

SUSUT BOBOT BERAS SELAMA PENYIMPANAN KARENA RESPIRASI

(Matter Lost of Rice in Storage Process by Respiration)

Nurrahman

Staf pengajar Program Studi D-III Gizi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRACT

After post harvest, agriculture product is still physiology change. Biochemical reactions in commodity of agriculture was accident until destroying and deterioration, so that lost in storage process. Matter lost can be accident by respiration. Respiration is biochemical reactions in agriculture product that involve activity of enzyme. Product of respiration is carbon dioxide, water and energy. Velocity of respiration was influent by water contains, temperature, humidity, composition of air, saturated boiling pressure and condition of matter. Water contains is factor very important in matter lost by respiration. Dry matter lost by respiration in storage process was not more than 0.8 percent.

Keywords: Respiration, matter lost, storage and rice

Paling tidak ada 4 tahap Yang harus dilalui bila padi akan dikonsumsi, yakni pemanenan, penjemuran, penggilingan dan pemasakan. Di dalam empat tahap ini terdapat proses-proses yang memungkinkan padi mengalami penyusutan. Penyusutan yang terjadi ada yang bersifat kualitatif seperti perubahan warna, bau dan terdapatnya benda-benda asing dan ada pula yang bersifat kuantitatif seperti berkurangnya bobot.

Menurut estimasi FAO tahun 1983, susut berat biji-bijian setelah panen berkisar 5 - 10 persen dari produksi dunia. Bahkan di negara-negara berkembang kehilangan biji-bijian mencapai 30 persen. Hal ini

dapat dimengerti karena sistem penanganan pasca panen di negara-negara berkembang masih bersifat padat karya dan ditunjang dengan teknologi yang sederhana.

Beras diproduksi oleh petani dalam jumlah cukup besar bagi dirinya dan keluarganya, sisanya dijual atau disimpan di lumbung-lumbung atau di gudang padi. Bulog, pedagang pengumpul dan pedagang pengecer juga melakukan penyimpanan beras yang didapat dari petani. Biasanya padi disimpan dalam keadaan masih gabah kering atau sudah mengalami proses penggilingan dan penyosohan (beras sosoh).

Selama proses penyimpanan, beras ditempatkan pada karung-karung

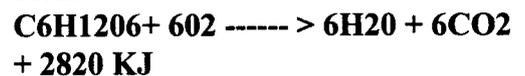
dan ditata di gudang. Ibu-ibu rumah tangga menyimpan beras di dalam wadah yang terbuat dari seng, untuk menghindari serangan tikus. Beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan beras selama penyimpanan cukup banyak, antara lain: serangga, tikus, mikroorganisme, reaksi enzimatik dan non enzimatik, dan respirasi. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan susut kualitatif dan kuantitatif.

Untuk mengurangi atau mencegah penyusutan kuantitatif dan kualitatif tersebut diperlukan penanganan bahan secara tepat disertai adanya langkah-langkah pengendalian mutu pada tiap proses produksi. Uraian paper ini difokuskan pada penyusutan bobot beras selama penyimpanan karena adanya proses respirasi dari bahan.

RESPIRASI

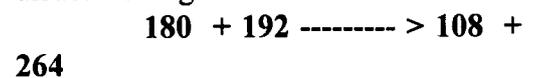
Setelah komoditi pertanian di panen, maka tidak otomatis reaksi-reaksi biokimia dalam komoditi itu berhenti sama sekali. Akan tetapi masih berlangsung sampai berakhir terjadi kerusakan dan pembusukan. Hal ini sering disebut dengan kerusakan fisiologis yang meliputi kerusakan yang disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan, atau enzim-enzim yang terdapat di dalamnya secara alami. Demikian pula dengan beras, beras yang telah dipanen bahkan telah disosoh sekalipun masih melakukan proses-proses metabolisme, yang dikenal dengan respirasi.

Respirasi atau proses pernapasan merupakan proses reaksi oksidasi-reduksi, yang mana oksigen diambil dari udara bebas berfungsi sebagai oksidator dan mereduksi senyawa organik. Hasil reaksi oksidasi-reduksi ini menghasilkan karbon dioksida, air dan energi. Secara sederhana proses respirasi dapat digambarkan oleh persamaan sebagai berikut:



Satu mol gula dapat dioksidasi oleh 6 mol oksigen menghasilkan 6 mol air, 6 mol karbon dioksida dan energi sebesar 2820 KJ. Gula merupakan hasil hidrolisis pati oleh enzim-enzim yang bekerja dalam suatu bahan, baik enzim yang berasal dari bahan itu sendiri maupun enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme yang mencemarinya.

Berdasarkan bobot atomnya persamaan oksidasi gula di atas dapat disusun sebagai berikut:



Untuk 180 bagian bahan dengan 192 bagian oksigen menghasilkan 108 bagian air dan 264 bagian karbon dioksida (berdasarkan berat). Hal ini berarti untuk menghasilkan 108 gram air dihasilkan pula panas sebanyak 2820 KJ, sehingga untuk 1000 gram air dikeluarkan $1000/108 \times 2820 \text{ KJ} = 26100 \text{ KJ}$. Jumlah panas yang dihasilkan ini ternyata jauh lebih banyak daripada jumlah panas yang diperlukan untuk menguapkan 1 kg air

itu sendiri (panas laten penguapan air = 2400 KJ). Berarti jumlah panas yang dihasilkan $26100/2400 = 10.9$ kali jumlah panas yang diperlukan untuk penguapan. Ini merupakan suatu sebab biji-bijian mengering dengan sendirinya, di mana panas yang terbentuk tidak hanya digunakan untuk menguapkan air yang sudah terdapat sebelumnya. Panas yang terkumpul ini juga menyebabkan suatu jenis kerusakan berupa pembentukan butir kuning (Syarief dan Halid, 1993).

Panas yang dilepaskan berhubungan pula dengan suatu parameter yang disebut "Respiratory Quotient (RQ)" dimana menurut persamaan Thornton:

$$\text{KJ panas/mol bahan kering} = 364 + 113 \text{ RQ}$$

Nilai RQ karbohidrat = $6/6 = 1$, untuk lemak $51/80 = 0.75$, dan untuk protein = 0.82 . Nilai RQ ini merupakan ratio mol atau volume antara oksigen yang dikonsumsi terhadap karbon dioksida yang dilepas. Data tentang jumlah

Tabel 1. RQ nonprotein, jumlah karbohidrat dan lemak yang dioksidasi serta jumlah kalori yang diproduksi, per liter oksigen yang dikonsumsi

RQ non-protein	Karbohidrat (g)	Lemak (g)	Kalori (g)
1.00	1.232	0	5.047
0.95	1.010	0.091	4.995
0.90	0.793	0.180	4.924
0.85	0.580	0.267	4.862
0.80	0.375	0.350	4.801
0.75	0.173	0.433	4.739
0.70	0	0.502	4.686

karbohidrat dan lemak yang dioksidasi per liter oksigen dan nilai RQ non protein serta jumlah kalori yang diproduksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Respirasi yang terjadi Pada gabah berakibat penurunan daya tumbuh gabah (daya kecambah), kehilangan zat makanan atau penyusutan berat dan penurunan mutu gabah. Disamping itu aktivitas respirasi menghasilkan peningkatan suhu dan kelembaban udara, sehingga terjadi juga peningkatan aktivitas mikroorganisme dan serangga. Respirasi gabah selama penyimpanan merupakan gabungan dari proses respirasi yang dilakukan oleh serangga, kapang dan gabah.

Sumber: Swaminathan (1974)

$$RQ = \frac{V_{O_2} - C_{O_2} \text{ yang dilepas}}{V_{O_2} - O_2 \text{ yang dikonsumsi}}$$

Proses respirasi gabah dipengaruhi oleh kadar air gabah, suhu, komposisi udara dan keadaan gabah. Kadar air gabah tinggi laju respirasi juga tinggi. Tingkat kadar air gabah yang mengakibatkan laju respirasi meningkat dengan pesat disebut kadar air kritis. Kadar air kritis gabah pada suhu 100C adalah 17.5 persen, dan suhu 300C adalah 14.5 persen.

Laju respirasi juga dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu bahan semakin tinggi laju respirasinya. Suhu dimana laju respirasi meningkat dengan pesat disebut dengan suhu kritis. Suhu kritis gabah pada kadar air 16.98 persen adalah 200C. Pengaruh suhu terhadap laju respirasi bervariasi tergantung dari kadar air, penyebaran biji, kapang dan serangga (Pomeranz, 1974).

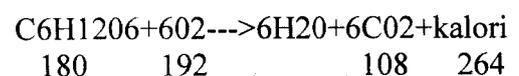
Komposisi udara, yakni perbandingan konsentrasi gas CO₂ dan O₂ mempengaruhi laju respirasi. Laju respirasi akan semakin meningkat dengan adanya gas oksigen berlebihan. Akan tetapi peningkatan konsentrasi gas CO₂ selama respirasi justru menghambat laju respirasi. Peningkatan gas CO₂ juga

menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan serangga. Peristiwa yang demikian ini sering digunakan sebagai cara untuk menyimpan beras, yang dikenal dengan sistem penyimpanan kontrol atmosfer. Kondisi udara penyimpanan beras dibuat sedemikian rupa sehingga konsentrasi gas CO₂ dan O₂ dapat menghambat laju respirasi dan pertumbuhan mikroorganisme dan serangga.

Keadaan gabah juga berpengaruh terhadap laju respirasi. Gabah atau beras yang patah dan retak laju respirasinya lebih tinggi daripada beras utuh. Beras yang diserang serangga laju respirasinya lebih tinggi dibanding yang tidak karena respirasi serangga lebih tinggi dibanding beras.

SUSUT BERAT KARENA RESPIRASI

Sebab-sebab kehilangan berat beras selama penyimpanan antara lain: serangan serangga, tikus, burung, respirasi dan sebagainya. Akan tetapi yang dimaksud dengan susut beras karena respirasi adalah kehilangan berat beras yang dikhususkan karena adanya aktivitas respirasi, dinyatakan dalam (DML)R (DML dry matter loss). Untuk menghitung kehilangan bahan kering akibat respirasi dapat diturunkan dari persamaan umum:



Dalam reaksi tersebut yang paling mudah untuk dihitung adalah jumlah C02, dan dinyatakan dalam mg/100 g/hari. Dengan demikian (DML)R per hari dalam persen dapat dihitung dari persamaan:

$$\% \text{ (DML)R per hari} = \frac{C02 \times 10^{-3} \times 180}{264 \times C02 \times 10^{-3} \times 0.662}$$

Penentuan (DML)R dengan menggunakan rumus tersebut dapat dilakukan di laboratorium, akan tetapi sulit dilakukan di lapangan. Hall (1970) telah mencoba mengestimasi besarnya karbon dioksida yang dilepaskan melalui kadar air dengan persamaan:

$$\text{Log } C02 = a(M) - b$$

di mana C02 diukur dalam mg/100 g bahan kering/hari

M = kadar air basis basah (bb), dalam persen

a dan b = konstanta (bervariasi menurut kadar air)

Rumus tersebut menggambarkan semakin tinggi kadar air beras, semakin besar nilai C02. Dan semakin tinggi C02 berarti jumlah bahan kering yang teroksidasi lebih banyak, dengan demikian semakin besar kehilangan berat bahan tersebut. Hal ini dapat dimengerti bahwa aktivitas enzim respirasi dapat berlangsung dengan lebih cepat pada kadar air lebih tinggi. Tabel 2 menunjukkan nilai konstanta a dan b dari berbagai biji-bijian. Nilai a dan b berubah dengan berubahnya kadar air bahan.

Tabel 2. Konstanta a dan b untuk persamaan Hall

Biji-bijian	Kisaran Kadar air (%bb)	a	b
Jagung, bentuk dent	10.0-13.2	0.17	2.00
	13.3-17.0	0.27	3.33
Sorghum (canel)	10.0-13.2	0.125	1.65
	13.3-17.0	0.32	4.1
Gabah	10.0-13.2	0.21	3.04
	13.3-17.0	0.44	6.08
Beras pecah kulit	10.0-13.7	0.17	2.67
	13.8-17.0	0.44	6.41
Beras sosoh	10.0-14.1	0.16	2.83
	14.2-17.0	0.49	7.48
Gandum, lunak	10.0-14.0	0.09	1.35
	14.1-17.0	0.36	5.14

Sumber: Teter, 1984

Rumus yang dikemukakan oleh Hall (1970) hanya cocok untuk kadar air tertentu, yaitu 10.0 sampai 17.0 persen. Untuk kadar air yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan ekstrapolasi. Secara eksperimental, Seib et al. (1980) menguraikan susut bahan kering bagi gabah jenis lonjong panjang dan medium (sedang), dengan persamaan sebagai berikut:

$$(DML)R = 1 - \text{Exp}[-(Atc) \times \text{Exp}(D(T-60)) \text{Exp}JE(W-0.14)]$$

di mana:

(DML)R = susut bahan kering karena respirasi, dalam desimal

t = waktu dalam seperseribu jam

W = kadar air bebijian (bb), dalam desimal

T = suhu, dikonversi pada OF

A = 0.001889 untuk gabah panjang

0.000914 untuk gabah

sedang

C = 0.7101 untuk gabah

panjang

0.654 untuk gabah sedang

D = 0.02740 untuk gabah

panjang

0.03756 untuk gabah

sedang

E = 31.63 untuk gabah panjang

33.61 untuk gabah sedang

Persamaan ini menunjukkan bahwa laju pembentukan CO₂ menurun dengan bertambahnya waktu. Untuk pemakaian rumus ini laju pembentukan CO₂ hampir konstan antara 2000-3000 jam. Bila CO₂ yang terbentuk diketahui, maka panas dan

uap air yang dilepaskan dapat dihitung berdasarkan persamaan respirasi. Dengan rumus ini pada kadar air lebih tinggi dari 17 persen, yang tidak dapat dihitung dengan persamaan Hall, dapat dilakukan.

Selama periode penyimpanan, kadar air gabah mungkin berubah dari waktu ke waktu dengan demikian laju respirasi atau pembentukan CO₂ pun berubah dari waktu ke waktu, sehingga dalam perhitungan dapat dibagi menjadi beberapa periode.

$$(DML)R = DML1 + DML2 + \dots + DMLn$$

SUSUT BAHAN KERING YANG DIPERKENANKAN

Tingkat kehilangan bahan kering (DML)R yang diperbolehkan menurut Teter (1981) adalah 0.8 persen. Di Amerika (DML)R yang diperbolehkan 0.5 persen, di Indonesia antara 1-1.5 persen. Tabel 3 memperlihatkan bahwa gabah dengan 18 persen kadar air mengalami susut 0.6 persen bahan kering dalam satu bulan. Dengan menganggap (DML)R yang diperbolehkan 1 persen gabah tersebut menjadi tidak diterima setelah 50 hari penyimpanan, yaitu $50/30 \times 0.6$ persen = 1 persen.

Bila gabah harus disimpan dalam tumpukan selama 8 hari pada 21 persen kadar air, susut bahan kering adalah $8/30 \times 25$ kg/ton = 6.5 kg/ton. Bila tingkat susut yang diperbolehkan 1 persen = 10 kg/ton, maka pada kondisi itu harus disimpan tidak lebih lama dari $10/25 \times 30$ hari = 12

hari, dan bila segera diturunkan kadar airnya menjadi 18 persen, maka sisa umur simpannya menjadi $3.5/6 \times 30$ hari = 17.5 = 18 hari lagi. Akan tetapi pengalaman menunjukkan bahwa

sejumlah kecil gabah di lumbung dan di dalam karung dapat disimpan selama 8 bulan pada kadar air 14.5 persen (Syarief dan Halid, 1993).

Tabel 3. Estimasi susut bahan kering dan C02 yang dihasilkan sebagai fungsi dari kadar air gabah

Kadar air (%bb)	C02 (mg/100 g/hari)	DML kg/ton/bulan
18	35	6
19	80	10
20	100	17
21	150	25
22	200	33
23	230	37
24	260	42
25	300	48
26	330	52
27	350	54
28	350	53

Sumber: Teter, 1984

INDEKS KERUSAKAN

Indeks kerusakan (DI) digunakan untuk menilai derajat kerusakan yang mungkin timbul karena lingkungan dimana bahan tersebut berada. Indeks kerusakan dibagi atas

1. Potensi kerusakan rendah (panas-kering, dingin kering), DI = 0-2
2. Potensi kerusakan sedang, DI = 2-5
3. Potensi kerusakan tinggi (panas-basah), DI = 5-10

Indeks kerusakan (ID) ini erat hubungannya dengan kelembaban relatif suatu tempat, tekanan uap jenuh dan secara tidak langsung dengan kadar air bahan dan suhu lingkungan. Beberapa persamaan yang erat kaitannya dengan indeks kerusakan biji-bijian adalah sebagai berikut:

$$DI = (HR - 65) Pas \times 10^{-4}$$

di mana: DI = indeks kerusakan

HR = kelembaban

relatif (%)

Pas = tekanan uap jenuh (Pascal, 1 Pa 0.01 milibar)

Pas = 162 (OC) - 918,
 untuk suhu 20-250C
 Pas = 214 (OC) - 2240,
 untuk suhu 25-300C
 Pas = 283 (OC) - 4310,
 untuk suhu 30-350C

A,B,C = konstanta (bervariasi
 menurut jenis bahan)
 T = suhu (OC)
 Md = kadar air bk (desimal)
 Exp= e pangkat (e = 2.7828)

$$HR = \frac{Exp^{-A}}{[Exp(-B.Md)]^{r(T+C)}}$$

di mana: HR = kelembaban relatif
 (desimal)
 r = konstanta gas (1.987)

Hubungan antara (DML)R dengan DI
 untuk penyimpanan biji-bijian
 diperlihatkan persamaan berikut:
 % (DML)R per hari = Expja (DI) -
 b)

(DML)R = susut bahan kering
 karena resprasi (% per hari)
 a dan b = konstanta (Tabel 4)

Tabel 4. Konstanta a dan b untuk gabah dan jagung

Jenis bahan	Kisaran DI	a	b
Gabah	12.00-14.20	0.820	13.160
	5.00-12.00	0.486	9.149
	2.78- 5.00	0.369	8.567
	0.00- 2.78	0.151	7.960
Jagung	6.82-10.00	0.513	8.146
	2.70- 6.86	0.325	6.868
	0.00- 2.70	0.211	6.560

Teter (1984)

KADAR AIR

Air dalam bahan pangan merupakan komponen terpenting dalam melihat kerusakan atau daya simpan selama penyimpanan. Laju respirasi, pertumbuhan mikroorganismen dan serangga sangat dipengaruhi oleh kadar air dalam

bahan. Menurut persamaan Hall kenaikan kadar air biji-bijian meningkatkan jumlah CO₂ yang dilepaskan, dan hal ini memperbesar susut bahan kering. Kadar air yang tinggi mempercepat pertumbuhan mikroorganismen dan serangga, yang pada akhirnya mempertinggi kerusakan.

Oleh karena itu perlu ditetapkan kadar air beras atau gabah sebelum disimpan, agar mempunyai daya simpan cukup lama.

Padi yang baru dipanen biasanya mempunyai kadar air lebih dari 20 persen. Setelah dipanen dilakukan penjemuran kurang lebih selama 3 hari. Dari proses penjemuran diperoleh gabah dengan kadar air 14 persen. Pada kadar inilah gabah dikarung dan disimpan di gudang.

Penurunan kadar air gabah sangat penting sekali karena berpengaruh pada umur simpan dan memudahkan transportasi. Akan tetapi gabah dengan kadar air rendah juga membawa masalah. Gabah yang terlalu kering pada saat penggilingan dan penyosohan akan banyak mengalami patah-patah. Hal ini mempertinggi prosentase beras patah dan menir. Disamping itu gabah atau beras dengan kadar air rendah menurunkan bobot karena gabah atau beras dijual berdasarkan berat.

Simpulan

Beras yang disimpan mengalami penyusutan bobot karena adanya peristiwa respirasi di dalam bahan. Proses ini terjadi karena adanya aktivitas enzim yang bekerja pada reaksi oksidasi-reduksi pada senyawa organik (Karbohidrat, protein dan lemak) menghasilkan karbon dioksida, uap air dan panas. Laju respirasi dipengaruhi oleh kadar air gabah, suhu, kelembaban udara, komposisi udara, tekanan uap jenuh dan keadaan gabah. Diantara beberapa

faktor ini, faktor kadar air beras memegang peran penting dalam mempengaruhi laju respirasi. Semakin tinggi kadar air laju respirasi semakin cepat, dan semakin besar penyusutan bobot beras. Respirasi tidak hanya dapat mengurangi bobot beras tetapi juga mengakibatkan perubahan warna, bau, aktivitas serangga dan pertumbuhan mikroorganisme. Susut bobot karena respirasi dalam penyimpanan beras diharapkan tidak lebih dari 0.8 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Hall, D.W. 1970. Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Sub tropical Areas. FAO Agr. Dev. Paper No. 90. Rome.
- Seib, A., H.P. Pfof, A. Sukabdi, V.G. Ragand, R. Bunoughs. 1980. Spoilage of Rough Rice as Measured by Evaluation of Carbon Dioxide. *di dalam* Proc. of 1980. Grains Post Harvest Workshop.. SEARCA, College, Laguna, Philippines.
- Swaminathan, M. 1974. Essentials of Food and Nutrition. Vol.1. Fundamental Aspects. Genesh and Co., Madras.
- Syarief, R dan Halid, H. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcan, Jakarta.
- Teter, N.C. 1981. Grain Storage. Southeast Asia Corp.Harvest

Research and Development
Programmes. SEARCA,
College, taguna, Philippines.

Grain Post Harvest Technology,
National Post Harvest Institute
for Research and Extension,
Metro Manila, Philippines.

Teter, N.C. 1984.a. Dry Matter Loss,
di dalam Training Manual of