

# PENYIMPANAN KEDAP UDARA, PENERAPANNYA UNTUK BIJI-BIJIAN

Oleh :

**Suharwadi K. Sentana<sup>1)</sup>**

## 1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini penyimpanan kedap udara, baik tanpa maupun dengan pengaturan tekanan udara di sekitar komoditas yang disimpan telah banyak dikembangkan. Penyimpanan dengan cara ini terutama bertujuan untuk menekan pertumbuhan dan mencegah serangan serangga, dengan cara membuat sesedikit mungkin kadar  $O_2$  di dalam wadah penyimpanan tanpa penggunaan insektisida. Bahkan bila mungkin tanpa  $O_2$  yang bertujuan untuk mencegah serangan dan pertumbuhan serangga serta pertumbuhan jamur selama bahan disimpan.

Agar biji-bijian dapat disimpan dengan aman, biji-bijian harus dikeringkan hingga mencapai kadar air tertentu. Bila tidak dikeringkan jamur akan dapat berkembang dengan cepat, lebih-lebih bila biji masih basah langsung disimpan. Biji-bijian yang basah dapat pula disimpan dengan memuaskannya pada wadah kedap udara seperti halnya biji-bijian kering.

Penyimpanan kedap udara akan menghindarkan infestasi serangga

dengan mengurangi kadar oksigen yang diperlukan untuk pertumbuhan, tanpa penggunaan insektisida. Namun demikian penyimpanan dengan cara ini juga menimbulkan perubahan pada biji-bijian yang disimpan.

Beberapa perubahan yang terjadi pada biji, dan prospek penerapan penyimpanan kedap udara akan diuraikan dalam kesempatan ini.

## 2. Prinsip Penyimpanan Kedap Udara

Prinsip penyimpanan kedap udara adalah berkurangnya kadar oksigen di dalam wadah kedap udara hingga level tertentu yang dapat mematikan atau membuat tidak aktifnya organisme aerob yang merugikan, baik serangga maupun jamur, sebelum mereka menimbulkan kerugian yang berarti terhadap biji-bijian (*Hyde et al 1973 ; Hyde and Burrel, 1982*).

Penggunaan  $O_2$  oleh organisme aerob berkaitan erat dengan proses respirasi. Berikut akan diuraikan proses respirasi secara singkat.

### 2.1. Proses Respirasi

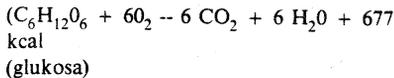
Ada dua macam proses respirasi, yaitu, respirasi aerobik dan

<sup>1)</sup>Ajun Peneliti Muda pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan LIPI, Jalan Cisit, Kompleks LIPI, Bandung 40135.

anaerobik.

#### — *Respirasi aerobik*

Oksigen yang diperlukan pada proses respirasi aerobik diperoleh dari udara. Respirasi aerobik berlangsung menurut reaksi :



Pada proses oksidasi ini dihasilkan  $CO_2$ , air dan sejumlah energi (677 kcal). Energi inilah yang digunakan oleh makhluk hidup (serangga, jamur, dan biji) untuk pertumbuhan dan perkembangannya, tetapi sebagian energi itu lepas ke udara bebas dalam bentuk panas (*Hyde et al., 1973*).

## 2.2. *Respirasi dan Pengendalian Hama*

Berbagai faktor yang berhubungan dengan respirasi biji-bijian dan respirasi hama (serangga dan jamur) adalah penting bila mempertimbangkan penyimpanan biji-bijian pada wadah kedap udara. Kalau biji-bijian kering diserang serangga kemudian biji tersebut disimpan pada wadah kedap udara, maka serangga tadi akan menggunakan oksigen yang tersedia pada wadah tersebut. Setelah persediaan oksiden habis serangga akan mati lemas karena kekurangan oksigen di dalam darah. Kebanyakan spesies serangga gudang akan mati kalau konsentrasi oksigen di dalam udara antar butiran turun hingga 2% (volume) seperti ditunjukkan oleh Bailey (1955) dalam *Hyde et al., 1973*) pada gambar 1.

Jamur hanya dapat berkembang pada biji-bijian dengan kadar air tinggi (di atas 15%) masih dapat tumbuh pada konsentrasi oksigen yang sangat rendah hingga 0,2% (Nash, 1978). Pada konsentrasi oksigen antara 0,5 dan 1%, mikro-organisme tertentu, termasuk sejumlah khamir dapat berkembang biak dengan cepat pada kelembaban tinggi dan dapat menimbulkan kerusakan pada biji-bijian. Di pihak lain bakteri hanya mampu menyerang apabila kadar air biji-bijian di atas 22%.

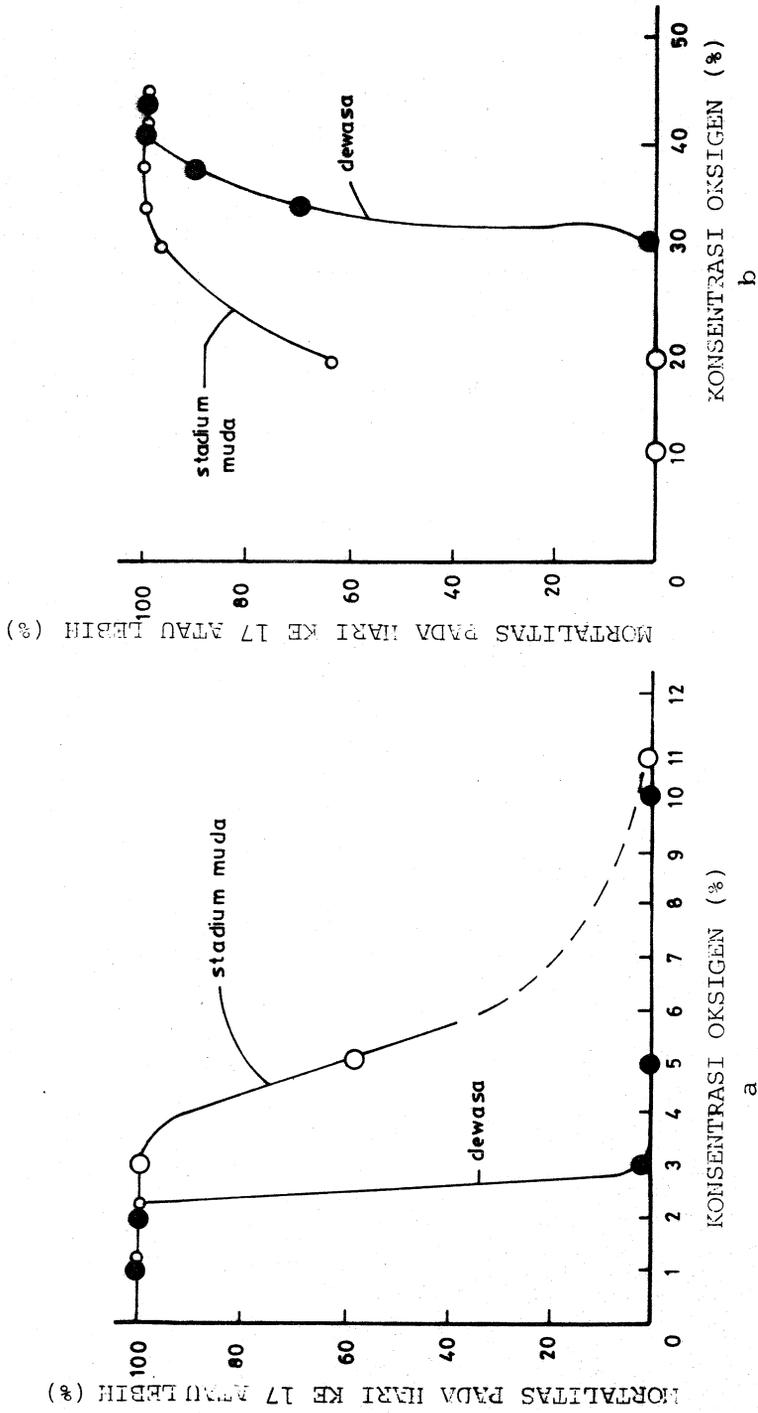
## 3. Penerapan Penyimpanan Kedap Udara

Pada mulanya, penyimpanan kedap udara dimaksudkan terutama untuk pengendalian serangan serangga pada biji-bijian kering. Walaupun begitu akhir-akhir ini penyimpanan kedap udara digunakan pula untuk menyimpan biji-bijian basah.

Biji-bijian kering selama disimpan pada tempat kedap udara hanya mengalami sedikit perubahan. Pada biji-bijian basah terjadi perubahan-perubahan tertentu yang dapat mempengaruhi nilai ekonomi biji-bijian tersebut. Berikut akan diuraikan beberapa perubahan yang terjadi selama biji-bijian disimpan pada wadah kedap udara.

### 3.1. *Penampakan, Bau dan Rasa*

Pada umumnya warna biji-bijian tetap cerah, dan tidak terdapat pertumbuhan jamur. Terjadinya fermentasi anaerobik menimbulkan bau



Gambar 1. Mortalitas *Sitophilus granarius* stadium muda dan dewasa  
a) dalam oksigen di atmosfer tanpa karbon dioksida  
b) dalam karbon dioksida atmosfer, dan 15-20 % oksigen  
(Bailey 1955 dalam Hyde et al. 1973)

manis-asam dan rasa yang lebih enak, yang meningkat dengan kenaikan suhu dan kadar air. Guilbot dan Poisson (1983, dalam Hyde dan Burrel, 1982) telah menunjukkan timbulnya bau asam selama perkembangan bau biji-bijian, pada kadar air  $\pm 16\%$  (Tabel 1). Bau asam juga timbul dari beras yang divakumkan dalam botol volume 1 l dan diletakkan di tempat terbuka beratap selama 14 bulan (P3FT—LIPI, 1985).

Tabel 1. Perkembangan bau selama penyimpanan kedap udara gandum

Kadar air	Waktu (hari) yang diperlukan pada suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	15	22
23	10	8
21	23	11
19	40	20
17	60	3 — 40
15	$\geq 600$	$\geq 150$

Sumber : Guilbot and Poisson (1963, dalam Hyde and Burrel, 1982)

Tabel 2. Perubahan kadar air jagung (% db) yang disimpan pada berbagai tempat selama 12 minggu

Minggu ke Tempat Penyimpanan	0	2	4	6	8	10	12
A	13,69	14,91	14,72	14,12	16,95	19,31	21,43
B	13,69	13,85	14,20	14,41	13,67	14,83	15,34
C	13,69	14,17	14,17	14,24	14,16	14,71	15,18
D	13,69	14,08	13,83	14,41	14,48	14,59	15,09

A: silo ferosemen  
 B: gentong yang alasnya dilapisi bata merah  
 C: gentong tanpa alas  
 D: karung goni  
 (Anwar, 1984)

\*) rata-rata dari 5 ulangan.

### 3.2. Kadar Air

Pada penyimpanan biji-bijian kering kadar air tidak menimbulkan masalah, tetapi pada biji-bijian berkadar air tinggi atau pada suatu daerah dengan fluktuasi iklim yang kuat akan berakibat fatal (Pixton, 1980). Penurunan kadar air dialami pada beras yang disimpan di dalam botol volume 1 l selama 14 bulan (P3FT—LIPI-Bulog, 1986). Jagung dengan kadar air 13% yang disimpan pada bagian ujung dari pit beton berkapasitas 60 ton yang ditutup dengan aspal dan diuji di Inggris mengalami kenaikan kadar air. Kenaikan kadar air ini disebabkan oleh adanya migrasi uap air pada permulaan yang lebih dingin dan masuknya air hujan melalui tempat-tempat yang bocor (Hyde dan Burrel, 1982).

Anwar (1984) juga menunjukkan adanya peningkatan kadar air pada jagung yang disimpan di dalam silo ferosemen, gentong, dan karung goni, selama 12 Minggu (Tabel 2).

- A : silo fero semen  
 B : gentong yang alasnya dilapisi bata merah  
 C : gentong tanpa alas  
 D : karung goni  
 (Anwar, 1984)

\*) rata-rata dari 5 ulangan

### 3.3. Daya Kecambah

Biji-bijian berkadar air awal di atas 16% yang disimpan di dalam silo kedap udara dapat kehilangan daya kecambah. Bila kadar airnya 22% atau lebih perkecambahan turun

hingga nol hanya dalam beberapa minggu. Hal ini merupakan hambatan penggunaan/penerapan wadah kedap udara untuk penyimpanan biji-bijian dengan kadar air di atas 16% misalnya "malting barley".

Beberapa pengarang lain juga menunjukkan terjadinya penurunan daya kecambah pada biji-bijian yang disimpan (Isbagiyo & Sumardi, 1978; Pfost, 1978, dan Pixton, 1980). Anwar (1984) juga mengamati terjadinya penurunan daya kecambah pada jagung yang disimpan selama 12 minggu pada berbagai wadah (Tabel 3).

Tabel 3. Penurunan daya kecambah jagung (%) yang disimpan pada berbagai wadah selama 12 minggu\*)

Minggu ke Tempat Penyimpanan	0	2	4	6	8	10	12
A	95	93,8	69,6	60	48	31	26,8
B	95	93,8	77,2	71,2	64	57,8	55,2
C	95	95,2	84,4	74	58	49,78	43,6
D	95	85	78	71,6	58,4	52,68	40,8

- A : silo ferocemen  
 B : gentong yang alasnya dilapisi dengan bata merah  
 C : gentong tanpa alas  
 D : karung goni  
 (Anwar, 1984)

\*) rata-rata dari 5 ulangan.

### 3.4. Komposisi Kimia

Perubahan utama yang terjadi pada penyimpanan biji-bijian adalah peningkatan gula reduksi dan penurunan gula non reduksi.

Barber et al. (1968) mengamati perubahan kadar gula dari beras yang disimpan pada wadah kedap udara

pada berbagai kondisi. Gula reduksi meningkat sedang kadar gula non reduksi menurun. Perubahan kadar gula sangat dipengaruhi oleh suhu dan kadar air.

Pada biji-bijian yang berkadar air hingga 25% terjadi sedikit peningkatan keasaman, dan tidak terjadi perubahan pada protein dan

nitrogen total. Kadar nitrogen total beras yang disimpan pada wadah kedap udara selama 10 bulan pada berbagai derajat sosoh, berbagai suhu dan berbagai kadar air adalah konstan. Pada biji-bijian yang berkadar air di atas 25% kelihatannya terjadi beberapa macam fermentasi, yang lebih mirip dengan silase, dan keasamannya mungkin meningkat. Beberapa perubahan yang terjadi pada penyimpanan kedap udara biasanya merupakan fungsi suhu. Pada suhu rendah apalagi mendekati nol perubahan tidak terjadi (Hyde and Burrell, 1973). Biji-bijian dengan kadar air di bawah 16% sifat-sifatnya hampir tidak berubah selama penyimpanan. Pada kadar air yang lebih tinggi peneliti lain menemukan bahwa protein dan nitrogen total tidak mengalami perubahan (Hyde and Burrell, 1982). Girish (1980), Pixton (1980), dan Quanglia et.al (1980) juga telah menunjukkan perubahan komposisi kimia biji-bijian yang disimpan dalam berbagai cara.

Kadar lemak total dari beras tetap konstan selama penyimpanan kedap udara (Barber et.al. 1967, (Narayana Rao et.al. 1981, Yasumatsu & Moritaka 1964, pada berbagai suhu dan kadar air.

Namun demikian penurunan kandungan lemak yang disebabkan oleh dekomposisi atau serangan serangga telah dilaporkan oleh Jagoe (1954). Walaupun total lipida tetap konstan, komposisinya berubah : asam lemak bebas meningkat, sedang lemak netral dan fosfolipida menurun (Barber, et.al., 1967: Yasumatsu & Moritaka, 1964).

Komposisi asam lemak dari lipida total tidak berubah selama penyimpanan beras (Barber et.al. 1967).

### 3.5. Penyusutan Berat

Pada umumnya penyusutan meningkat dengan kenaikan kadar air awal biji-bijian yang disimpan. Selain kadar air, aerasi juga mempengaruhi penyusutan berat (Kreyger, 1972). Selain itu lama penyimpanan juga mempengaruhi kehilangan berat kering. Kehilangan berat kering jagung pada kadar air awal 12,5% yang disimpan selama 40 bulan meningkat dengan meningkatnya lama penyimpanan (De Lima, 1980). Anwar (1984) juga mengamati peningkatan penyusutan pada jagung yang disimpan dalam silo ferosement, gentong, dan karung goni selama 12 Minggu, dengan kadar air awal 13,5% (Tabel 4).

## 4. Masa Depan Penyimpanan Kedap Udara

Baik biji-bijian kering (kadar air tidak lebih dari 13%) maupun biji-bijian basah (kadar air di atas 13 — 14%) dapat disimpan pada wadah kedap udara dengan memuaskan. Namun demikian karena di negara-negara berkembang biji-bijian adalah merupakan makanan pokok manusia bukan untuk makanan ternak, maka akan menimbulkan masalah bilamana biji-bijian basah disimpan dengan cara ini. Biji-bijian basah yang disimpan dengan cara ini akan menurun daya kecambahnya sehingga tidak dapat dipakai untuk

**Tabel 4. Penyusutan jagung yang disimpan selama 12 minggu di dalam berbagai wadah\*)**

Minggu Ke Tempat Penyimpanan	0	2	4	6	8	10	12
A	0	0	0	0	0	6,26	8,59
B	0	0	0	0	0	6,28	8,59
C	0	0	0	0	0	3,32	4,64
D	0	0	0	0	0	6,28	8,59

A : silo fero semen

B : gentong yang alasnya dilapisi dengan bata merah

C : gentong tanpa alas

D : karung goni

\*) rata-rata dari 5 ulangan

(Anwar, 1984)

benih. Biji basah yang disimpan juga mengalami peningkatan keasaman dan peningkatan penyusutan berat. Selain itu kondisi iklim di daerah tropis sangat sesuai bagi perkembangan jamur, apalagi dengan kondisi biji-bijian yang basah akan lebih memungkinkan bagi pertumbuhan jamur, sehingga mampu merusak biji. Belum lagi adanya jamur tertentu, misalnya *Aspergillus flavus* yang mampu menghasilkan toksin. Toksin ini berbahaya bagi manusia dan ternak.

Oleh karena itu penyimpanan kedap udara di daerah-daerah tropis seperti Indonesia ini, hanya cocok digunakan untuk menyimpan biji-bijian kering (kadar air tidak lebih dari 13%). Hal ini sekaligus merupakan tantangan bagi para ilmuwan kita untuk mengusahakan agar biji-bijian basah dapat disimpan dengan cara ini dengan memuaskan, sehingga dapat menghemat waktu, tenaga, dan biaya.

## 5. Kesimpulan

Penyimpanan kedap udara merupakan salah satu metode yang menguntungkan dalam pengawetan biji-bijian, terutama biji-bijian kering, karena dapat mencegah serangan serangga, dan dapat membunuh serangga tanpa penggunaan insektisida.

Sifat-sifat dasar biji-bijian yang disimpan dengan cara ini tidak berubah, tetap dapat digunakan untuk benih dan untuk keperluan industri minuman.

Cara penyimpanan ini tidak dapat dipakai untuk biji-bijian basah yang akan dikonsumsi manusia, untuk keperluan industri dan untuk benih. Walaupun demikian biji-bijian basah yang disimpan dengan cara ini cukup bagus untuk makanan ternak, bahkan terdapat aroma yang menyenangkan karena terjadinya fermentasi selama penyimpanan.

## Pustaka

- Anwar, Saiful, 1984, Studi Penggunaan Silo Ferrocement untuk Penyimpanan Jagung, Tesis S1, Fak. Teknol.Pert. UGM, Yogyakarta, 82p.
- Barber, S., 19..?, Milled Rice and Changes during Aging, pp. 217-263 di dalam Houston, D.F. (Ed), 19..?, Rice, Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemistry Inc, St. Paul, Minnesota.
- De Lima, C.P.F, 1980, Field Experience with Hermetic Storage of Grain in Eastern Africa with Emphasis on Structures Intended for Famine Reserves, pp. 39—53. Di dalam : Controlled Atmosphere Storage of Grain, Proc. an International Symposium, Rome, Italy, 12—15 May, 1980. Elsevier Sci. Publ. Coy., Amsterdam.
- Girish, G.K., 1980, Studies on the Preservation of Foodgrains under Natural Airtight Storage, pp. 15—24. Di dalam : Controlled Atmosphere Storage of Grain, Proc. an International Symposium, Rome, Italy, 12—15. May 1980. Elsevier Sci. Publ.Coy., Amsterdam.
- Golob, P. F. Ngulube, V. Nhang, and W. Kumwenda, 1983. The Effect of Store Diameter in the Rate of Drying of Maize Stored on the Cob in Malawi, Trop. Stored. Inf., vol. 45, p.5—10.
- Hyde, M.B. and N.J. Burrell, 1983. Some Recent Aspect of Grain Storage Technology, pp. 313—341, Di dalam : Grain Storage : Part of a System. AVI Publ.Coy, Inc. Connecticut.
- Hyde, M.B., A.A. Baker, A.C. Ross, And C.D. Lopez, 1973, Airtigh Grain Storage, F.A.O. UN, Rome, 71p.
- Hyde, M.B., and N.J. Burrell, 1982. Controlled Atmosphere Storage, pp. 443—448. Di dalam : Storage of Cereal Grains and their Products, American Assoc., Cereal Chemists, Inc., Minnesota.
- Isbagiyo, S.P. and Sumardi, 1978. A Study on the Storage of Corn (*Zea mays L.*) pp. 406—416. Di dalam : Workshop on Grain Post Harvest Technology Proc. Bangkok, 10—12 June 1978.
- Kreyger, J., 1972, Drying and Storing Grains, Seeds and Pulses, Institute for Storage and processing of Agricultural Product, Wageningen, 333p.
- Nash, M.J., 1978, Crop Conservation and Storage, Pergannon Press, Oxford, 393p.
- Pfost, H.B. 1978, High Temperature, High humidity Grain Storage, p.462—467. Di dalam : Workshop on Grain Post-Harvest Technology, Proc, Bangkok, 10—12 June 1980.
- Pingale, S.V., 1973, Handling and storage of Foodgrains, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 186p.
- Pixton, S.W., 1980, Changes in Quality of Wheat during 18 years Storage pp. 301—310. Di dalam

- : Controlled Atmosphere Storage of Grain, Proc. An International Symposium, Rome, Italy, 12 — 15 May 1980. Elsevier Sci., Publ.Coy., Amsterdam.
- P3FT—LIPI, 1985, Penelitian Penggunaan Sistem Vakum untuk Penyimpanan Beras, Laporan Kemajuan tahap II.
- P3FT—LIPI dan BULOG, 1986, Penelitian Penggunaan Sistem Vakum untuk Penyimpanan Beras, Laporan Akhir, Buku I, II, III.
- Quanglia, G., R. Cavoili, P. Catani, J. Shejbal, and M. Lombardi, 1980, Preservation of Chemical Parameter in Cereal Grains Stored in Nitrogen, pp. 313—333. Di dalam : Controlled Atmosphere Storage of Grains, Proc. An International Symposium, Rome, Italy, 12—15 May 1980. Elsevier Publ.Coy., Amsterdam.