)	2,1	2,0 -3,0
Bulat (<i>round</i>)	-	2,0

Preferensi terhadap ukuran dan bentuk biji, beragam dari berbagai kelompok konsumen. Sebagian menyukai biji yang pendek bulat, sebagian memilih biji panjang sedang, dan sebagian lainnya menyukai biji yang panjang lonjong. Secara umum penduduk India menyukai biji yang panjang, penduduk Asia Tenggara lebih senang beras biji sedang. Penduduk daerah subtropis (Jepang, Taiwan) memilih biji yang pendek bulat (17). Di pasaran internasional, beras yang berbiji panjang mempunyai permintaan yang tinggi.

Berat per Volume

Penetapan berat per unit volume pada beras tidak diutamakan, tetapi diperlukan dalam kriteria mutu gabah. Beberapa satuan yang berbeda digunakan untuk penetapan kriteria ini, yaitu: *ib* (*imperial bushel*), *wb* (*wisnchester bushel*), dan kg/hektoliter (30). Uji berat per volume ini dipandang penting sebagai kriteria mutu dalam industri beras karena dapat digunakan untuk menduga besarnya rendemen beras giling yang dihasilkan, jumlah kotoran, benda asing, biji hampa atau muda dan jenis gabah (bulu atau cere).

Warna dan Keterawangan biji

Warna, keterawangan (*translusency*) dan pengapuran (*chalkiness*) biji bisa mempengaruhi mutu beras. Keterawangan biji umumnya ditentukan oleh sifat genetik daripada perlakuan pascapanen. Butir mengapur, baik yang sebagian maupun penuh, terutama disebabkan oleh panen yang kurang tepat, gabah muda, dan ketidak serempakan panen. Warna beras lebih ditentukan oleh perlakuan pasca panen. Damardjati (6), melaporkan bahwa kadar protein ternyata mempunyai korelasi negatif dengan derajat keputihan beras.

Rendemen Giling

Dalam penetapan mutu gabah, rendemen giling juga digunakan sebagai salah satu kriteria mutu. Pengertian rendemen giling di sini adalah mencakup rendemen beras kepala dan rendemen total beras giling. Mutu giling beras merupakan kriteria utama dalam penetapan mutu gabah karena mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, yaitu menentukan besarnya jumlah beras yang dihasilkan. Rendemen beras kepala mempunyai keragaman yang lebar yang tergantung dari berbagai faktor, antara lain varietas, tipe biji, butir kapur, kultur teknik, faktor lingkungan lainnya, dan perlakuan pascapanen sejak dari pemanenan, perontokan, pengeringan, penyimpanan hingga penggilingan. Demikian juga rendemen total beras giling juga dipengaruhi oleh perlakuan tersebut di atas dan ditentukan oleh perbandingan sekam, lapisan kulit ari, dan bagian endosperm (30).

MUTU TANAK NASI (*COOKING QUALITY*)

Di Indonesia, mutu tanak belum merupakan kriteria yang berlaku dalam penetapan mutu beras, tetapi di pasaran internasional, khususnya di Amerika Serikat, mutu tanak merupakan salah satu persyaratan mutu beras, terutama dalam hubungannya dengan industri pengolahan beras. Sifat dari mutu tanak lebih ditentukan oleh faktor genetik daripada perlakuan pasca-panen, sehingga sifat ini dimasukkan dalam kriteria dari deskripsi varietas yang akan dilepas.

Sifat umum yang dapat digolongkan dalam pengertian mutu tanak adalah pengembangan volume, nisbah penyerapan air, stabilitas pengalengan pratanak (*parboil canning stability*), waktu tanak, dan sifat viskositas tepung. Akan tetapi, dalam penetapan kriteria mutu tanak dan prosesing digunakan sifat-sifat fisik dan kimia yang dapat diukur secara objektif dengan cepat, mudah, dan murah. Sifat beras yang digunakan sebagai kriteria mutu tanak dan prosesing beras adalah kadar amilosa, uji alkali untuk menduga suhu gelatinasi, kapasitas penyerapan air pada suhu 70° C, stabilitas pengalengan pratanak, dan sifat amilografi (30).

Sifat lain yang disukai konsumen di daerah Asia Tengah adalah pemanjangan biji selama pemasakan. Varietas Basmati yang digolongkan sebagai beras bermutu tanak tinggi mempunyai sifat pemanjangan yang lebih tinggi daripada beras yang lain.

MUTU RASA (*EATING QUALITY*)

Mutu giling dan mutu pasar ternyata tidak mempunyai hubungan dengan mutu tanak dan mutu rasa nasi. Dengan demikian, mutu pasar yang tinggi tidak memberikan jaminan bahwa beras tersebut juga mempunyai mutu yang tinggi dan harga beras yang tertinggi pula. Mutu rasa lebih ditentukan oleh faktor subjektif yang dipengaruhi oleh lokasi, suku bangsa, lingkungan, pendidikan, tingkat golongan, dan jenis pekerjaan dari konsumen. Walaupun belum ada kriteria tertentu yang mapan untuk menetapkan kriteria mutu rasa nasi, akan tetapi di tingkat pasar mutu rasa yang mempunyai hubungan langsung dengan selera dan preferensi konsumen akan lebih menentukan harga beras. Walaupun demikian, karena cita rasa merupakan ungkapan selera pribadi, dalam perdagangan mutu cita rasa tidak dimasukkan ke dalam ketentuan persyaratan mutu beras yang bersifat baku. Akan tetapi, secara tidak langsung faktor mutu rasa sudah termasuk dalam klasifikasi jenis beras atau varietas padi.

Seperti di Pakistan dan India di mana keistimewaan varietas Basmati mendapat premi harga yang tinggi (21), di Indonesia dikenal beberapa jenis beras yang enak rasanya dan dapat digolongkan sebagai beras enak. Sebagai contoh adalah beras Rojolele dan beras Cianjur di Jawa, beras Arias di Sumatera utara, beras Solok di Sumatera Barat, beras Banyuwangi di Jawa Timur, dan beras Bulu di Jawa Tengah. Negara Asean lainnya juga mempunyai beras enak seperti Khao Dawk Mali dari Muangthai, Azucena dan Milfor dari Filipina serta Toyonishiki dan Koshihikari dari Jepang. Dua sifat utama dari beras yang menentukan mutu rasa tersebut adalah penampilan, tekstur, dan aroma nasi.

Evaluasi mutu cita rasa nasi dapat dilakukan secara subjektif dengan uji organoleptik dan secara objektif dengan bantuan alat instrumen seperti alat uji Instron, Texturometer, Plastograf, dan viskoelastograf.

Uji organoleptik dilakukan dengan menyajikan nasi pada 10-12 panelis. Pemasakan nasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, yaitu dengan cara aron kemudian dikukus atau menggunakan *rice cooker*. Kepada panelis dimintakan penilaian terhadap kepulenan, aroma, warna, dan rasa nasi berdasarkan derajat kesukaannya (skala hedonik). Melalui uji objektif dengan menggunakan alat uji Instron, dapat ditetapkan nilai kekerasan (*hardness*) dan kelekatan (*stickiness*) nasi.

Dalam kriteria mutu nasi ini akan dikenal nasi pera yaitu nasi yang keras, kering setelah dingin, lebih mengembang dan tidak lekat satu sama lain. Sebaliknya nasi pulen adalah nasi yang cukup lunak walaupun sudah dingin, lengket walaupun tidak seperti ketan, antar biji lebih berlekatan satu sama lain, dan mengkilat. Nasi yang pulen disukai oleh sebagian besar penduduk Sulawesi, Jawa, dan sebagian Kalimantan, sedangkan penduduk Sumatera lebih menyukai nasi yang agak pera. Selera konsumen di negara Asia lainnya berbeda-beda. Penduduk Filipina, Vietnam, dan Muangthai menyukai nasi pulen, sebaliknya penduduk Malaysia, Bangladesh, India, dan Pakistan lebih menyukai nasi yang pera.

Nilai rasa dan kepulenan nasi dapat diduga dengan pengukuran nilai kekerasan dan kelekatan nasi (7). Pada Tabel 3 dapat dilihat korelasi antara nilai rasa, kepulenan, dan aroma nasi dengan nilai kekerasan dan kelekatan nasi yang ditetapkan dengan alat instron. Kekerasan nasi mempunyai korelasi negatif dengan nilai rasa dan kepulenan, sebaliknya kelekatan nasi mempunyai korelasi positif. Aroma nasi tidak mempunyai korelasi yang nyata dengan tekstur nasi, kecuali dengan nilai rasa. Hasil ini membuktikan bahwa nilai rasa nasi ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu tekstur (kekerasan/kelekatan) dan aromanya yang bebas satu sama lain.

Tabel 3. Koefisien korelasi Spearman antar sifat mutu cita rasa (n = 22).

	Uji organoleptik		
	Rasa	Kepulenan	Aroma
Uji Organoleptik			
Kepulenan	0,86 ^{xx}	1	0,36
Aroma	0,55 ^{xx}	0,36	1
Uji Instron			
Kekerasan	-0,70 ^{ox}	-0,81 ^{xx}	0,33
Kelekatan	0,72 ^{ox}	0,77 ^{xx}	0,25

Sumber: Damardjati (7).

HUBUNGAN SIFAT FISIK DENGAN MUTU PASAR

Dalam pembahasan-pembahasan masalah mutu beras, pada umumnya lebih ditekankan aspek pengaruh pascapanen dan kurang diperhatikan aspek keragaman sifat bahan dari beras tersebut. Karena pembahasan masalah pascapanen telah disajikan terpisah, maka dalam pembahasan ini akan lebih ditekankan hubungan sifat bahan dengan mutu beras. Sifat fisik biji mempunyai hubungan mutu beras terutama pada dimensi dan penampakan biji serta mutu gilingnya. Sedangkan persyaratan mutu pasar lainnya, seperti kadar air, butir rusak, dan lainnya, lebih ditentukan oleh perlakuan pascapanen.

Keragaman sifat fisik beras terutama disebabkan oleh faktor genetik sebagai sifat dari masing-masing varietas. Selain itu, faktor-faktor lingkungan selama pertanaman dan perlakuan prapanen dan panen juga berpengaruh. Keragaman sifat fisik beras meliputi antara lain ukuran dan bentuk biji, ketebalan sekam, berat biji, densitas, rendemen beras pecah kulit, beras kepala, kekerasan biji, kekeruhan, dan keterawangan biji.

Dimensi dan Penampakan Biji

Evaluasi terhadap 257 varietas dan galur padi asal IRRI, Balai Penelitian Tanaman Pangan, dan lokal berbagai daerah di Indonesia menunjukkan selang ukuran biji sedang sampai panjang (rata-rata 6-7 mm), bentuknya adalah sedang sampai lonjong (nisbah panjang/lebar 2,2-3,2) (Tabel 4) (4). Contoh-contoh varietas lokal bulu dan cere, kecuali Seratus Malam dan Rojolele, cenderung mempunyai ukuran biji pendek sampai sedang (5,2-6,0 mm). Cendrawati (7,6 mm) dan Rojolele (7,4 mm) tergolong mempunyai biji panjang (Tabel 5). Sedangkan ukuran beras dari varietas-varietas unggul tahan wereng (VUTW) umumnya tergolong medium sampai panjang (6,0 mm). Sebaliknya, bentuk beras dari berbagai varietas di Indonesia umumnya tergolong sedang (nisbah panjang/lebar 2,1-2,9).

Tabel 4. Rata-rata ukuran dan bentuk gabah.

Asal Galur	Jumlah contoh	Panjang	Nisbah (P/L)
IRRI	125	$6,25 \pm 0,56$	$2,86 \pm 0,30$
Balittan Sukamandi	62	$7,47 \pm 0,47$	$2,89 \pm 0,30$
Balittan Bogor	70	$6,07 \pm 0,53$	$2,67 \pm 0,30$

Sumber: Damardjati (4).

Tabel 5. Ukuran dan mutu giling beras dari beberapa varietas padi Indonesia.

Varietas padi	Densitas gabah (g/l)	Beras giling		Mutu giling		
		Panjang (mm)	Nisbah (P/L)	Sekam (%)	BG (%)	BK (%)
Bulu						
Rojolele	520,6	7,4	2,6	19,5	71,7	61,0
Cendrawati	548,0	7,6	2,6	20,8	71,8	52,9
Hawarabatu	469,6	5,6	2,5	17,6	72,9	60,2
Wulung	480,8	6,1	2,5	24,1	67,2	60,5
Cere Lokal						
Angkong	577,0	5,5	2,2	21,7	70,2	58,6
Rendah Padang	582,2	5,7	2,2	22,5	68,3	53,5
Gadis Jambe	560,4	5,4	2,3	20,9	71,3	67,3
Sarimahi	547,2	5,9	2,4	21,5	70,1	68,2
VUTW Indonesia						
Serayu	571,8	6,5	2,8	19,8	71,7	65,0
Citarum	600,0	6,9	2,7	24,7	69,9	59,4
Cisadane	584,0	6,3	2,3	22,1	69,9	59,4
Semeru	596,0	6,4	2,1	21,8	70,6	54,3
Unggul IRRI						
PB5	-	-	-	22	68	40
PB8	-	-	-	28	71	36
PB26	-	-	-	24	69	63
PB36	-	-	-	21	71	57

Sumber: Damardjati (7).

Penampakan biji (*grain appearance*) pada umumnya ditetapkan berdasarkan kekeruhan (*opacity*) endosperm, yaitu bagian biji yang tampak putih keruh baik pada sisi dorsal biji (*white belly*), sisi ventral (*white back*), maupun tengah biji (*white central*). Kekeruhan biji ini akan menentukan mutu beras yang dalam kriteria mutu dikenal sebagai butir mengapur. Berbagai faktor mempengaruhi terbentuknya butir mengapur dalam biji ini, antara lain faktor genetik, umur panen, dan kondisi prapanen.

Kekeruhan biji yang tinggi dapat menurunkan mutu dan harga beras. Granula pati dalam bagian endosperm yang keruh tampak kurang padat dan kompak dalam pengepakannya dibandingkan dengan bagian biji yang terawang (6,10), dan terdapat ruang-ruang udara antargranula pati. Dengan demikian kekerasan bagian yang mengapur lebih rendah daripada bagian yang terawang. Tetapi beras ketan yang seluruh bijinya mengapur ternyata mempunyai kekerasan biji yang sama dengan beras bukan ketan. Hal ini disebabkan adanya rongga-rongga udara di dalam granula pati (29).

Hasil pengamatan dari beberapa varietas padi di Indonesia menunjukkan keragaman dari penampakan biji. Varietas-varietas padi lokal sebagian besar mempunyai biji beras yang keruh. Sebagian besar padi unggul umumnya mempunyai beras terawang, khususnya dari varietas-varietas asal IRRI.

Untuk dapat meningkatkan mutu beras yang dihasilkan, maka dalam program pemuliaan padi telah mulai dilakukan seleksi terhadap penampakan biji dari galur-galur harapan yang akan dikembangkan menjadi varietas. Sifat keterawangan (kebeningan) biji adalah merupakan sifat yang dapat diturunkan (*heritable trait*), sehingga seleksi pada awal generasi sangat efektif dalam menyisihkan galur-galur yang mempunyai biji keruh (17).

Sifat lain yang perlu pula mendapat perhatian adalah densitas kamba gabah. Sifat ini tidak mempunyai hubungan langsung dengan mutu gabah maupun beras, tetapi dapat berpengaruh terhadap masalah daya tampung ruang penyimpanan dan teknik penanganan hasil panen. Padi bulu umumnya mempunyai densitas yang lebih rendah daripada varietas lainnya (Tabel 5). Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya bulu pada gabah yang dapat menurunkan kepadatan biji dalam ruang.

Mutu giling beras merupakan faktor penting yang menentukan klasifikasi mutu beras. Mutu giling mencakup berbagai kriteria, yaitu rendemen beras giling, rendemen beras kepala, persentase beras pecah, dan derajat sosoh beras. Hasil survei yang dilakukan oleh Tim Balitan Sukamandi (2) pada tahun 1987 menunjukkan bahwa sebagian besar beras yang beredar di beberapa daerah di Indonesia memiliki derajat sosoh 80% atau lebih dengan persentase beras kepala lebih dari 75% dan mengandung butir patah kurang dari 30%. Berbagai faktor yang meliputi keadaan lingkungan, panen, hingga penanganan pascapanen mempengaruhi mutu giling, di samping faktor genetik yang diturunkan.

Dari pengamatan terhadap beberapa varietas padi di Indonesia ditunjukkan bahwa varietas lokal bulu mempunyai rata-rata rendemen BPK lebih tinggi (persentase sekam relatif lebih besar) daripada varietas lainnya. Sedangkan contoh varietas unggul mempunyai keragaman BPK yang kecil (Tabel 5). Padi bulu mempunyai kandungan sekam lebih rendah daripada padi jenis lainnya, sehingga memberikan rendemen beras yang lebih tinggi.

Rendemen beras giling (BG) dari berbagai varietas dan galur tidak menunjukkan keragaman yang besar (Tabel 6). Tetapi keragaman beras kepala (BK) lebih besar untuk masing-masing kelompok padi. Hal ini menunjukkan bahwa rendemen BK maupun beras pecah sangat ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan dan teknik penanganan pascapanen, walaupun varietas juga dapat mempunyai pengaruh secara genetik. Sehubungan dengan itu, dilakukan pengamatan terhadap interaksi varietas dengan keadaan biji terhadap mutu beras.

Dari hasil percobaan penggilingan padi dari tiga varietas PB5, PB34 dan PB32 dengan berbagai tingkat kadar air gabah, diperoleh adanya perbedaan mutu beras yaitu rendemen beras pecah kulit, beras giling, beras kepala, dan persentase pecah, tetapi tidak ada perbedaan pada rendemen beras giling dan kekerasan biji (5).

Tabel 6. Rata-rata rendemen beras dari galur dan varietas padi di Indonesia.

Asal galur	Jumlah contoh	Rendemen (%)		
		BPK	BG	Dedak lunteh
IRRI	125	76,58 $\pm$ 2,18	68,30 $\pm$ 3,56	8,55 $\pm$ 2,04
Balittan Sukamandi	51	77,40 $\pm$ 1,43	68,59 $\pm$ 2,41	8,78 $\pm$ 2,00
Balittan Bogor	70	77,29 $\pm$ 1,87	68,62 $\pm$ 2,08	8,62 $\pm$ 2,02

Balittan = Balai Penelitian Tanaman Pangan.

Sumber: Damardjati (4).

Kadar air merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan mutu beras selama penggilingan, tetapi pengaruh kadar air terhadap mutu giling ternyata berbeda untuk setiap varietas. Pada Gambar 1 dapat dilihat hubungan antara kadar air dengan persentasi beras pecah. Varietas PB34 cenderung mempunyai beras pecah lebih tinggi daripada PB5 dan PB32.

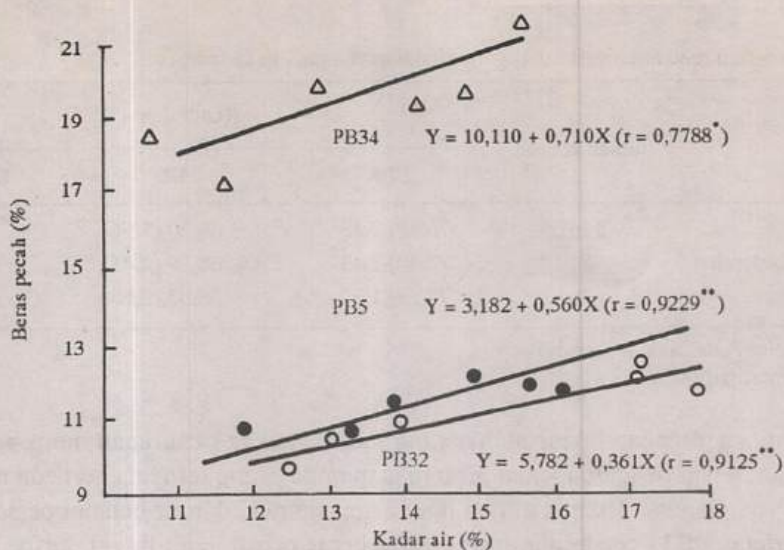
Diduga, sifat pecah beras dalam penggilingan padi, di samping dipengaruhi oleh sifat genotipe varietas, terutama juga ditentukan oleh faktor-faktor yang kompleks sejak masih di pertanaman sampai proses penggilingannya.

Berbeda dengan mutu giling beras, yang dipengaruhi oleh interaksi antara varietas dan kadar air, perbedaan kekerasan biji beras pada ketiga contoh varietas padi lebih ditentukan oleh perbedaan kadar air. Dapat diduga bahwa sifat mudah pecah atau rapuh dari beras pecah karena penggilingan tidak mempunyai hubungan dengan sifat kekerasan biji (diukur dengan *KIYA Hardness Tester*). Nilai kekerasan biji dari ketiga varietas tersebut mempunyai korelasi sangat nyata dengan kadar air ($r = 0,91$, $n = 18$) (Gambar 2). Dengan demikian alat pengukur kekerasan KIYA dapat digunakan untuk menduga kadar air beras dengan ketelitian yang cukup baik.

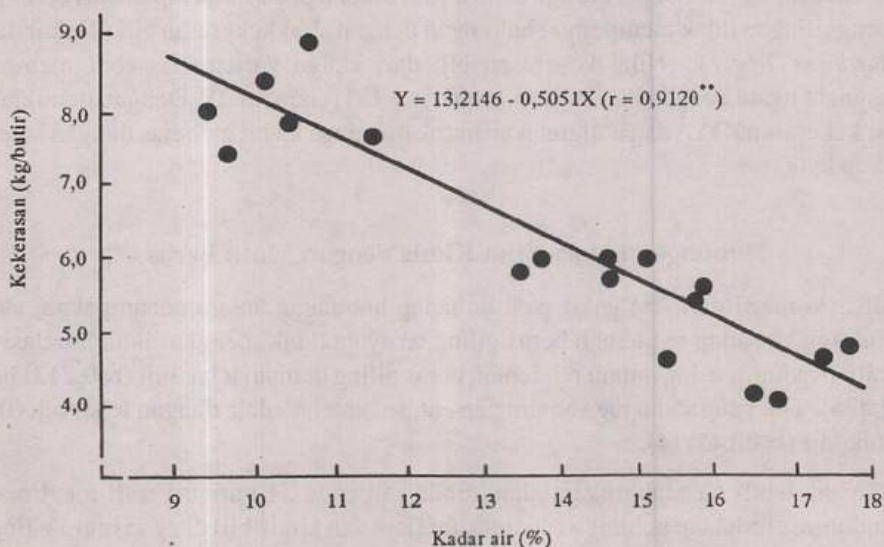
Hubungan antara Sifat Kimia dengan Mutu Beras

Analisis korelasi dari 254 galur padi terhadap hubungan antara penampakan, ukuran, dan bentuk biji terhadap rendemen beras giling ternyata tidak menghasilkan korelasi yang nyata, yaitu masing-masing antara rendemen beras giling dengan lebar biji ($r=0,213$) bentuk biji ($r=0,075$). Hal yang sama juga antara persentase lunteh/dedak dengan lebar biji ($0,063$) dan bentuk biji ($r=0,145$) (4).

Studi yang lebih mendalam kemudian dilakukan pada 31 varietas padi lokal maupun unggul Indonesia terhadap hubungan antara sifat fisik dan kimia biji dengan mutu gilingnya. Diperoleh gambaran adanya beberapa korelasi antara sifat biji dan mutu giling maupun antarsifat biji sendiri.



Gambar 1. Kurva hubungan antara kadar air dengan rendemen beras pecah pada varietas PB34, PB5, dan PB32



Gambar 2. Kurva hubungan antara kadar air dengan kekerasan beras yang dihasilkan dari 3 varietas padi.

Rendemen beras kepala dan derajat putih beras giling (diukur dengan alat *Whiteness meter KETT*), mempunyai hubungan dengan kadar protein beras. Walaupun beras kepala mempunyai korelasi negatif dengan derajat putih biji ($r = 0,394^*$, $n = 18$), tetapi kemungkinan bukan disebabkan oleh hubungan langsung antara kedua sifat tersebut tetapi lebih ditentukan oleh peranan kadar protein dalam biji yang mempunyai korelasi positif dengan rendemen beras kepala ($r = 0,468^{**}$, $n = 18$). Hal ini dapat diduga karena protein dalam biji berperan sebagai pengepak granula pati. Makin tinggi protein maka beras makin tinggi kekerasannya, juga tahan terhadap gesekan selama penyosohan biji, sehingga endosperm yang tersosoh lebih rendah. Dengan demikian makin tinggi protein, derajat putih biji cenderung makin menurun dan rendemen beras kepala akan meningkat.

Sifat fisikokimia biji diduga mempunyai pengaruh pula terhadap ketahanan beras akan serangga gudang, yaitu antara lain kerekatan sekam pada biji, kekerasan biji, kadar amilosa, suhu gelatinasi pati, kadar air, dan derajat giling beras (16). Kadar amilosa yang tinggi, dan suhu gelatinasi yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan kadar air biji yang lebih rendah pada kelembaban nisbi di atas 75%. Sifat ini juga akan menyebabkan digestibilitas granula pati yang kurang baik untuk alfa-amilase serangga. Penelitian Mugni Kusnady *et al.* (22) menunjukkan bahwa dalam pengamatan preferensi dari enam beras VUTW, PB36 paling disukai oleh *Sitophilus oryzae* dibandingkan varietas lainnya. Hal ini menunjukkan adanya keragaman ketahanan beras dari berbagai varietas terhadap hama gudang.

MUTU TANAK (*COOKING QUALITY*)

Mutu giling dan rupa beras ternyata tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap mutu tanak dan mutu rasa nasinya. Dengan demikian mutu pasaran yang tinggi tidak memberi jaminan bahwa mutu tanak dan mutu rasanya juga tinggi.

Apabila mutu giling dan rupa beras lebih banyak ditentukan oleh teknik perlakuan perlakuan teknologi lepas panen, yaitu teknik pemanenan, pengeringan, penyimpanan, dan penggilingan, maka mutu tanak dan rasa lebih ditentukan oleh sifat-sifat varietas dan kondisi-kondisi pertanian seperti pemupukan, jenis tanah, dan iklim.

Kandungan utama beras adalah pati (*starch*) $\pm 80\%$ dan protein $\pm 7\%$. Pati pada beras terdiri atas amilosa dan amilopektin. Mutu tanak dan rasa nasi terutama ditentukan oleh rasio antara amilosa dan amilopektin.

Dari evaluasi terhadap 23 sifat fisikokimia beras dari 23 varietas padi Indonesia dengan menggunakan analisis komponen utama, dapat dikelompokkan lima dimensi variabel sifat fisikokimia yaitu kadar amilosa, kadar protein, suhu gelatinasi, konsistensi gel, dan pemanjangan biji (Tabel 7). Kandungan amilosa mempunyai korelasi negatif terhadap nilai *taste panel* dari kelekatan (*cohesiveness*), kelunakan (*tenderness*), warna, dan kilap nasi. Kadar amilosa mempunyai korelasi positif dengan jumlah penyerapan air dan

pengembangan volume nasi selama pemasakan. Sedangkan beras ketan yang tidak mengandung amilosa (seluruh pati terdiri atas amilopektin), apabila dimasak bersifat amat lekat, lunak, basah mengkilap, padat, kurang menyerap air, dan kurang mengembang.

Kadar amilosa beras berkisar antara 7-37% dari berat kering yang tergantung pada varietasnya. Keragaman kadar amilosa setiap varietas sekitar 6% yang dipengaruhi oleh kondisi tanah, pemupukan, lingkungan, dan iklim. Secara umum, padi dibagi atas empat golongan berdasarkan kandungan amilosanya, yaitu kadar amilosa rendah (<20%), sedang (20- 25%), agak tinggi (25-27%) dan tinggi (>27%).

Suatu survei telah dilakukan oleh IRRI untuk mengetahui kandungan amilosa dari varietas-varietas padi yang ditanam di beberapa negara di dunia. Hal ini ternyata dapat memberikan gambaran tentang kesukaan penduduk akan golongan beras yang dimakan yang dihubungkan dengan jenis padi yang umum ditanam oleh penduduk negara tersebut.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa varietas-varietas *japonica* yang umumnya ditanam di daerah beriklim subtropis seperti Korea, Jepang, dan Taiwan mengandung kadar amilosa rendah sampai sedang. Penduduk negara-negara tersebut menyukai nasi yang lembek, basah, dan lekat.

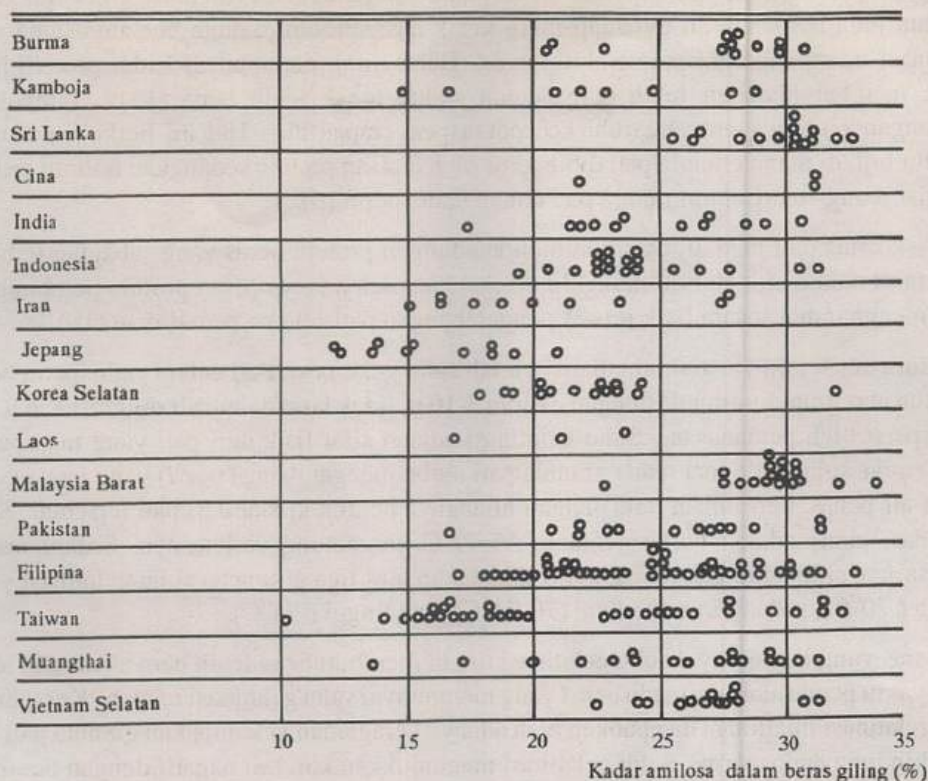
Tabel 7. Kadar amilosa, nilai uji alkali dan *taste panel* dari galur-galur padi asal IRRI dan LP3.

Sifat	Asal galur		
	IRRI	LP3 Sukamandi	LP3 Bogor
Kadar amilosa (%)	13-28 (23,84±3,54)	17-27 (22,80±2,45)	17-29 (23,65±2,96)
Uji alkali*	2-9 (7,09±1,79)	2-9 (5,90±2,45)	2-9 (4,56±1,04)
Nilai <i>taste panel</i> **			
rasa	2,0-4,5 (2,92±0,47)	2,0-4,2 (3,02±0,42)	2,0-4,4 (3,07±0,49)
warna	2,4-4,5 (3,30±0,38)	2,2-4,3 (3,28±0,37)	2,6-4,4 (3,40±0,46)
kepulen	2,0-4,4 (2,92±0,50)	2,2-4,4 (3,21±0,51)	2,2-4,5 (3,19±0,56)
aroma	2,6-4,2 (3,05±0,30)	2,6-4,0 (3,07±0,24)	2,3-3,9 (3,07±0,56)

* Nilai uji alkali: rendah (7-9), sedang (4-6), tinggi (1-3)

** Nilai *taste panel*: sangat jelek (1), jelek (2), sedang (3), baik (4), dan sangat baik (5).

Sumber: Damardjati (4).



Gambar 3. Scattergram dari kandungan amilosa dalam beras giling yang berasal dari varietas-varietas padi yang ditanam di beberapa negara Asia (6).

Varietas-varietas *indica* yang umum ditanam di daerah tropis mengandung kadar amilosa sedang sampai tinggi. Penduduk daerah tropis seperti Indonesia, Pakistan, dan sebagian Filipina menyukai beras berkadar amilosa sedang, sifat nasinya pulen, tidak terlalu basah maupun kering. Sedangkan penduduk Sri Lanka, Vietnam Selatan, Malaysia Barat, dan Burma menyukai beras yang berkadar amilosa tinggi, nasinya keras, kering, dan pera. Sebagai perkecualian, makanan pokok penduduk Muangthai Utara dan Laos adalah beras ketan.

Pengukuran kadar amilosa beras umumnya dilakukan secara kalorimetri, berdasarkan intensitas warna biru dari larutan kompleks amilosa-jod, pada pH 4,5-4,7 dan pada panjang gelombang 620 nm. Dengan metode ini dapat dianalisis 70 contoh setiap jam apabila digunakan *auto-analyzer*. Sedangkan dengan analisis secara manual rata-rata hanya 50 contoh sehari.

Kadar protein beras walaupun lebih berperan dalam menentukan mutu gizi beras tetapi ternyata juga berpengaruh terhadap mutu tanak nasi. Protein diduga bersama-sama suhu gelatinasi mempengaruhi pula waktu tanak. Beras yang mempunyai kadar protein lebih tinggi membutuhkan air lebih banyak dan waktu tanak lebih lama (13). Tampaknya kandungan protein mempengaruhi kecepatan penyerapan air. Hal ini berkaitan dengan struktur biji, di mana granula pati dibungkus oleh lapisan protein sedangkan butiran protein mengisi ruang-ruang antargranula pati dalam endosperm (6).

Viskositas pati juga dipengaruhi oleh kandungan protein beras yang sebagian terbesar tidak larut dalam air. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya peran protein pembungkus yang menghambat secara fisik proses pengembangan pati selama pemasakan (18).

Mutu tanak lain yang umum diamati ialah suhu gelatinasi. Pati dalam endosperm beras tersusun atas granula-granula dengan ukuran 3-10 μ , tidak larut dalam air dingin, akan tetapi berdispersi oleh pemanasan. Suhu gelatinasi adalah sifat fisik dari pati yang merupakan suatu *range* suhu pada saat mana granula pati mulai mengembang (*swell*) yang *irreversible* dalam air panas, bersamaan pula dengan hilangnya bentuk kristal dari pati tersebut. Suhu gelatinasi akhir adalah berkisar antara 55-79°C, tergantung varietasnya. Secara umum berdasarkan sifat suhu gelatinasi, beras dibedakan atas tiga golongan suhu gelatinasi yaitu rendah (70°C), sedang/*intermediate* (70-74°C), dan tinggi (74°C).

Beras yang mempunyai suhu gelatinasi tinggi membutuhkan lebih banyak air dan lebih lama waktu pemasakan daripada beras yang mempunyai suhu gelatinasi rendah. Keragaman suhu gelatinasi ini diduga disebabkan oleh adanya keragaman kekompakan granula pati dan mungkin juga endosperm. Suhu gelatinasi menunjukkan korelasi negatif dengan besarnya korosi dari granula pati oleh asam khlorida, absorpsi air di bawah 80°C, dan larutan alkali. Beras yang mempunyai suhu gelatinasi sedang (70-73°C) dikehendaki untuk tujuan proses pratanak, sedangkan beras yang bersuhu gelatinasi rendah (<70°C) cocok untuk bahan industri sereal yang menggunakan proses enzimatis diastatik. Suhu gelatinasi yang rendah akan mempercepat proses pelarutan pati sebelum proses enzimatis dilakukan (11).

Berdasarkan adanya korelasi tersebut, maka pendugaan terhadap suhu gelatinasi dapat dilakukan dengan uji alkali. Beras giling direndam dalam larutan KOH 1,7% selama 23 jam, kemudian diukur nilai *speading* dan *clearing* berdasarkan standar yang telah ditentukan. Penilaian adalah antara 1 sampai 9, dengan kriteria suhu gelatinasi tinggi nilai 1-3, sedang (*intermediate*) nilai 4-6, dan rendah nilai 7-9.

Di samping dapat menduga suhu gelatinasi, uji alkali juga ternyata cukup teliti untuk menduga waktu tanak, dan penyerapan air pada suhu 77 dan 82°C. Pada suhu 77°C, beras yang mempunyai suhu gelatinasi rendah menyerap air lebih banyak daripada yang sedang atau tinggi. Sedangkan pada suhu 82°C, beras yang mempunyai suhu gelatinasi rendah atau sedang menyerap air lebih banyak dari pada yang tinggi.

Kadar air dalam beras pecah kulit yang direndam air dingin mempunyai korelasi negatif dengan kadar amilosa tetapi tidak ada hubungan dengan suhu gelatinasi. Amilosa dan suhu gelatinasi tampaknya mempengaruhi keseimbangan kadar air (*equilibrium moisture content*) dari biji maupun pati beras pada kelembaban nisbi yang tinggi (di atas 75%).

Hasil uji alkali terhadap beras di Sukamandi menunjukkan bahwa dari contoh-contoh yang diamati, nilai uji alkali berkisar antara 2-9. Galur-galur IRRI suhu gelatinasinya rendah ($\pm 7,09$), sedangkan galur-galur asal LP3 suhu gelatinasinya termasuk sedang (5,5-5,9) (Tabel 7). Suhu gelatinasi ini ternyata tidak menunjukkan korelasi yang nyata dengan kadar amilosa ($r = 0,22$). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu. Sementara itu, hasil penelitian Tim Balittan Sukamandi (2) melaporkan bahwa sekitar 85% beras yang dibeli oleh konsumen di Indonesia memiliki suhu gelatinasi sedang hingga tinggi (skor uji alkali kurang dari 6).

Beras dari padi bulu mempunyai suhu gelatinasi yang rendah ($<70^{\circ}\text{C}$), padi cere mempunyai suhu gelatinasi rendah sampai tinggi ($>70^{\circ}\text{C}$), sedangkan suhu gelatinasi dari padi VUTW beragam dari rendah sampai tinggi (Tabel 8).

Tabel 8. Beberapa sifat fisiko-kimia beras giling dari beberapa varietas padi Indonesia.

Varietas padi	Kadar amilosa (%)	Kadar protein (%)	Suhu gelatinasi ($^{\circ}\text{C}$)	Konsistensi Gel (mm)	Nisbah perpanjangan biji
Bulu					
Rojolele	22,0	10,2	69,0	79,3	1,5
Cendrawati	24,5	5,0	68,3	66,5	1,7
Hawarabatu	24,3	6,3	68,0	74,0	1,6
Wulung	24,0	7,3	67,5	47,5	1,6
Kewal	24,3	6,5	67,5	56,0	1,3
Cere Lokal					
Angkong	23,4	9,2	72,0	63,0	1,4
Rendah Padang	27,5	6,1	74,3	35,0	1,4
Gadis Jambe	19,9	10,5	72,0	70,5	1,3
Sarimahi	23,0	9,7	72,0	44,0	1,3
Gadis Ciamis	20,3	10,7	72,0	50,0	1,3
VUTW Indonesia					
Serayu	26,1	9,8	78,0	63,8	1,4
Citarum	24,5	8,0	68,1	50,5	1,4
Cisadane	21,2	8,5	71,3	64,3	1,5
Semeru	25,4	8,6	66,0	65,5	1,6
B.2761 MR 257-3-2	21,9	8,3	74,4	74,7	1,4

Sumber: Damardjati (7).

Analisis mutu tanak yang cukup penting lainnya adalah konsistensi gel. Analisis ini merupakan pelengkap dari analisis amilosa. Pengujian dilakukan berdasarkan sifat *consistency* suatu pasta yang terdiri dari beras giling 4,4% dalam 0,2 N KOH. Hasil uji ini dapat digunakan untuk membedakan tekstur nasi dari beras yang mengandung kadar amilosa sama, terutama yang di atas 24%.

Nilai *gel consistency* dapat digunakan sebagai indeks kelunakan (*softness*) dari beras yang berkadar amilosa di atas 25%. Beras yang mengandung kadar amilosa tinggi dan *gel consistency* keras seperti PB8 dan IR22, mengandung amilosa larut air (*water soluble amylose*) pada 100°C lebih rendah daripada beras yang mempunyai *gel consistency* lunak (PB5). Kadar protein juga menyebabkan lebih kerasnya *consistency* beras giling dan pati, terutama pada beras dengan kadar protein di atas 8%. Pengamatan terhadap beberapa varietas padi Indonesia menunjukkan bahwa beras padi bulu dan VUTW cenderung mempunyai konsistensi gel yang lebih lunak dibandingkan padi cere (Tabel 8). Laporan Tim Balitan Sukamandi (2) menunjukkan bahwa sebagian besar (65%) beras yang dibeli oleh konsumen Indonesia berkonsistensi gel keras dan sisanya (28%) berkonsistensi gel sedang atau lunak.

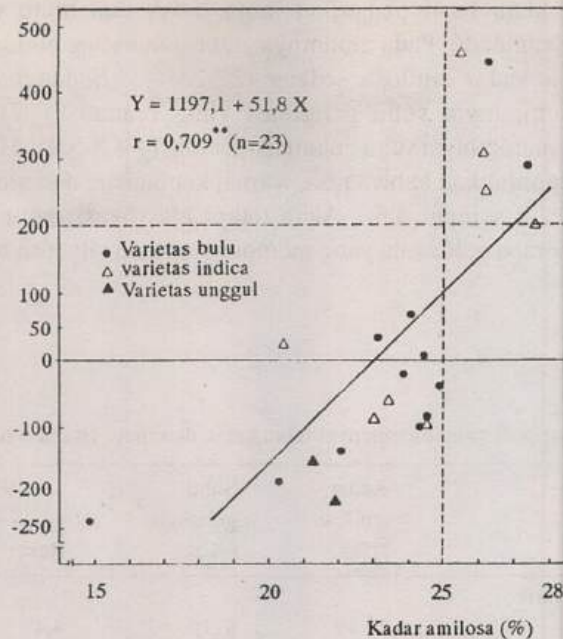
Pemanjangan biji selama pemasakan dari contoh-contoh asal Indonesia tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok, yaitu berkisar antara 1,3-1,7 (Tabel 8). Di Indonesia, sifat memanjang biji nasi bukan merupakan persyaratan yang diminta oleh konsumen. Akan tetapi sifat pemekaran nasi dikehendaki oleh sebagian konsumen. Pemekaran nasi tidak mempunyai hubungan dengan pemanjangan biji, tetapi lebih dipengaruhi oleh kadar amilosa. Pemekaran nasi mempunyai korelasi positif dengan kadar amilosa.

Pengamatan lain yang juga sering digunakan dalam penetapan kriteria mutu tanak beras adalah viskositas tepung beras yang diukur dengan *visko-amilograf brabender*. Pola amilografi dari tepung beras yang dimasak sampai suhu 95°C dan didinginkan kembali hingga 50°C akan dapat memberikan nilai suhu gelatinasi, viskositas puncak, viskositas pada 94°C, dan viskositas balik.

Viskositas pasta tepung beras yang telah didinginkan sampai 50°C mencerminkan derajat reasosiasi (*retrogradasi*) dari pati (20) dan mempunyai korelasi positif dengan kadar amilosa dan negatif dengan konsistensi gel. Pada contoh yang berkadar amilosa tinggi, beras yang mempunyai konsistensi gel keras (40 mm) mempunyai viskositas pada 50°C di atas 1.100 BV, sedangkan beras berkonsistensi gel lunak mempunyai viskositas kurang dari 1.100 BV (8).

Viskositas balik, yaitu selisih antara viskositas pada 50°C dengan viskositas puncak, lebih menggambarkan derajat *retrogradasi* amilosa beras. Gambar 4 menunjukkan hubungan antara kadar amilosa dengan viskositas balik pasta tepung beras; semua contoh yang berkadar amilosa sedang (23%) mempunyai nilai viskositas balik negatif.

Viskositas balik



Gambar 4. Hubungan antara kadar amilosa dengan nilai viskositas balik (*setback value*).

MUTU CITA RASA (*EATING QUALITY*)

Preferensi terhadap mutu cita rasa terutama ditentukan oleh tingkat kepulenan, kemekaran, aroma, warna nasi, dan rasa nasi. Walaupun sifat genetis beras merupakan faktor utama dalam evaluasi mutu cita rasa, tetapi faktor pemasakan seperti perbandingan antara beras dan air serta lamanya pemasakan juga mempengaruhi nilai mutu cita rasa.

Secara umum, tekstur nasi merupakan faktor utama mutu cita rasa nasi dan dapat diukur secara objektif dengan alat seperti alat penguji pangan Instron dan teksterometer, serta cara subjektif dengan uji organoleptik.

Kriteria mutu cita rasa untuk penduduk suatu negara kadang-kadang berbeda dengan penduduk negara lain. Dengan demikian penentuan mutu cita rasa berdasarkan uji organoleptik secara *taste panel* akan sulit mendapatkan penilaian yang objektif, yang berlaku umum. Penilaian yang dilakukan di Sukamandi didasarkan atas derajat kesukaan dengan kriteria: nilai 1 (sangat jelek), 2 (jelek), 3 (sedang), 4 (baik), dan 5 (sangat baik). Mutu cita rasa yang dinilai adalah rasa, warna, aroma, dan kepulenan.

Tabel 9 menunjukkan hasil pengujian mutu tanak dan mutu cita rasa beras dari galur-galur padi di Sukamandi. Pada umumnya galur-galur yang berasal dari IRRI maupun dari LP3 mempunyai kadar amilosa sedang (22-25%). Sedangkan dalam uji alkali, galur-galur IRRI mempunyai suhu gelatinasi yang rendah (± 7) dibanding dengan galur-galur LP3 yang mempunyai suhu gelatinasi sedang ($\pm 4,5-5,9$). Hasil uji mutu citarasa secara *taste panel* menunjukkan bahwa rasa, warna, kepuh, dan aroma nasi mempunyai nilai berkisar antara 2,0 sampai 4,5. Akan tetapi klasifikasi mutu cita rasa umumnya termasuk sedang, beberapa galur saja yang mempunyai mutu cita rasa baik atau sangat baik.

Tabel 9. Galur-galur padi yang mempunyai mutu tanak dan mutu cita rasa terbaik di Sukamandi.

Galur	Kadar amilosa (%)	Suhu gelatinasi* (°C)	Nilai <i>taste panel</i> **		
			Rasa	Kepulenan	
Galur-galur mutu baik					
B79c-Mr-12-5-1	22,49	6 (I)	4,4	4,3	
B57c-Md-10-2	21,81	6 (I)	4,0	4,4	
B1665b-Mr-78-Si-1	20,42	3 (H)	4,0	4,1	
S49c-34-1	20,45	3 (H)	4,2	4,2	
S43-c-75	20,79	4 (I)	4,1	3,9	
S33f-131	19,76	2 (H)	4,1	4,0	
IR1750-F5-B5	22,15	6 (I)	4,5	4,4	
IR1529-430-3	17,04	8 (L)	4,0	4,2	
IR1529-677-2	17,38	9 (L)	4,1	4,0	
G11b-Si-83-2	23,17	6 (I)	4,1	4,1	
MRC172-9	23,17	5 (I)	4,2	4,5	
Galur-galur mutu rendah					
IET2881	28,63	6 (I)	2,4	2,5	
IR2071-816-2-5	26,58	8 (L)	2,2	2,3	
S41c-10	27,60	9 (L)	2,4	2,4	
Baku					
PB5	27,58	(I)	2,4	2,5	
C4-63	20,10	(I)	3,9	4,1	

* Suhu gelatinasi diukur dengan uji alkali; H= tinggi, I = sedang dan L = rendah

** Nilai *taste panel* ialah 1 sampai 5, yaitu: sangat jelek (1), jelek (2), sedang (3), baik (4), dan sangat baik (5).

Sumber: Damardjati (4).

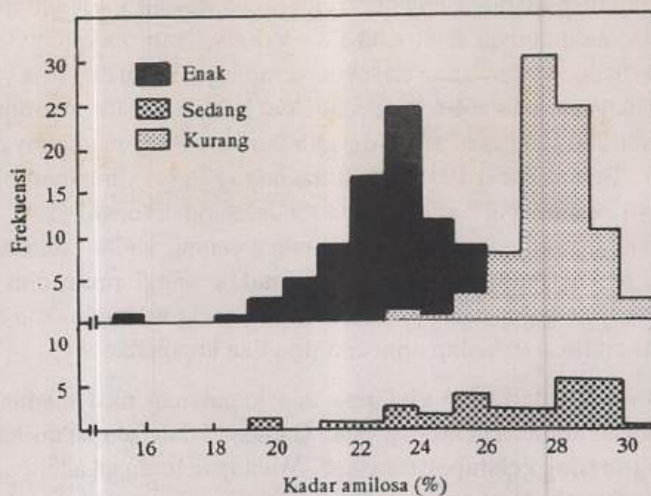
Dari hasil pengujian mutu tanak dan mutu cita rasa terhadap ± 400 galur padi, diperoleh beberapa galur yang mempunyai mutu cita rasa terbaik, yaitu mempunyai nilai rasa dan kepulenan di atas 4 (baik). Galur-galur tersebut mempunyai mutu cita rasa yang lebih tinggi daripada varietas baku (varietas C4-63). Sedangkan beberapa galur mempunyai mutu cita rasa yang rendah yaitu kurang atau sama dengan varietas PB5, mempunyai nilai cita rasa atau kepulenan 2,5. Dalam Tabel 10 dapat dilihat bahwa beras yang mempunyai mutu cita rasa tinggi umumnya mempunyai kadar amilosa rendah sampai sedang (17-25%), sedangkan beras yang mempunyai mutu cita rasa rendah mengandung kadar amilosa tinggi (26%). Dengan demikian makin rendah amilosa akan makin tinggi mutu cita rasa. Hal ini dibuktikan dari pengujian galur-galur padi Sukamandi yang menunjukkan adanya korelasi negatif antara kadar amilosa terhadap nilai cita rasa dan kepulenan.

Hasil uji organoleptik terhadap cita rasa dan kepulenan nasi menunjukkan adanya hubungan dengan kadar amilosa beras (4). Pada Gambar 5 dan 6 dapat dilihat sebaran kadar amilosa dari masing-masing kelompok rasa nasi. Walaupun terdapat adanya tumpang tindih antara kelompok nasi enak dan kurang, tetapi sebagian terbesar kelompok rasa nasi enak mempunyai kadar amilosa rendah sampai sedang (<25%). Sebaliknya kelompok rasa nasi kurang sebagian besar mempunyai kadar amilosa tinggi (>25%). Perlu diperhatikan bahwa dengan adanya sebaran kadar amilosa yang tumpang tindih antara kelompok nasi enak dan kurang enak menunjukkan adanya faktor lain yang juga menentukan mutu cita rasa.

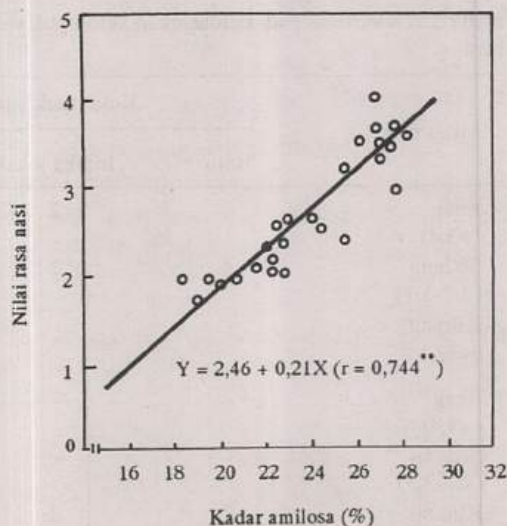
Tabel 10. Penyebaran jumlah contoh varietas padi berdasarkan kelompok varietas, kadar amilosa, dan mutu rasa nasi.

Kadar amilosa	Mutu rasa	Kelompok varietas		
		Bulu	Indika lokal	Unggul baru
<25 %	Enak (>3,4)	6	2	1
	Sedang (2,7-3,3)	4	2	1
	Kurang (<2,6)	-	-	-
>25 %	Enak (>3,4)	-	-	-
	Sedang (2,7-3,3)	-	-	-
	Kurang (<2,6)	2	2	2
Jumlah		12	6	4

Sumber: Damardjati (4).



Gambar 5. Hubungan antara kadar amilosa beras dengan rasa nasi.



Gambar 6. Sebaran kadar amilosa dari masing-masing kelompok rasa nasi.

Usaha untuk mendapatkan varietas padi yang mempunyai sifat dan mutu unggul secara lengkap yaitu potensi hasil tinggi, respons terhadap pemupukan, tahan hama-penyakit, serta mempunyai nilai gizi dan mutu beras tinggi, ternyata menemukan kesulitan. Penemuan varietas-varietas unggul baru sampai saat ini masih belum menekankan pada mutu beras yang tinggi. Varietas-varietas unggul tahan wereng (VUTW) yang sekarang sedang giat disebar-luaskan kepada petani, seperti PB26 dan PB36, merupakan varietas-varietas berpotensi hasil tinggi dan tahan hama penyakit utama, khususnya wereng. Akan tetapi bagi masyarakat Indonesia, rasa nasinya kurang disukai, yaitu terlalu keras, pera, dan tidak pulen karena kadar amilosanya yang tinggi. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian-penelitian teknologi pangan dalam usaha meningkatkan mutu beras, khususnya mutu cita rasa.

Berdasarkan pengamatan mutu cita rasa dari berbagai kelompok jenis padi, dapat ditetapkan bahwa beras bulu tidak selalu mempunyai cita rasa yang baik, demikian pula sebaliknya untuk beras padi cere dan VUTW (Tabel 11). Varietas-varietas padi bulu seperti Rojolele, Cendrawati, Wulung, dan Kewal memang mempunyai rasa yang baik (3,4), tetapi padi bulu lainnya seperti Jidah dan Kencana Muara mempunyai mutu cita rasa kurang (2,5). Sebaliknya padi cere seperti Gadis Jambe dan padi VUTW seperti Cisadane tergolong mempunyai cita rasa baik (3,4). Pada Tabel 11 dapat diketahui bahwa mutu rasa nasi lebih ditentukan oleh kadar amilosa dan aroma nasi daripada golongan berdasarkan sifat morfologi.

Dalam membandingkan hasil evaluasi mutu cita rasa nasi secara uji organoleptik dengan uji objektif menggunakan alat penguji pangan Instron, diketahui bahwa rasa nasi terutama ditentukan oleh tekstur dan aroma nasi. Sedangkan tekstur nasi sendiri tidak mempunyai hubungan dengan aroma nasi (8). Tekstur nasi secara objektif dapat diukur sebagai kekerasan (*hardness*) dan kelekatan (*stickness*).

Dari contoh beras yang berasal dari 22 varietas padi Indonesia, dapat diketahui adanya hubungan antara rasa dan kepulenan nasi dengan kekerasan dan kelekatan nasi yang diukur dengan alat Instron. Walaupun masih ada beberapa perkecualian, beras yang mempunyai rasa nasi kurang (pera) mempunyai nilai kelekatan kurang dari 100 g. cm, dan mempunyai nilai kekerasan lebih dari 7 kg (Tabel 11).

Hubungan antara kadar amilosa dengan kekerasan dan kelekatan nasi dapat digambarkan seperti dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Kekerasan nasi mempunyai korelasi positif dengan kadar amilosa, walaupun masih belum konsisten. Contoh beras yang mengandung kadar amilosa diatas 25% selalu mempunyai nilai kekerasan di atas 7 kg, tetapi untuk kadar amilosa kurang dari 25%, keragaman nilai kekerasannya lebih tinggi. Pada hubungan antara kadar amilosa dengan kelekatan nasi tampak pula adanya keragaman yang lebih jelas. Semua contoh yang berkadar amilosa di atas 25% mempunyai nilai kelekatan nasi di atas 100 g. cm dan adanya ketidak konsistenan ini dapat diduga karena adanya faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifat kekerasan dan kelekatan nasi di samping kadar amilosa.

Tabel 11. Mutu cita rasa nasi yang ditetapkan secara objektif dan subjektif dari beberapa varietas padi Indonesia.

Varietas padi	Instron tester		Skor uji organoleptik*)		
	Kekerasan (kg)	Kelekatan (g.cm)	Rasa	Kepulenan	Aroma
Bulu					
Rojolele	5,9	131	4,0	4,0	3,5
Cendrawati	5,6	176	3,9	3,9	3,6
Hawarabatu	7,0	141	3,3	3,3	3,1
Wulung	8,1	117	3,0	3,0	3,5
Kewal	6,7	135	3,7	3,7	3,3
Cere Lokal					
Angkong	7,1	119	3,1	3,1	2,8
Rendah Padang	7,3	99	2,5	3,0	3,4
Gadis Jembe	6,9	126	3,5	3,4	3,1
Sarimahi	7,4	117	3,8	3,1	3,6
Gadis Ciarnis	6,9	112	3,1	2,6	2,8
VUTW Indonesia					
Serayu	7,3	91	2,2	2,6	2,7
Citarum	7,2	126	3,4	3,1	3,6
Cisadane	5,9	126	3,3	4,0	2,7
Semeru	7,1	85	2,6	2,5	3,0

*) 1 = sangat jelek; 2 = jelek; 3 = sedang; 4 = baik; 5 = sangat baik.

Sumber: Damardjati (7).

Dari analisis korelasi parsial antara kekerasan dan kelekatan nasi dengan beberapa sifat fisikokimia beras, dapat ditentukan kadar amilosa, kadar protein dan konsistensi gel yang bebas satu sama lain. Kekerasan nasi terutama ditentukan oleh sifat konsistensi gel dan kadar amilosa beras. Sedangkan kelekatan nasi dipengaruhi terutama oleh kadar amilosa dan kadar protein yang berkorelasi negatif.

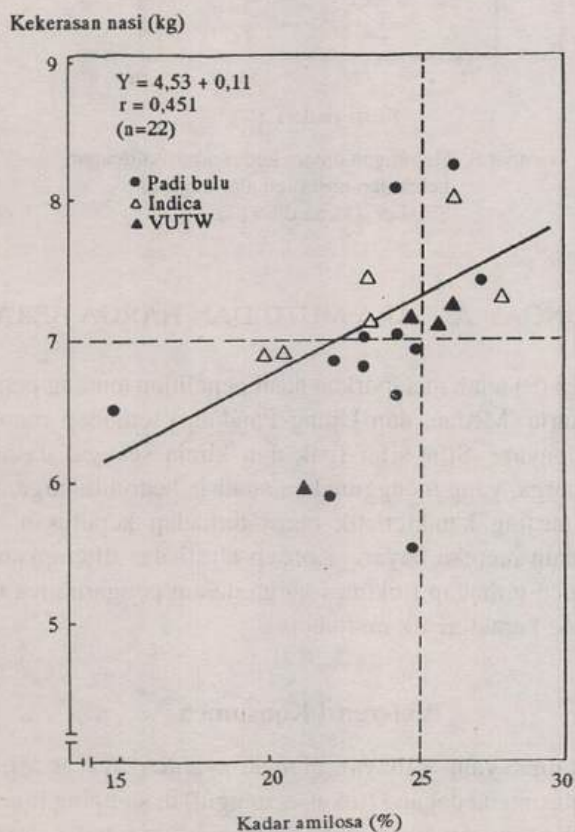
Berdasarkan sifat fisikokimia beras maupun pengujian secara obyektif maka Damardjati (7) dapat menetapkan kriteria mutu cita rasa nasi bagi konsumen Indonesia secara umum (Tabel 12).

Dalam program pemuliaan, seleksi mutu beras dari galur-galur yang berjumlah ribuan tidak mungkin dilakukan dengan uji organoleptik. Karena itu diperlukan uji yang mudah, sederhana, cepat dan murah, serta memerlukan jumlah contoh yang kecil. Untuk seleksi awal mutu tanak dan rasa nasi dilakukan terhadap kadar amilosa, uji alkali, dan konsistensi gel. Selanjutnya pada galur-galur harapan dilakukan uji yang lebih lengkap dengan analisis amilografi, tekstur nasi dengan Instron, dan bila memungkinkan, uji organoleptik.

Tabel 12. Kriteria mutu cita rasa beras bagi konsumen di Indonesia.

Sifat	Kriteria	Nilai
Uji subjektif		
Rasa	Enak	>3,5
Kepulenan	Pulen	>3,5
Aroma	Wangi	>3,5
Uji objektif (Instron)		
Kekerasan (kg)	Lunak	<7,0
Kelekatan (g.cm)	Agak lekat	>120
Sifat fisikokimia		
Kadar amilosa (%)	Sedang	19-24
Konsistensi gel (mm)	Lunak	>60
Nilai alkali (°C)	Sedang	70-73

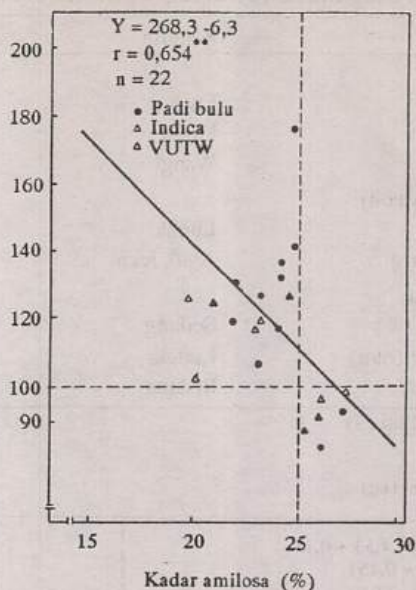
Sumber: Damardjati (7).



Gambar 7. Hubungan antara kadar amilosa beras dengan kekerasan nasi.

Sumber: Damardjati (7).

Kelekatan (g.cm)



Gambar 8. Hubungan antara kadar amilosa dengan kelekatan nasi oleh alat Instron.
Sumber: Damardjati (7).

HUBUNGAN ANTARA MUTU DAN HARGA BERAS

Damardjati dan Oka (9) telah melaporkan hasil penelitian tentang perilaku konsumen di daerah perkotaan (Jakarta, Medan, dan Ujung Pandang) terhadap mutu beras, dikaitkan dengan harga yang dibayar. Sifat-sifat fisik dan kimia sebagai dasar dari mutu telah dihubungkan dengan harga, yang menggunakan analisis hedonik harga, untuk mengetahui peranan dari masing-masing karakteristik beras terhadap keputusan konsumen untuk memilih beras yang akan mereka bayar. Konsep elastisitas diterapkan untuk mengukur responsibilitas konsumen terhadap fluktuasi harga dalam pengaruhnya terhadap kuantitas permintaan mereka pada karakteristik mutu beras.

Preferensi Konsumen

Rata-rata harga beras yang dibayar oleh konsumen bervariasi, terutama sangat dipengaruhi oleh varietas/nama dagang (lokal vs unggul) di samping mutu beras itu sendiri. Hasil penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa heterogenitas *taste and preference* konsumen di Jakarta relatif lebih tinggi daripada di Medan dan Ujung Pandang.

Sebagian besar konsumen membeli kelompok beras unggul yang nasinya pulen seperti Cisadane, IR64, dan Krueng Aceh dengan alasan rasa nasi enak, pulen, serta tersedianya anggaran belanja. Tidak ada responden yang mendasarkan pilihannya atas penampilan nasi, aroma, dan besarnya kandungan beras patah.

Kalau ditinjau dari rasa nasi, ada perbedaan perilaku konsumen dalam menjatuhkan pilihannya. Konsumen di Jakarta lebih menyukai kelompok beras unggul dengan rasa nasi pulen, sedangkan di Ujung Pandang, konsumen lebih menyukai nasi yang lebih keras, sementara di Medan, konsumen lebih menyukai beras lokal yang nasinya relatif pera tetapi agak beraroma.

Hubungan antara Harga dan Karakteristik Beras

Hasil analisis harga hedonik beras menunjukkan bahwa varietas/ nama dagang (unggul vs lokal) adalah paling menonjol peranannya dalam penentuan harga. Sebagai gambaran, pada tahun 1987, untuk setiap kilogram beras, konsumen Ujung Pandang berani membayar beras lokal sekitar Rp 118 lebih tinggi daripada beras unggul biasa, sedangkan di Jakarta dan Medan masing-masing membayar Rp 81 dan Rp 34 lebih tinggi. Sifat preferensi konsumen yang lebih condong kepada nama/varietas tersebut menyebabkan hubungan langsung antara harga dengan sifat/karakteristik mutu beras tidak erat, karena faktor nama (*brand name*) yang lebih berperan dalam menentukan harga. Hal ini memberikan peluang kepada pedagang untuk melakukan berbagai pemalsuan, manipulasi mutu, dan pencampuran (*blending*) tanpa diketahui oleh konsumen.

Analisis harga hedonik yang didasarkan pada tingkat pendapatan konsumen menunjukkan bahwa varietas/nama dagang (lokal vs unggul) tetap merupakan faktor yang sangat nyata mempengaruhi harga beras yang dibayar oleh konsumen, baik yang berpendapatan rendah (kurang dari Rp 25000/kapita/bulan), sedang (antara Rp 25000 hingga kurang dari Rp 45000,-/kapita/bulan) atau tinggi (lebih besar atau sama dengan Rp 45000/kapita/bulan). Konsumen dengan pendapatan tinggi berani membayar Rp 75 lebih tinggi terhadap beras lokal dibandingkan dengan konsumen yang berpendapatan sedang atau rendah, yang hanya berani membayar masing-masing Rp 64 dan Rp 40 lebih tinggi untuk beras lokal. Hal ini mencerminkan pula bahwa konsumen di perkotaan cenderung lebih memperhatikan kualitas daripada kuantitas.

Sifat-sifat fisiko-kimia tidak langsung dapat dilihat oleh konsumen dalam menentukan jenis beras yang akan dibeli. Dengan kata lain, sifat tersebut tidak langsung dapat mempengaruhi harga tetapi akan mempengaruhi konsumen dalam transaksi selanjutnya. Komponen karakteristik mutu beras yang ikut mempengaruhi harga di suatu kota/tempat berbeda dengan tempat lain. Di Jakarta, komponen yang ikut mempengaruhi harga antara lain adalah penampakan beras yang meliputi derajat putih, derajat sosoh, persentase beras kepala, butir kuning, kadar amilosa, dan skor uji alkali, di samping varietas itu sendiri.

Sementara itu di Medan, karakteristik yang ikut mempengaruhi harga (selain varietas) adalah derajat sosoh dan skor uji alkali. Di Ujung Pandang karakteristik yang mempengaruhi harga adalah kandungan beras kepala dan kadar amilosa. Keadaan di atas mencerminkan bahwa konsumen beras di Jakarta sudah lebih memperhatikan mutu dibandingkan dengan konsumen di Medan atau Ujung Pandang.

Elastisitas Permintaan Sendiri

Damardjati dan Oka (9) melaporkan bahwa apabila terjadi kenaikan harga implisit, maka permintaan terhadap karakteristik beras akan menurun. Sebagai contoh, permintaan terhadap tingkat keputihan beras di Medan akan menurun sebanyak 1,17% untuk setiap 1,00% kenaikan harga implisit dari karakteristik tersebut. Permintaan terhadap karakteristik sangat elastis sampai mendekati unitas untuk ketiga kota yang dijadikan objek studi (Jakarta, Medan, Ujung Pandang). Elastisitas tertinggi ditunjukkan oleh permintaan terhadap derajat sosoh di Ujung Pandang (-2,05). Artinya, setiap harga implisit karakteristik derajat sosoh naik 1,00%, maka permintaan akan derajat sosoh tersebut turun 2,05%. Tingkat elastisitas (nilai mutlak elastisitas) permintaan terhadap mutu secara keseluruhan meningkat dengan semakin tingginya pendapatan konsumen. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa kelompok konsumen berpendapatan tinggi lebih responsif terhadap perubahan harga implisit dari masing-masing karakteristik dibandingkan dengan konsumen yang berpendapatan sedang atau rendah. Tingkat elastisitas tertinggi ditunjukkan oleh konsumen berpendapatan tinggi dari permintaan mereka terhadap derajat sosoh (- 2,30).

Elastisitas Pendapatan dari Permintaan Terhadap Karakteristik

Elastisitas pendapatan adalah suatu ukuran perilaku konsumen terhadap kuantitas karakteristik yang dikonsumsi apabila terjadi perubahan pendapatan dengan asumsi faktor-faktor yang lain tidak berubah. Dengan kata lain, elastisitas pendapatan dapat diartikan sebagai persentase perubahan yang terjadi dalam permintaan konsumen terhadap karakteristik beras untuk setiap persen kenaikan/penurunan pendapatan. Damardjati dan Oka (9) melaporkan bahwa permintaan konsumen terhadap masing-masing karakteristik tidak banyak ditentukan oleh perubahan yang terjadi dalam pendapatan konsumen.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MUTU BERAS

Mutu beras secara umum ditentukan oleh 4 faktor utama yaitu perlakuan prapanen, perlakuan panen, pascapanen, dan sifat genetis. Perlakuan-perlakuan prapanen, panen dan pascapanen terutama mempengaruhi mutu pasar dan mutu giling beras, sedangkan mutu tanak dan cita rasa ditentukan oleh sifat genetis dan penyimpanan. Dalam bagian ini pembahasan hanya dibatasi pada pengaruh faktor-faktor prapanen, panen, dan penyimpanan.

Perlakuan Prapanen

Perlakuan prapanen terutama berpengaruh terhadap proses pembentukan dan keseragaman proses pematangan biji sehingga menimbulkan masalah butir hijau dan butir mengapur (Gambar 9). Adanya butir hijau dan butir mengapur merupakan sifat varietas di samping pengaruh lingkungan dan pengolahan. Tanaman padi yang tumbuh dengan daun-daun yang saling menutupi (pada LAI lebih besar dari 7) akan banyak membentuk butir hijau selama fase pemasakan. Butir-butir mengapur akan banyak terbentuk bila proses pemasakan gabah berlangsung pada suhu tinggi, sehingga proses ini berlangsung terlalu cepat. Suhu optimum untuk pemasakan gabah adalah 29°C (siang) pada 15 hari setelah *heading*, sedangkan 15 hari kemudian adalah 26°C (siang) dan 16°C (malam).

Timbulnya gabah tidak matang sempurna terutama disebabkan oleh tidak cukupnya karbohidrat yang terbentuk untuk pengisian sejumlah *spikelet* yang ada, karena asimilasi karbon setelah *heading* terlalu kecil dibandingkan dengan jumlah gabah yang terbentuk. Di samping itu, pematangan *spikelet* dalam malai yang terbentuk oleh tunas-tunas lambat, akibat pemupukan N yang berat setelah diferensiasi malai, adalah sangat buruk (19).

Oleh karena itu, pemilihan varietas yang cocok diikuti oleh cara-cara bercocok tanam yang tepat diharapkan dapat meningkatkan mutu beras yang dihasilkan.

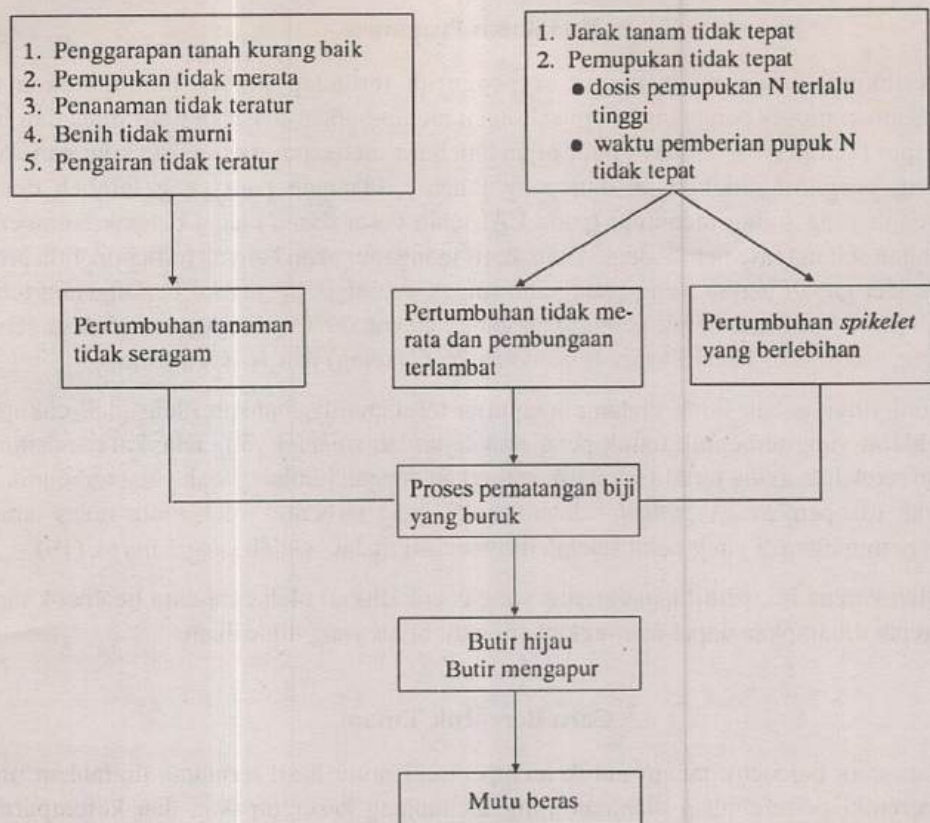
Cara Bercocok Tanam

Cara-cara bercocok tanam untuk memperbaiki mutu hasil terutama diarahkan untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman yang menunjang keserempakan dan kesempurnaan pemasakan gabah. Pada Gambar 9 terlihat faktor-faktor yang mengakibatkan pembungaan padi tidak merata di sawah, dengan akibat tidak meratanya pematangan gabah yang akhirnya dapat menimbulkan banyak butir hijau dan butir mengapur, bila padi dipanen serentak.

Gambar 9 menjelaskan bahwa kemasakan yang tidak seragam disebabkan oleh pertumbuhan tanaman di sawah yang tidak merata. Hal ini dapat disebabkan oleh penggarapan tanah yang tidak baik, pemupukan tidak merata, tanam tidak teratur, benih yang dipergunakan tidak murni, dan cara bercocok tanam kurang baik. Anjuran budi daya padi yang ada sekarang ini, bila dilaksanakan dengan sempurna, dapat mengatasi permasalahan di atas.

Ketidak serempakan pembungaan dan pemasakan gabah di lapang dapat pula diakibatkan oleh banyak terbentuknya tunas-tunas lambat. Kegiatan pertunasan padi erat hubungannya dengan status hara N tanaman (27).

Tetnik bercocok tanam yang meliputi pengaturan umur bibit, jumlah bibit/lubang, dan jarak tanam diduga akan mempengaruhi pembentukan anakan. Umur bibit akan mempengaruhi panjangnya periode pembentukan anakan. Dengan mempergunakan umur bibit yang lebih tua, periode pembentukan anakan akan lebih pendek sehingga pertumbuhan anakan diharapkan lebih serempak. Sedangkan jarak tanam dan jumlah bibit akan mempengaruhi



Gambar 9. Skema pengaruh perlakuan prapanen terhadap mutu beras.

pembentukan anakan melalui kompetisi antarrumpun (*intra specific competition*). Bila jarak tanam semakin rapat dan jumlah bibit semakin banyak, persaingan antarrumpun tanaman padi menjadi kuat, sehingga pembentukan anakan yang berlebih akan tertekan.

Hasil penelitian pemupukan di Sukamandi menunjukkan adanya pengaruh nitrogen terhadap mutu beras giling. Peningkatan dosis pupuk N akan meningkatkan persentase beras pecah yang dihasilkan (24). Diduga, peningkatan dosis pupuk nitrogen akan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman padi. Pembentukan anakan lambat yang berlebihan akan dapat mempertinggi keragaman tingkat kematangan di dalam rumpun tanaman, sehingga pada saat panen, di dalam satu rumpun akan banyak terdapat biji yang masih belum matang dan terlalu matang. Biji yang masih belum matang itu akan mempertinggi persentase butir hijau dan yang terlalu matang akan mempertinggi beras pecah. Telah diketahui bahwa mutu gabah dipengaruhi oleh tingkat kematangan. Keragaman tingkat kematangan biji dalam satu rumpun dipengaruhi oleh keserempakan pertumbuhan anakan.

Kedua hasil di atas menunjukkan bahwa dosis pemupukan nitrogen mempengaruhi mutu gabah, yang semula masih kontroversial (23). Dengan demikian, aspek yang perlu ditelaah disini adalah usaha memperbaiki proses pematangan gabah, yakni keserasian antara pembentukan *spikelet* dengan kemampuan tanaman untuk mengisi gabah seperti tertera pada Gambar 8. Telah diketahui bahwa pemupukan N tinggi meningkatkan kehampaan dan menurunkan persentase gabah isi, sehingga upaya peningkatan hasil memerlukan pemupukan N yang optimal.

Para peneliti, terutama di Jepang, berpendapat bahwa pembentukan *spikelet* tiap satuan luas perlu diatur. Pengaturan pemupukan N yang tepat akan menghasilkan tipe tanaman yang ideal, di mana LAI nya akan optimum untuk kegiatan fotosintesis setelah *heading*. Peneliti di Indonesia tampaknya belum banyak memperhatikan masalah ini.

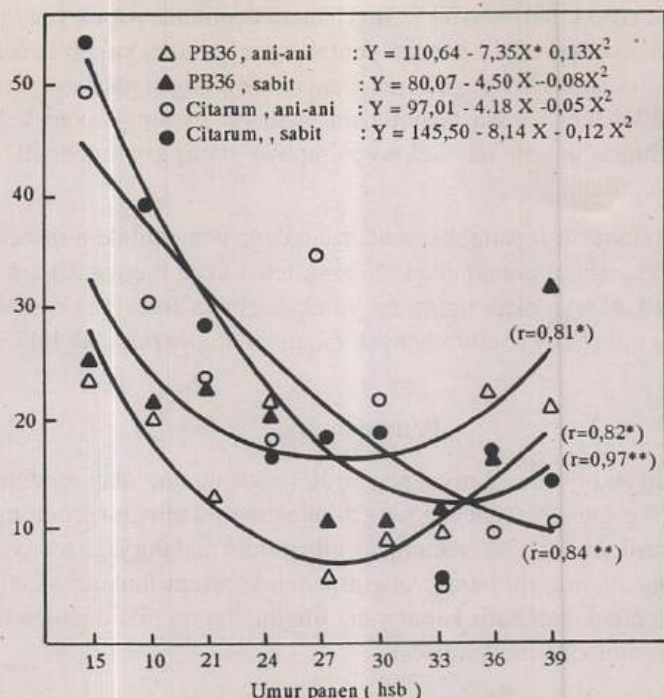
Pemanenan

Tingkat kematangan biji mempunyai pengaruh langsung terhadap rendemen dan mutu beras serta susut hasil gabah. Pemanenan yang dilakukan satu minggu sebelum matang akan memberikan susut hasil sekitar 13%, sedangkan bila terlalu matang juga menyebabkan susut sekitar 12% (1). Di samping itu beras yang dipanen sebelum matang akan mengandung gabah hampa, gabah hijau, dan butir kapur yang tinggi. Tetapi bila dipanen lewat matang, gabah akan mudah rontok dan mudah pecah.

Pengaruh tingkat kematangan biji terhadap mutu gabah dan beras yang pertama adalah pada persentase biji hijau dalam beras pecah kulit. Bulog telah menetapkan batas maksimum gabah yang dapat diterimanya yaitu bila kandungan biji hijau dan kapur adalah kurang dari 5%. Apabila masalah kadar air gabah dan jumlah kotoran masih dapat diatasi dengan pengeringan dan penampian kembali, maka usaha penurunan jumlah biji hijau/kapur sulit dilakukan pada gabah yang telah dipanen. Usaha-usaha prapanen dan pemanenan perlu lebih diperhatikan untuk menurunkan biji hijau.

Cara panen juga mempengaruhi mutu gabah. Pemanenan dengan sabit yang dirontok dengan mesin perontok (*power thresher*) akan menghasilkan beras kepala yang lebih rendah dibandingkan dengan cara panen dengan ani-ani dan di iles. Walaupun demikian, cara panen dengan sabit lebih efisien, cepat, dan murah. Pengaruh cara panen terhadap mutu gabah ini lebih nyata pada gabah umur matang dan lewat matang. Pada gabah umur muda, pengaruh cara panen ini kurang jelas, mungkin karena biji gabah tersebut masih muda dan mudah patah. Cara panen dengan sabit dan mesin perontok akan menimbulkan kerusakan mekanis pada gabah yang lebih besar yang berupa keretakan biji akibat pukulan oleh alat perontok yang berbentuk jeruji-jeruji (Gambar 10). Keretakan biji tersebut mempunyai hubungan erat dengan kepatahan beras setelah digiling (25).

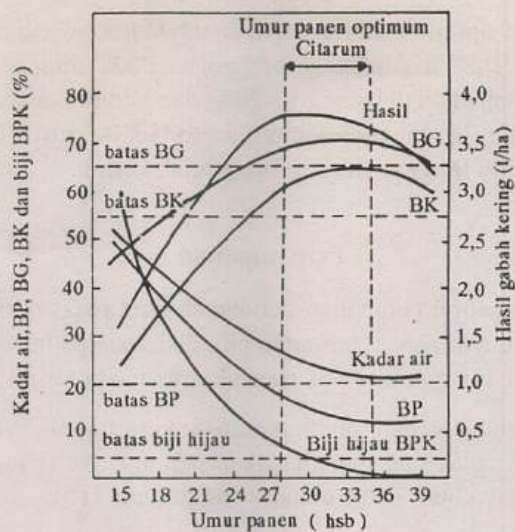
Walaupun demikian, berbagai faktor juga dapat menyebabkan keretakan dan kepatahan biji, antara lain varietas, pemupukan, cara pengeringan, suhu, kelembaban, dan kadar air biji



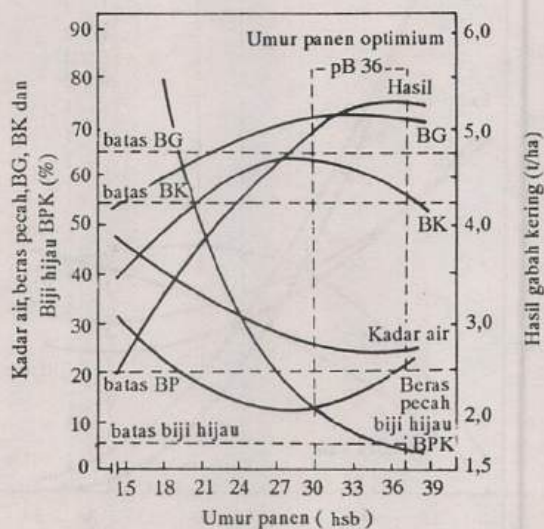
Gambar 10. Hubungan antara umur panen dengan persentase beras pecah dari varietas PB36 dan Citarum yang dipanen dengan ani-ani dan sabit.
Sumber: Damardjati *et al.* (6).

waktu penggilingan (1, 4, 25, 26). Sedangkan BP dari gabah yang dipanen lewat matang diduga disebabkan telah timbulnya keretakan biji akibat pengaruh lingkungan, kelembaban, pembasahan dan pengeringan oleh hujan dan panas. Hal ini menimbulkan *sun cracking* (retak oleh matahari) yang menyebabkan biji menjadi mudah patah dalam penggilingan.

Karena umur panen merupakan faktor penting yang menentukan mutu giling dan mutu pasar beras, maka perlu diketahui kriteria saat panen yang optimum. Dengan menggunakan tabel refraksi dan kriteria mutu beras yang ditetapkan oleh Bulog, maka dapat disusun kriteria untuk umur panen optimum sebagai berikut: hasil produksi maksimum, susut rekraksi kurang dari 29%, biji hijau BPK kurang dari 5%, rendemen BG lebih dari 65%, rendemen BK lebih dari 55%, persentase beras pecah kurang dari 20%, dan persentase beras kapur BG kurang dari 5%. Dengan menggunakan metode optimalisasi dari kurva hubungan antara umur panen dengan hasil mutu beras, maka dapat ditentukan selang umur panen optimum yang menghasilkan gabah yang memenuhi syarat kriteria mutu tersebut di atas (Gambar 11 dan 12).



Gambar 11. Hubungan antara umur panen dengan hasil, rendemen beras giling (BG), beras kepala (BK), persentase beras pecah (BP), biji hijau BPK, dan kadar air, untuk menentukan umur panen optimum padi Citarum. Sumber: Damardjati (6).



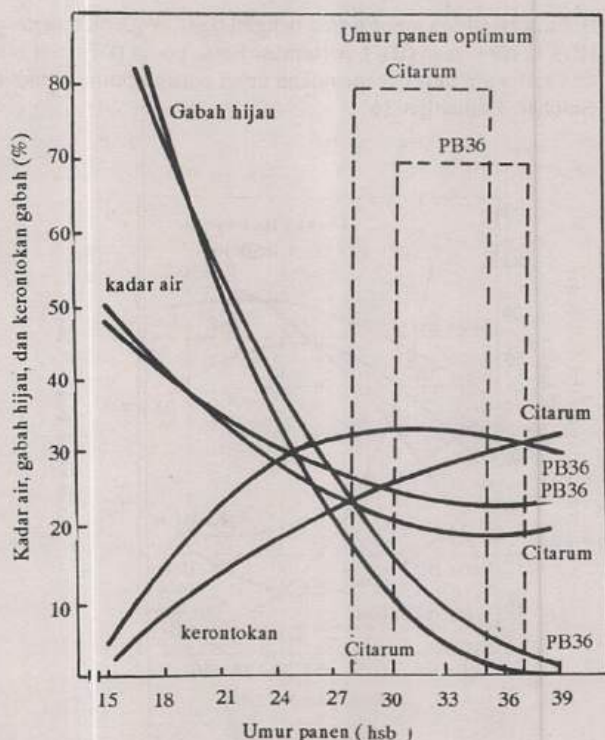
Gambar 12. Hubungan antara umur panen dengan hasil gabah, rendemen beras giling (BG), beras kepala (BK), persentase beras pecah (BP), biji hijau BPK, dan kadar air, untuk menentukan umur panen optimum padi varietas PB36. Sumber: Damardjati (6).

Berdasarkan metode optimalisasi itu, dapat ditetapkan bahwa umur panen optimum padi adalah berkisar antara 30-37 hari sesudah berbunga. Pada umur tersebut kadar air gabah 21-25%, persentase gabah hijau di lapang 15-20%, dan kerontokan gabah 25-30% (Gambar 13). Untuk varietas yang matangnya kurang serempak, seperti PB36, dianjurkan untuk dipanen agak lambat yaitu hingga sebagian besar telah kering.

Penyimpanan

Biji padi akan mengalami perubahan-perubahan sifat fisiko-kimia dan mutu pada 3-4 bulan pertama dalam penyimpanan, terutama bila disimpan pada suhu di atas 15°C, tanpa dipengaruhi oleh bentuk biji gabah, beras pecah kulit, atau beras giling (3, 28).

Selama penyimpanan, terjadi peningkatan kekerasan biji yang ditunjukkan oleh peningkatan *tensile strength* yang menghasilkan peningkatan rendemen giling dan beras kepala karena menurunnya butir patah dalam penggilingan (15).



Gambar 13. Hubungan antara umur panen dengan kadar air, persentase gabah hijau dan kerontokan gabah pada umur panen optimum dari PB36 dan Citarum. Sumber: Damardjati (6).

DAFTAR PUSTAKA

1. Bal, S. and Ohja. 1975. Determination of biological maturity and effect of harvesting and drying condition on milling quality of paddy. J. Agric. Eng. Res. 20:253-361
2. Balittan Sukamandi. 1988. Evaluasi ekonomi, dan mutu beras di penggilingan serta preferensi konsumen di beberapa daerah di Indonesia. Baliittan Sukamandi (unpub).
3. Barber, S. 1972. Milled rice and changes during aging P.215-263 In: Houston, D.F. (Ed) Rice: Chemistry and Technology. Am. Assoc. Cereal Chemists inc.st paul Minn.
4. Damardjati, D.S. 1978. Sifat fisikokimia beras dan hubungannya dengan mutu giling, mutu masak dan mutu rasa dari varietas-varietas padi. Reflektor 1 : 39-55.
5. Damardjati, D.S. and B.H. Siwi. 1981. Quantity of rice protein and its problems (in Indonesian). In: proceeding an Nation Symposium of Food and Nutrition, Yogyakarta, Nov 26 - 28, 1981.
6. Damardjati, D.S., Soewarno T. Sukarto, Hari Suseno, S. Wijandi. 1981. Penentuan umur panen optimum padi sawah (*Oryza sativa* L.). Penelitian Pertanian 2: 19-26.
7. Damardjati, D.S., 1983. Physical and chemical properties and protein characteristic of some Indonesian rice varieties. Desertasi Doktor. I.P.B., Bogor.
8. Damardjati, D.S., 1984. Sifat fisikokimia beras dan hubungannya dengan mutu nasi dari varietas padi Indonesia. Simp. Himpunan Kimia Indonesia, 30 Agustus - 1 September 1984. di Jogjakarta.
9. Damardjati, D.S. dan M. Oka. 1989. Evaluation on consumer preferences for rice quality characteristics at urban area in Indonesia. Paper presented at 12th Asean Seminar on Grain Post Harvest Technology, 29-31 August. Surabaya, Indonesia.
10. Del Rosario, R./V.B. Briones, A.J. Vidal and B.O. Juliano. 1968. Composition and endosperm stucture of developing and nature rice kernel, cereal Chen 45: 225-235.
11. El Saied, E.A. Ahmed, M. Rousdi and W. El Attar. 1979. Gelatinization, pasting characteristics and cooking behaviour of Egyptian rice in relation to amylose and protein content. Starke 31: 270-274.
12. International Rice Research Institute. 1976. Annual Report for 1976. Int. Rice Res. Inst. Los Banos Philippines.
13. Juliano. U. Onate., and A.M. Del Mundo. 1965. Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating quality of milled rice. Food-Technol. 19: 116-125.

Mutu tanak dan cita rasa nasi juga dipengaruhi oleh masa simpan. Penyimpanan akan meningkatkan pengembangan volume dan penyerapan air beras selama pemasakan dan menurunkan kandungan pati dan protein terlarut (12, 14). Nasi juga akan berkurang kelekatan dan kelunakannya, kecuali pada ketan yang tidak berubah sifat nasinya akibat penyimpanan bijinya (28). Aroma juga semakin berkurang selama penyimpanan karena sifat penguapannya. Karena hampir seluruh perubahan sifat beras tersebut terjadi selama 3-4 bulan penyimpanan, maka analisis sifat fisiko-kimia seyogyanya dilakukan setelah contoh disimpan terlebih dahulu. Walaupun demikian, mekanisme yang pasti dari perubahan sifat beras selama penyimpanan belum dapat diketahui secara pasti (28).

Proses Pratanak (*Parboiling*)

Dalam penyimpanan terjadi proses pengusangan (*aging*) yang menyebabkan perubahan sifat seperti tersebut di atas yang umumnya dianggap dapat lebih meningkatkan mutu. Hal ini berlaku terutama di negara-negara tropis. Sebaliknya di Jepang, proses pengusangan dianggap akan menurunkan mutu beras. Di beberapa negara tropis seperti India dan Pakistan, bahkan dilakukan proses pratanak (*parboiling*) yang sesungguhnya merupakan usaha untuk mempercepat proses pengusangan tersebut (15).

Dalam proses pratanak gabah direndam, dikukus dengan uap bertekanan untuk menggelatinasikan sebagian pati, dan dikeringkan kembali. Perubahan yang terjadi terutama menyangkut sifat fisik biji yang menjadi lebih keras dan lebih terawang. Beras pratanak lebih mudah digiling dan lebih tahan patah serta menghasilkan rendemen giling dan beras kepala lebih tinggi. Dengan demikian, beras pratanak umumnya mempunyai mutu giling dan mutu pasar yang lebih tinggi, juga lebih tahan disimpan daripada beras/gabah biasa.

Mutu tanak dan mutu rasa nasi beras pratanak sesuai dengan selera penduduk India, Bangladesh, dan Sri Lanka yang menyukai beras yang pera dan keras. Proses pratanak memang menyebabkan beras menjadi berwarna kecoklatan, aroma agak berubah, dan selama pemasakan biji lebih tetap utuh, terpisah satu sama lain, dan lebih lambat dalam penyerapan air sehingga perlu direndam lebih dahulu sebelum dimasak. Penduduk di Indonesia kurang menyukai beras pratanak karena warna biji yang tidak putih, sifat nasinya yang pera, dan aroma nasi yang asing.

14. **Juliano. 1972.** The rice caryopsis and its composition, *In: Houston. D.F. (Ed) Rice Chemistry and Technology.* P. 16-74. Amer. Assoc. Cereal Chem. Inc, St. Paul Minn.
15. **Juliano. 1979.** The chemical basis of rice grain quality. P. 68-90 *In: Proceeding of Workshop on Chemical Aspect of Rice Grain Quality.* Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.
16. **Juliano. 1981.** International cooperative comparison of instrument methods for cooked rice texture. *J. Texture Studies.* 12: 17-38.
17. **Kush, G.S., C.M. Paule and N.M. de la Cruz. 1979.** Rice grain quality and improvement at IRRI. P.21-31 *In: proceeding of Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality.* Int. Rice. Res. Inst. Los Banos. Philippines.
18. **Little and Dawson. 1960.** Histology and histochemistry of raw and cooked rice kernel. *Food Res.* 21: 611-622.
19. **Matsushima, S. 1976.** High yielding rice cultivation. 367 P. Univ.
20. **Mazurs, E.G., T.J. Schooh and F.E. Kito. 1958.** Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 34: 141-152.
21. **Mears. L. 1982.** Era baru ekonomi: perberasan Indonesia. Gajah Mada Press, Yogyakarta. 647.P.
22. **Mugni Kusnadi, Soemartono Sosromarsono, M. Iman dan S. Wardoyo. 1981.** Resistensi beras terhadap serangan *Sitophilis oryzae* Linn. (Coleoptera, Curculionidae). Seminar Puslitbangtan, 19 Juni 1981, Bogor.
23. **Nangyu, D. and S.K. De Datta. 1970.** Effect of time of harvest and nitrogen level on yield and grain breakage in transplanted rice. *Agron. J.* 68: 468-474.
24. **Nugraha. U.S., AS. Subardja, Djoko S. Damardjati, A.M. Fagi. 1972.** Pengaruh teknik bercocok tanam terhadap mutu gabah. *Dalam: Adi Widjono et al. (Ed). Risalah lokakarya Pasca Panen Tanaman Pangan.* Cibogo. Bogor, 5-6 April. 1982.
25. **Rhind, D. 1962.** The breakage of rice in milling: A review. *Trop. Agric. Trinidad* 39: 19-28.
26. **Seetanum, W and S.K. De Datta. 1973.** Grain yield, milling quality and seed viability of rice as influence by time of nitrogen application and time of harvest. *Agron. J.* 65:390-394.
27. **Tanaka, A., S.A. Navasero, C.V. Garcia, F.T. Parao, and E. Raminez 1964.** Growth habit of the rice plant in the tropic and its effect on nitrogen response. Technical Bulletin No. 3, IRRI Philippines.

28. Villareal, R.M., A.P. Resusseccion, L.B. Suzuki and B.O. Juliano 1976. Changes in physiochemical properties of rice during storage. *starke* 28: 88-94.
29. Watabe T. and H. Okomoto. 1960. Experiments on the Ryokka phenomena in glutinous rice grains (3). Electron Microscopic Investigation on the Surface Structure of Starch Granules *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan.* 29: 89-92.
30. Webb. 1980. Rice quality and grades, P. 543-565, *In*: B.S. Luh (Ed) *Rice Production and Utilization.* A.U. Pub. Co. Conn.

- I.N. Oka dan Bahagiawati A.H. **Pengendalian Hama Terpadu**
- Baehaki S.E dan Mohammad Iman. **Status dan Pengendalian Hama Wereng**
- J. Soejitno. **Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi**
- Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi. **Walang Sangit dan Hama Minor Lain**
- Rochman dan Dandi Sukarna. **Pengendalian Hama Tikus**
- Edi Soenarjo. **Pengendalian Hama Ganjur**
- Suyono dan Dandi Sukarna. **Hama Pascapanen dan Pengendaliannya**
- M. Machmud dan M. Herman. **Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya**
- A. Mukelar dan M.K. Kardin. **Pengendalian Penyakit Jamur**
- M. Machmud. **Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya**
- Nasir Saleh dan D.M. Tantera. **Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi**
- Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani. **Mutu Beras**
- Soemardi dan Ridwan Thahir. **Penanganan Pascapanen**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan**