

Peranan Penyimpanan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan

Yadi Haryadi

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan
Institut Pertanian Bogor
Kampus Dramaga Bogor

ABSTRAK

Ketahanan pangan didefinisikan sebagai keadaan pada saat semua orang pada setiap saat secara fisik sosial, dan ekonomi memiliki akses terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan yang sesuai dengan selera mereka bagi kehidupan yang aktif dan sehat. Arah kebijakan ketahanan pangan Indonesia saat ini masih cenderung difokuskan pada tahap budidaya (*on farm*), sementara perhatian pada tahap pasca panen masih belum memadai. Padahal, selama tahap pasca panen dapat terjadi kerusakan, kehilangan, dan penurunan mutu dan nilai gizi, serta keamanan pangan, yang dapat membuat pangan yang ada tidak memenuhi kriteria pemenuhan ketahanan pangan. Penyimpanan merupakan salah satu tahap pasca panen yang berpotensi memberi andil pada terjadinya kehilangan dan kerusakan bahan pangan yang telah diproduksi. Pada tahap penyimpanan dapat diterapkan teknik-teknik penyimpanan yang benar dan pengendalian hama yang tepat sehingga selama masa penyimpanan kerusakan ditekan sekecil mungkin.

kata kunci : ketahanan pangan, penyimpanan, penurunan mutu, pengendalian hama

ABSTRACT

Food security is defined as a situation in which all people physically, socially, and economically at all times have access to sufficient, safe and nutritious food to meet their needs in accordance with their taste for an active and healthy life. It seems that the current policy of Indonesian food security is heavily focused on the food production phase (on farm), whereas insufficient attention is given on post harvest stage. In fact, during post-harvest stage food loss, quality deteriorations, and loss of nutritional value, as well as loss of food safety may take place, which can make food that does not fulfill the criteria of food security compliance. Storage is one of post-harvest stages that could potentially contribute to the occurrence of above quantitative and qualitative food losses. During storage different proper storage techniques and pest control could be applied, so that the food losses during storage could be reduced to as small as possible.

keywords : food security, storage, quality deteriorations, pest control

I. PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia selain sandang dan papan. Dengan demikian, pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. Terpenuhi atau tidaknya secara nasional kebutuhan akan pangan suatu negara berkaitan erat dengan ketahanan pangan negara tersebut. Apabila kebutuhan pangan nasional suatu negara tidak terpenuhi berarti ketahanan pangan negara tersebut rapuh. Dalam skala lebih kecil, bila sebuah propinsi atau sebuah kabupaten tidak dapat memenuhi kebutuhan pangan untuk penduduknya berarti ketahanan pangan provinsi atau kabupaten tersebut rapuh.

Definisi ketahanan pangan ternyata bermacam-macam. Menurut Hoddinott (1999) ada sekitar 200 definisi ketahanan pangan dengan sekitar 450 indikator. Sementara itu Maxwell dan Frankenberger (1992) mencatat ada 194 studi tentang konsep dan definisi ketahanan pangan dan ada 172 studi tentang indikator ketahanan pangan. Dari waktu ke waktu, definisi ketahanan pangan juga berubah dan berkembang, beserta identifikasi faktor-faktor yang berperan. Pada *World Food Summit* tahun 1996, ketahanan pangan didefinisikan sebagai berikut: "ketahanan pangan adalah keadaan pada saat semua orang pada setiap saat secara fisik dan ekonomi memiliki akses terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan yang sesuai dengan selera mereka bagi kehidupan yang aktif dan sehat". Selanjutnya, pada tahun 2001 ditambahkan aspek sosial dalam hal akses terhadap pangan.

Di Indonesia, definisi ketahanan pangan ditemui pada Undang-Undang No. 7 Tahun 1996 Tentang Pangan. Menurut Undang-Undang No. 7 Tahun 1996 Tentang Pangan, ketahanan pangan adalah "kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, dan terjangkau". Definisi tersebut kemudian

diadopsi dalam Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2002 Tentang Ketahanan Pangan. Ada perbedaan yang nyata dalam definisi menurut Undang-Undang No. 7 Tahun 1996 Tentang Pangan dan definisi menurut *World Food Summit*. Undang-Undang Pangan menekankan tersedianya pangan bagi keluarga. Sementara itu, *World Food Summit* menekankan pentingnya ketersediaan pangan untuk setiap orang.

II. VARIABEL KETAHANAN PANGAN DAN SWASEMBADA PANGAN

2.1 Ketahanan Pangan

Berdasarkan definisi-definisi yang telah disinggung di atas, ada empat variabel atau pilar yang penting guna mencapai ketahanan pangan, yaitu: (i) ketersediaan pangan; (ii) akses terhadap pangan; (iii) penggunaan pangan atau konsumsi pangan; dan (iv) stabilitas. Akses terhadap pangan mencakup ketersediaan sumberdaya ekonomi atau pendapatan untuk membeli atau membarter pangan yang tepat yang dibutuhkan untuk memenuhi menu yang bergizi (USAID, 1992). Kata-kata kunci yang harus diperhatikan dalam definisi ketahanan pangan untuk menjamin tercapainya ketahanan pangan adalah (i) ketersediaan, dalam hal jumlah, mutu, nilai gizi, dan keamanan; (ii) keterjangkauan secara sosial, ekonomi, dan politik; (iii) stabilitas, dalam arti pasokan pangan harus berkesinambungan dilihat dari sisi ruang/lokasi dan waktu; dan (iv) kecukupan asupan konsumsi (*intake*).

Guna memenuhi kehidupan yang layak dan sehat, setiap orang harus memperoleh pangan yang bermutu, bergizi, dan aman. Bermutu dalam arti pangan yang diperoleh tidak cacat, tidak rusak, tidak berkontaminasi, tidak berkapang, dan tidak mengandung benda-benda asing yang dapat menimbulkan bahaya bagi konsumen. Pangan yang diperoleh juga harus bergizi dan memenuhi persyaratan gizi yang seimbang. Pangan yang diperoleh harus aman dalam arti tidak mengandung mikroorganisme (khususnya bakteri dan

kapang) dan atau toksinnya yang berbahaya bagi kesehatan, tidak mengandung metabolit serangga, dan tidak mengandung bahan kimia berbahaya, termasuk bahan kimia yang berasal dari wadah/kemasan atau *food contact material* lainnya.

Berbicara keterjangkauan atau akses terhadap pangan, dari sisi sosial, setiap orang harus mendapat hak yang sama untuk memperoleh pangan tanpa dibatasi oleh status sosialnya dalam masyarakat. Dari sisi ekonomi setiap orang harus memiliki kemampuan untuk membeli atau membarter pangan dengan penghasilan yang diperolehnya secara halal. Dari sisi politis, setiap orang harus memiliki hak yang sama untuk memperoleh pangan tanpa dibatasi oleh sikap politik atau ideologinya. Stabilitas dalam ketahanan pangan mengandung makna bahwa setiap orang harus memperoleh pangan kapan saja dan di mana saja (tanpa ada pembatasan ruang dan waktu) secara berkesinambungan. Dari sisi asupan (*intake*), setiap orang termasuk dalam keluarga berhak mendapat asupan pangan yang sama. Dalam hal ini tidak ada prioritas pangan untuk ayah atau orang yang lebih senior dalam keluarga. Dalam budaya sebagian masyarakat di Indonesia, ayah merupakan faktor yang dominan sehingga walaupun tersedia pangan yang cukup, sering ada ketidak-adilan dalam keluarga dalam memperoleh pangan. Dalam sebuah keluarga ada anggota keluarga yang tidak mendapat porsi pangan yang cukup baik dalam jumlah maupun syarat-syarat pangan lainnya. Oleh karena itu definisi ketahanan pangan dari *World Food Summit* yang

menekankan penting ketersediaan pangan untuk semua orang merupakan definisi yang lebih tepat.

2.2 Swasembada Pangan

Produksi beras dalam negeri pada periode 1984/1985 mencapai puncaknya dengan dicapainya keadaan swa sembada beras nasional. Namun kemudian produksi beras nasional tidak mampu memenuhi kebutuhan. Laju peningkatan produksi padi jauh lebih lambat dari laju pertumbuhan penduduk. Dampaknya, untuk memenuhi kebutuhan beras nasional, Indonesia kembali menjadi pengimpor beras, yang mencapai puncaknya pada tahun 1998 yaitu sebesar 5,7 juta ton. Produksi beras yang stagnan pada periode tahun sembilan-puluhan dan awal tahun dua ribuan merupakan akibat dari berbagai hal, antara lain penciptaan lahan pertanian (yang beralih fungsi ke sektor non pertanian seperti sektor properti, komersial, dan industri) dan meningkatnya konsumsi beras per kapita beras. Saat ini konsumsi beras per kapita telah mencapai 139 kg/tahun. Hal lain yang menjadi penyebab melemahnya ketahanan pangan Indonesia adalah karena petani sebagai ujung tombak ketahanan pangan tidak bergairah lagi untuk meningkatkan produksi.

Pada periode 2005 – 2009 produksi beras mengalami kenaikan yang cukup signifikan, yaitu dari 54,2 juta ton gabah kering giling (GKG) menjadi 64,3 juta ton pada tahun 2009. (Tabel 1). Pada tahun 2008 terjadi peningkatan produksi sebesar 3,1 juta ton sehingga tahun 2008 Indonesia dinyatakan swa sembada beras kembali (Munif, 2009).

Tabel 1. Luas panen, produksi dan produktivitas padi di Indonesia tahun 2005 – 2009

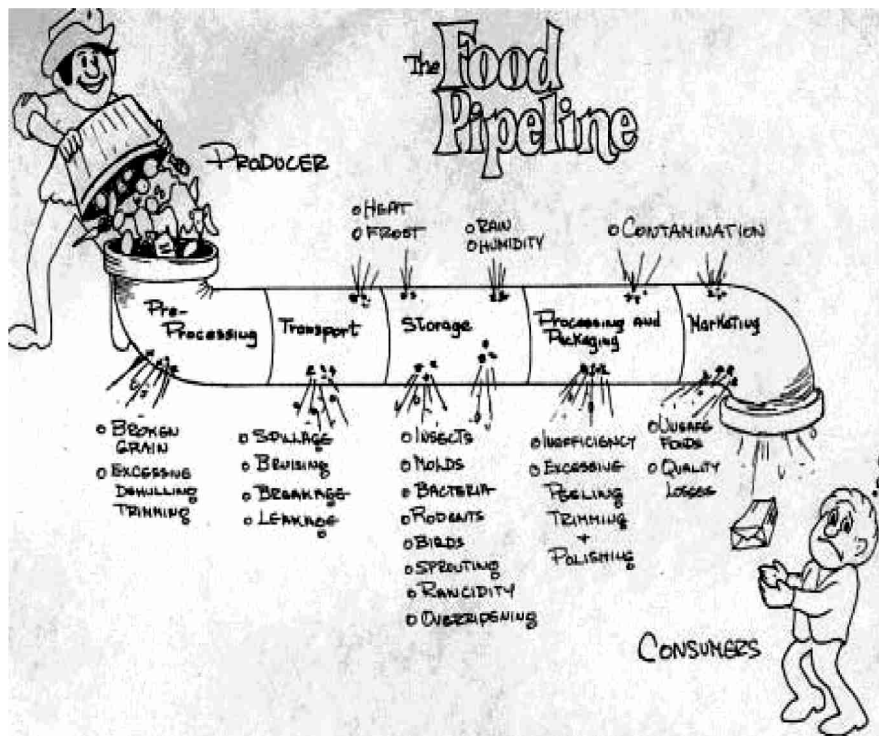
Tahun	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Kw/Ha)
2005	11.839.060	54.151.097	45,74
2006	11.786.430	54.454.937	46,20
2007	12.147.637	57.157.435	47,05
2008	12.327.425	60.325.925	48,94
2009	12.878.039	64.329.329	49,95

Sumber : Departemen Pertanian (2010)

Selama ini arah kebijakan pemerintah dalam hal ketahanan pangan lebih terfokus pada aspek budidaya (*on farm*), sementara perhatian terhadap aspek pasca panen (*off-farm*) masih belum memadai. Demikian pula kajian atau ulasan para pakar lebih berfokus pada aspek *on farm*. Tambunan (2008) menyampaikan alternatif solusi pemecahan permasalahan ketahanan pangan di Indonesia melalui tujuh langkah pembenahan yaitu dalam hal: (i) lahan pertanian; (ii) infrastruktur pertanian; (iii) teknologi dan SDM; (iv) *energy*; (v) dana; (vi) lingkungan fisik/iklim; (vii) relasi kerja; dan (viii) ketersediaan input lainnya. Peningkatan produksi yang terus meningkat dari tahun ke tahun akan menjadi tidak bermakna apabila selama proses pasca panen sejak panen hingga sampai di meja konsumen terjadi kerusakan dan kehilangan yang sangat besar. Gambar 1 mengilustrasikan terjadinya kerusakan dan kehilangan pasca panen pangan. Namun demikian, Suryana (2005) telah menyoroti peranan teknologi pasca panen yang belum diterapkan dengan baik sehingga

tingkat kehilangan hasil dan degradasi mutu masih cukup tinggi. Memang benar bahwa pada tahap pasca panen terjadi kehilangan dan kerusakan bahan pangan, sehingga pangan yang telah dihasilkan pada tahap budidaya atau pra-panen banyak yang hilang dan rusak pada tahanan pasca panen.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa selama proses pasca panen sejak panen hingga bahan pangan sampai ke tangan konsumen terjadi kehilangan dan kerusakan bahan pangan yang digambarkan sebagai kebocoran dalam pipa. Kehilangan pasca panen padi/beras di Indonesia pada setiap tahap, sejak tahap panen hingga tahap penyimpanan berkisar antara 1,6 persen (tahap panen) hingga 1,68 persen (tahap penyimpanan) seperti disajikan pada Tabel 2. Hal yang menarik adalah bahwa walaupun secara keseluruhan terjadi penurunan persen susut sejak tahun 1986/1987 (21,03 persen) sampai tahun 2007 (11,27 persen), pada tahap penyimpanan persen susut menunjukkan peningkatan, yaitu



Gambar 1. The food pipeline

Sumber : Bourne (1977)

dari 0,32 persen pada tahun 1986/1987 menjadi 1,68 persen pada tahun 2007.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa susut bobot beras pada tahap pasca panen mencapai 11,27 persen. Bila produksi padi adalah 64,3 juta ton (Tabel 1) dan rendemen giling adalah 62,5 persen, maka beras yang disimpan adalah sekitar 40,2 juta ton. Bila kehilangan atau susut selama penyimpanan adalah 1,68 persen maka beras yang hilang secara kuantitatif adalah sebesar sekitar 643 ribu ton. Kehilangan bobot (kehilangan kuantitatif) mungkin sebenarnya lebih besar dari angka 1,68 persen tersebut karena beberapa penelitian lain menunjukkan tingkat kehilangan yang lebih besar, yaitu antara 2 persen hingga 6 persen. Bila kehilangan selama penyimpanan adalah sebesar 3 persen, maka kehilangan tersebut adalah sebesar 1,2 juta ton.

penyimpanan terjadi berbagai kehilangan dan kerusakan seperti kehilangan nilai pangan dan penurunan keamanan pangan akibat kontaminasi oleh metabolit serangga dan metabolit kapang jika penyimpanan dilakukan dengan cara yang tidak benar. Sebagian besar padi dan gabah serta beras disimpan di tingkat petani yang pengetahuannya tentang penyimpanan pangan yang baik masih belum memadai. Padahal ketahanan pangan menyangkut bahan pangan yang bermutu, bergizi dan aman.

Mengingat resiko terjadinya kehilangan dan kerusakan bahan pangan khususnya beras selama penyimpanan, makaperhatian terhadap tahap penyimpanan perlu ditingkatkan. Selain itu guna menjaga terjadinya kehilangan akibat agen-agen perusak selama penyimpanan, dianjurkan padi yang dibudidayakan adalah padi dari varietas yang tidak hanya unggul dari

Tabel 2. Susut panen dan pasca panen gabah/beras tahun di Indonesia 1986/87 – 2007

Tahap	Susut (persen)		
	1986/1987	1995/1996	2007
Panen	9,19 ¹⁾	9,52 ¹⁾	1,57 ¹⁾
Perontokan	5,48 ¹⁾	4,78 ¹⁾	0,98 ¹⁾
Pengangkutan	0,59	0,19	0,38
Pengeringan	1,94 ¹⁾	2,13 ¹⁾	3,59 ²⁾
Penggilingan	3,51 ²⁾	2,19 ²⁾	3,07 ²⁾
Penyimpanan	0,32	1,61	1,68
Total	21,03	20,51	11,27

Sumber : Direktorat Penanganan Pasca Panen Deptan dan BPS (2007)

Keterangan : 1) persentase terhadap GKP (Gabah Kering Panen)

2) persentase terhadap GKG (Gabah Kering Giling)

Bila konsumsi beras adalah 139 kg per kapita per tahun dan penduduk Indonesia pada tahun 2010 adalah 237,6 juta jiwa (BPS, 2010), maka kebutuhan beras nasional untuk konsumsi penduduk adalah sekitar 33 juta ton. Bila kebutuhan beras sebagai bahan baku industri adalah sebesar 0,5 juta ton, maka dengan produksi padi Indonesia sekitar 64 juta ton seperti tahun 2009, dapat disimpulkan bahwa Indonesia pada tahun 2010 mengalami surplus beras paling tidak 3 - 4 juta ton. Perhitungan teoritis di atas adalah dengan asumsi beras yang diproduksi dan disimpan semuanya bermutu tinggi dan aman dikonsumsi. Pada kenyatannya, selama

sisi pra panen, tetapi juga unggul dari sisi daya tahannya terhadap serangan agen perusak khususnya serangga hama pasca panen. Sebagai ilustrasi, dalam kondisi penyimpanan yang optimal bagi perkembangannya, seperti kondisi di Indonesia, seekor induk betina *Sitophilus oryzae* selama tiga bulan dapat memproduksi 1,5 juta keturunan. Keturunan sebanyak itu mampu menghancurkan sebanyak 22 – 30 kg beras. Oleh karena itu peranan penyimpanan dalam hal ketahanan pangan sangat penting. Bila kehilangan bahan pangan khususnya sereal yang merupakan makanan pokok dapat ditekan, maka ketahanan pangan kita akan lebih kuat.

III. PERANAN PENYIMPANAN DALAM KETAHANAN PANGAN

Dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan, teknologi penyimpanan menjadi sangat penting karena selama penyimpanan sering terjadi kerusakan dan kehilangan, yang disebabkan oleh berbagai hal. Penyebab kerusakan antara lain adalah : (i) perubahan kimia dalam bahan pangan; (ii) perkembangan mikroorganisme; (iii) perkembangan serangga; (iv) serangan tikus; (v) kesalahan penanganan oleh manusia; (vi) penggunaan wadah yang tidak baik; (vii) kondisi bahan pangan yang tidak baik untuk disimpan; dan (viii) pengaruh lingkungan yang kurang baik.

Dalam proses penyimpanan waktu merupakan faktor yang sangat penting. Makin lama suatu bahan disimpan makin besar risiko yang harus ditanggung dan besar pula perhatian yang harus diberikan pada bahan tersebut.

3.1 Kehilangan Bahan Pangan Selama Penyimpanan

Seperti telah diuraikan di muka, selama penyimpanan, bahan pangan banyak mengalami kerusakan dan kehilangan, apabila teknologi penyimpanan yang diterapkan tidak atau kurang tepat. Jenis-jenis kehilangan yang berkaitan dengan ketahanan pangan adalah: (i) kehilangan bobot; (ii) kehilangan mutu; (iii) kehilangan nilai gizi; dan (iv) kehilangan keamanan pangan.

Kehilangan bobot atau kuantitas dapat disebabkan oleh berkurangnya bobot bahan karena dimakan serangga, tikus, burung, akibat evaporasi, akibat tercecer, serta adanya bagian bahan yang tidak layak dikonsumsi karena serangan serangga dan kapang. Penyebab kehilangan bobot terbesar adalah serangga hama gudang.

Kehilangan mutu dapat berupa penyimpangan penampakan, kehilangan *flavor*, akumulasi bau, perubahan citarasa, penurunan mutu pemasakan (*cooking quality*). Kehilangan mutu dapat pula berupa meningkatnya kandungan cemaran seperti potongan tubuh

serangga, bulu tikus, kotoran dan urin tikus. Sebagai contoh, dengan metode *filth test*, terbukti bahwa satu ekor serangga hama gudang yang ikut tergiling dalam proses pembuatan tepung sereal dapat menghasilkan sebanyak 150 potongan (*fragment*) tubuh serangga jika pada proses penggilingan digunakan alat penggiling tipe palu (*hammer mill*), dan dapat menghasilkan 800 – 1200 potongan tubuh jika menggunakan penggiling halus.

Kehilangan nilai gizi banyak terjadi akibat kondisi penyimpanan yang tidak baik sehingga terjadi kehilangan vitamin dan kandungan gizi penting lainnya. Kehilangan keamanan pangan dapat terjadi karena adanya metabolit kapang dan metabolit serangga yang berbahaya bagi kesehatan manusia seperti mikotoksin yang dihasilkan kapang dan asam urat yang merupakan metabolit serangga. Mikotoksin yang sangat berbahaya antara lain adalah aflatoksin yang diproduksi oleh kapang *Aspergillus flavus*. Asam urat diduga bersifat karsinogen (bersifat dapat memicu timbulnya kanker). Oleh karena itu kandungan asam urat dalam bahan pangan yang telah terserang serangga hama pasca panen yang dibolehkan adalah maksimum 5 mg/100 g bahan pangan.

3.2 Faktor-Faktor Dalam Penyimpanan Sereal

Banyak faktor yang berperan dalam penyimpanan sereal. Faktor-faktor tersebut adalah lingkungan (suhu, kelembaban nisbi, komposisi atmosfer), sifat dan karakteristik bahan (kadar air, a_w), tindakan penanganan bahan sebelum disimpan (cara dan waktu panen, pembersihan bahan), agen atau hama perusak (mikroorganisme, serangga hama pasca panen, vertebrata lainnya).

a. Faktor lingkungan

Suhu ruang atau suhu sistem penyimpanan memegang peran yang sangat penting dalam sistem penyimpanan. Bahan pangan yang berkadar air tinggi atau memiliki a_w tinggi dan rentan terhadap kerusakan mikrobiologis sangat tergantung pada suhu penyimpanan. Bahan-bahan tersebut

memerlukan suhu rendah, suhu dingin, atau bahkan suhu beku untuk menjamin penyimpanan yang baik dan benar. Bahan pangan yang relatif tahan terhadap serangan mikroorganisme seperti sereal dan hasil-hasilnya mendapat ancaman dari serangga hama pasca panen. Aktivitas serangga tersebut sangat tergantung pada suhu. Makin rendah suhu penyimpanan, makin menurun tingkat serangan. Oleh karena itu suhu penyimpanan yang rendah akan menurunkan risiko kerusakan oleh serangga.

Kelembaban relatif (RH) udara sangat berkaitan erat dengan kadar air bahan khususnya biji-bijian dan hasil-hasilnya, karena adanya fenomena kadar air keseimbangan (Labuza, 1968). Pada umumnya penyimpanan bahan pangan relatif lebih aman pada kelembaban rendah. Kelembaban udara juga terkait dengan karakteristik transmisi uap air melalui film plastik pengemas. Jika karakteristik transmisi uap air film tersebut jelek (laju transmisi uap airnya tinggi), dalam jangka waktu lama selama penyimpanan uap air akan masuk ke dalam kemasan dan bahan pangan akan menyerap uap air tersebut sehingga kadar airnya meningkat.

Komposisi atmosfer merupakan faktor penting dalam penyimpanan. Lingkungan penyimpanan yang kaya oksigen akan meningkatkan aktivitas serangga maupun mikroorganisme khususnya kapang. Oleh karena itu sistem penyimpanan dengan manipulasi atmosfer akan mengurangi risiko kerusakan. Sistem penyimpanan atmosfer termodifikasi (*modified atmosphere storage/MAS*) atau sistem penyimpanan atmosfer terkendali (*controlled atmosphere storage/CAS*) sudah banyak diterapkan dalam penyimpanan bahan pangan.

b. Sifat dan Karakteristik Bahan

Tindakan penanganan bahan pangan sebelum disimpan sangat berpengaruh pada mutu simpan bahan tersebut. Setiap bahan pangan memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda. Bahan pangan yang belum diolah atau baru dipanen sesungguhnya masih

“hidup” dalam arti bahan tersebut masih melakukan respirasi. Sebagai contoh gabah yang sudah dikeringkan sampai kadar air 14 persen (kadar air penyimpanan) aktivitas respirasinya akan meningkat jika kadar air gabah tersebut meningkat kembali akibat fenomena kadar air keseimbangan. Aktivitas respirasi tersebut menghasilkan CO₂, uap air, dan panas. Akumulasi uap air yang diikuti meningkatnya a_w akan memicu perkembangan kapang yang akan menimbulkan kerusakan bahan pangan. Dalam keadaan yang ekstrim aktivitas kapang akan menghasilkan mikotoksin.

c. Tindakan Penanganan Bahan Sebelum Disimpan

Bahan yang dipanen dengan cara yang salah akan memicu masalah dalam penyimpanan. Sebagai contoh sereal yang dipanen pada saat musim hujan sehingga pengeringannya tidak sempurna akan banyak terkena serangan kapang. Akibatnya mutu bahan akan turun.

Bahan yang sebelum disimpan penanganannya kurang baik, tidak baik untuk disimpan. Bahan tersebut akan banyak mengandung benda-benda asing yang kandungan mikroorganismenya lebih banyak dari bahan yang bersih. Sebagai contoh gabah dan jagung pipil yang disimpan tanpa dibersihkan dahulu akan cepat mengalami pemanasan akibat aktivitas mikroorganisme. Kadar asam lemak bebas beras yang telah mengalami pembersihan sebelum disimpan lebih rendah dari asam lemak bebas beras yang tidak mengalami pembersihan sebelum disimpan.

d. Agen-agen Perusak

Dalam setiap sistem penyimpanan selalu ada agen-agen perusak yang dapat menimbulkan kerusakan pada bahan pangan yang disimpan. Agen-agen tersebut adalah mikroorganisme (khususnya bakteri, kapang dan khamir), serangga hama pasca panen (atau serangga hama gudang), tikus, dan binatang vertebrata lainnya (seperti burung).

Dalam sistem penyimpanan bahan pangan yang berkadar air rendah seperti sereal dan hasil olahannya, kacang-kacangan, dan biji-bijian lainnya agen yang sering menyerang adalah serangga hama pasca panen. Sistem penyimpanan bahan pangan berkadar air rendah yang tidak baik dan benar mengundang hadirnya serangga dan kapang, yang dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar pada industri pangan. Selain itu, metabolit yang diproduksi serangga dan kapang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Sebagai contoh asam urat, yang telah disinggung di muka, merupakan metabolit yang diproduksi serangga bersifat karsinogenik (dapat memicu kanker). Asam urat ini akan tetap berada dalam bahan pangan walaupun serangga sudah dihilangkan dari bahan pangan tersebut misalnya dengan pengayakan atau dengan metode lain.

3.3 Pengendalian Serangga Hama Pasca Panen

Oleh karena serangga hama pasca panen atau hama gudang merupakan hama yang banyak menimbulkan kerusakan selama penyimpanan diperlukan perhatian khusus mengenai pengendalian hama ini. Dalam sistem penyimpanan pangan yang tidak terkendali, kemungkinan serangan serangga hama pasca panen selalu ada. Jika serangan telah terlanjut terjadi kerugian atau kehilangan yang diderita oleh pemilik bahan pangan akan sangat besar.

Dalam praktek sehari-hari dikenal dua upaya pengendalian yaitu upaya preventif dan upaya kuratif. Upaya atau metode preventif (pencegahan) adalah tindakan untuk mencegah datangnya serangan hama pasca panen dengan mengatur lingkungan atau dengan menggunakan cara lain seperti penggunaan bahan kimia yang dapat menangkal terjadinya serangan (*repellent*). Upaya atau metode kuratif (pembasmian hama) adalah tindakan yang dilakukan untuk membasmi serangan serangga hama pasca panen. Tindakan kuratif dilakukan jika secara nyata telah terlihat adanya serangan, atau

berdasarkan deteksi sudah diketahui adanya serangan, atau ruang kontrol (pada sistem penyimpanan cangguh) telah memberikan *warning*.

Dalam melaksanakan upaya pengendalian tersebut ada prinsip yang harus diperhatikan. Prinsip-prinsip tersebut adalah (i) tindakan preventif jauh lebih baik dari pada tindakan kuratif; (ii) tindakan pengendalian serangan serangga hama pasca panen dalam upaya kuratif lebih baik dari pada tindakan pemberantasan total (eradikasi); (iii) *Integrated Pest Management (IPM)* atau pengendalian hama secara terpadu merupakan tindakan yang bijaksana dalam pengendalian serangga hama pasca panen. IPM adalah tindakan pengendalian hama dengan cara menggabungkan berbagai teknik atau metode pengendalian secara terpadu dan terkendali (McFarlane dan Taylor, 1994).

a. Metode Preventif

Metode preventif (*to prevent*) dilakukan untuk mencegah terjadinya serangan serangga. Tindakan ini analog dengan peribahasa sedia payung sebelum hujan, atau tindakan mencegah datangnya penyakit lebih baik daripada mengobati penyakit. Dalam metode preventif ini dikenal metode fisik dan mekanik, metode kimia, metode biologi, dan menjaga kondisi sistem penyimpanan yang higienis. Selain itu secara teratur perlu dilakukan deteksi dan monitoring adanya serangan.

Metode fisik dan mekanik yang pertama adalah penggunaan suhu rendah. Dalam perlakuan suhu rendah diterapkan teknik *refrigerasi statik* dan teknik *refrigerasi mobile*. Dalam teknik *refrigerasi statik*, sumber udara dingin diperoleh setempat atau terintegrasi dengan sistem penyimpanan. Sementara itu dalam sistem *refrigerasi mobile*, sumber udara dingin tidak merupakan bagian dari sistem penyimpanan tetapi sebuah unit yang memproduksi udara dingin datang ke tempat penyimpanan. Sumber udara dingin tersebut adalah unit produksi udara dingin yang dapat berpindah dari satu gudang penyimpanan ke

gudang penyimpanan yang lain (*mobile*). Syarat dari aplikasi udara dingin adalah bahwa sistem penyimpanan yang dilayani harus memiliki sistem isolasi dan kedap udara. Sistem perlakuan udara dingin ini memiliki keuntungan dan kekurangan.

Metode fisik dan mekanik yang kedua adalah menurunkan kadar air bahan pangan. Untuk menghindari serangan *Sitophilus* sp, kadar air bahan harus diturunkan di bawah 10,5 persen. Untuk menghindari serangan *Rhizopertha dominica* dan *Sitotroga cerealella*, kadar air bahan harus diturunkan di bawah 8,0 persen. Agar kadar air bahan tetap rendah, maka RH penyimpanan harus rendah pula, sejalan dengan teori kadar air keseimbangan (EMC = *Equilibrium Moisture Content*).

Metode pengendalian secara fisik dan mekanik yang ketiga adalah penyimpanan kedap udara. Dalam penyimpanan kedap udara, tidak ada pertukaran udara dalam sistem penyimpanan dengan udara di luar sistem penyimpanan. Secara alamiah terjadi respirasi (bahan pangan, kapang, dan serangga jika ada). Karena proses respirasi tersebut udara akan terpakai dan CO₂ akan dihasilkan. Dalam keadaan kadar O₂ rendah dan CO₂ tinggi serangga tidak akan dapat berkembang.

Bahan pengemas yang dibuat dari bahan yang sukar ditembus oleh serangga (tidak dapat digigit) merupakan metode fisik dan mekanik yang keempat. Kemasan harus anti serangga (tidak ada sambungan/keliman yang merupakan celah yang dapat dimasuki serangga). Contoh kemasan yang bersifat tahan serangga hama pasca panen adalah laminat dari poliester/polikarbonat dengan ketebalan >40 µm atau laminat plastik dengan *aluminium foil* (alufo). Kemasan karung/kantong yang terbuat dari lembaran plastik lebih baik dibanding kantong atau karung yang terbuat dari anyaman plastik. Penutupan kantong/karung secara dikelim/*heat-seal* lebih baik dibanding penutupan dengan cara dijahit.

Beberapa bahan pangan yang sebelum diolah sangat rentan terhadap serangan serangga, menjadi tahan serangan sesudah

mengalami pengolahan. Teknik ini merupakan metode preventif secara fisik. Salah satu contoh yang umum adalah beras pratanak (*parboiled rice*). Beras pratanak jauh lebih tahan serangan serangga hama pasca panen dibanding gabah atau beras biasa. Hal ini disebabkan beras pratanak telah mengalami pemasakan awal sehingga biji beras menjadi tergelatinisasi sebagian sehingga permukaan beras pratanak menjadi keras.

Berbagai teknik pengendalian preventif dengan cara kimia antara lain adalah penggunaan *attractant*, *repellent*, *chemosterilant*, dan *grain protectant*. *Attractant* adalah bahan kimia yang dapat menarik/membujuk serangga untuk datang. Oleh karena itu *attractant* ditaruh di tempat yang jauh dari bahan pangan (dialihkan). Selain itu penggunaan *attractant* ini dapat dikombinasikan dengan tindakan membasmi serangga, dengan cara meletakkan insektisida, alat pembunuh, perangkap, atau lem di tempat *attractant* tersebut ditaruh. Tindakan ini disebut trapping (perangkap). Dengan cara ini *attractant* dapat diletakkan di dalam sistem penyimpanan. Contoh *attractant* adalah *sex pheromone*. *Repellent* adalah bahan kimia yang dapat mencegah datangnya serangga atau mencegah serangga yang sudah datang untuk melanjutkan serangan. Dengan pengertian ini diartikan serangga berbalik menjauhi tempat itu, atau induk betina menunda peletakkan telur pada bahan pangan. *Chemosterilant* adalah bahan kimia yang dapat menyebabkan serangga menjadi mandul sehingga tidak dapat melanjutkan proses reproduksi. Akibatnya populasi serangga tidak bertambah secara eksponensial lagi.

Insektisida atau *grain protectant* seperti namanya adalah bahan kimia yang dapat melindungi bahan pangan (biji-bijian yang disimpan). Pada prinsipnya *grain protectant* adalah insektisida dalam arti yang lebih luas. Dewasa ini nama *grain protectant* lebih populer di kalangan para ahli pengendalian serangga hama pasca panen. Jenis dan macam insektisida sangat banyak, termasuk di

antaranya yang bersifat tidak beracun bagi manusia (yang disebut *non-toxic grain protectant-NTP*). Contoh NTP adalah tri-calsium phosphate (TCP). Contoh *grain protectant* adalah pirimifos metil, klorpirifos metil, dan lain-lain.

Gudang penyimpanan yang bersih akan terhindar dari serangan serangga. Sebaliknya jika di gudang terdapat sisa-sisa bahan lama, kemungkinan serangga dapat menyerang bahan pangan baru (serangan secara residual). Dalam skala kecil seperti di tingkat rumah tangga wadah penyimpanan beras yang banyak digunakan (merek-merek tertentu) sering dirancang tanpa melihat kemungkinan adanya *residual infestation*. Wadah tersebut sukar dibersihkan dan sering beras yang terinfestasi atau serangga terselip di dalam bagian-bagian wadah yang sukar tercapai oleh alat pembersih. Akibatnya, beras baru yang semula bebas hama menjadi terinfestasi.

Agar serangan serangga dapat dihindari tindakan monitoring dan deteksi harus dilakukan secara teratur, baik terhadap bahan baku yang baru tiba, terhadap bahan yang telah disimpan di gudang, terhadap peralatan peralatan penunjang sistem penyimpanan, dan terhadap lingkungan pergudangan atau lingkungan industri. Setiap bahan yang akan disimpan kemungkinan mengandung serangga hama pasca panen. Serangga yang tergolong *external feeder* dapat dengan mudah diamati dalam sample yang diperiksa. Berbeda halnya dengan serangga yang tergolong *internal feeder* atau yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya terjadi di dalam biji atau bahan padat lainnya. Contoh *internal feeder* adalah *Sitophilus oryzae* yang lazim disebut kutu beras (*rice weevil*) atau *Sitotroga cerealella* (*Angoumois grain moth*). Pemilik barang baru sadar bahwa bahan pangannya terserang hama serangga pasca panen setelah serangga itu menyelesaikan siklus perkembangannya dan keluar biji dengan meninggalkan lubang (*exit hole*). Kalau hal itu sudah terjadi pengendalian akan makin sulit dan mahal. Serangan serangga yang tidak terlihat ini

disebut serangan tersembunyi (*hidden infestation*).

Keberadaan serangga yang tergolong *internal feeder* tersebut sangat sukar dimonitor atau dideteksi. Namun demikian tersedia berbagai metode deteksi. Metode-metode tersebut antara lain radiografi, pengukuran konsentrasi CO₂, teknik pewarnaan, akustik, dan teknik pengambangan.

Salah satu metode preventif yang dapat dilakukan untuk mengurangi serangan hama pasca panen yang dapat menimbulkan kerusakan dan kehilangan bahan pangan adalah dengan menyimpan sereal yang tahan serangan hama pasca panen. Secara alamiah, ada varietas-varietas tanaman yang rentan dan ada pula varietas-varietas tanaman yang resisten terhadap hama lapangan. Dalam sistem pasca panen pun hal serupa terjadi. Ada varietas-varietas hasil panen yang rentan dan ada pula varietas-varietas yang resisten terhadap serangan hama pasca panen. Haryadi (1991) telah berhasil mengembangkan metode *screening* untuk menyeleksi berbagai varietas sereal yang tahan serangan serangga hama pasca panen. Berdasarkan metode yang dikembangkan Haryadi (1991) tersebut dapat diketahui bahwa beras yang berasal dari padi varietas eksotis (ditanam di daerah tropis) relatif lebih tahan serangan *Sitophilus oryzae* dibanding beras varietas sub-tropis (Haryadi dan Fleurat-Lessard, 1991). Dengan rekayasa genetika atau teknik pemuliaan tanaman lainnya dimungkinkan diciptakan varietas sereal yang menghasilkan biji yang resisten terhadap serangan serangga hama pasca panen. Selama ini telah dihasilkan berbagai varietas baru sereal. Pada umumnya dihasilkan varietas yang unggul dari sisi produksi, seperti tahan hama pra-panen, tahan penyakit, produktivitas tinggi, rasa yang enak, umur tanam lebih pendek, tahan keasaman tinggi, tahan kekeringan, dan keunggulan lainnya. Akan tetapi penemuan varietas-varietas baru tersebut akan tidak bermakna, apabila pada tahap penyimpanan, varietas-varietas baru tersebut tidak tahan

serangan agen-agen perusak khususnya serangga hama pasca panen.

b. Metode Kuratif

Metode kuratif dilakukan untuk mengendalikan serangan serangga jika serangga terlanjur telah menyerang. Tindakan ini harus diperhitungkan secara matang dari segi teknis dan ekonomis. Tindakan baru diambil apabila telah terdeteksi adanya serangan dan tingkat serangan. Perlu dihindari pengeluaran biaya yang lebih besar dari nilai barang yang dilindungi. Dalam metoda kuratif ini dikenal metode fisik, metode mekanik, metode kimia, dan metode biologi.

Dalam cara fisik dikenal berbagai teknik pengendalian seperti pemanasan, penurunan suhu, irradiasi, dan modifikasi atmosfer sistem penyimpanan. Dalam teknik pemanasan bahan pangan terserang dipanaskan dalam oven pada suhu di atas 60°C selama 10 menit atau pada suhu 50°C selama 2 jam. Teknik yang digunakan antara lain sinar infra merah di atas ban berjalan yang mengalirkan bahan, gelombang elektromagnetik, dan *micro-wave oven*. Suhu merupakan faktor penting dalam perkembangan serangga hama pasca panen. Perkembangan serangga akan sangat cepat pada suhu optimum. Suhu optimum pada umumnya adalah sekitar 27°C – 32°C atau pada suhu ruang. Jika suhu diturunkan sampai di bawah 10°C, siklus perkembangan akan melambat dari sekitar empat minggu menjadi lebih lama. Hal ini akan berakibat pada jumlah siklus pada periode tertentu misalnya dalam setahun, yang pada gilirannya akan berdampak pada populasi serangga. Patut diingat bahwa dalam keadaan normal, seekor induk *Sitophilus* sp. dapat menghasilkan keturunan sebanyak lebih kurang 1,5 juta ekor dalam tiga siklus (sekitar 3 bulan).

Dalam metode irradiasi untuk pengendalian serangga hama pasca panen dikenal metode langsung dan metode tidak langsung. Dalam metode langsung digunakan sinar gamma yang dihasilkan oleh Cobalt 60. Bahan pangan yang terinfestasi langsung diberi perlakuan sinar gamma pada dosis tertentu sehingga seluruh populasi dan stadia serangga

mati. Metode ini memiliki keuntungan antara lain tidak ada residu, daya penetrasi tinggi, serta tidak terpengaruh oleh struktur gudang, jenis komoditi, dan suhu. Namun demikian metode ini memiliki kekurangan yaitu biayanya tinggi sehingga proses baru layak jika bahan yang diproses lebih dari 200 ribu ton per tahun, tidak dapat dilakukan di sembarang tempat, dan harus di lokasi yang memiliki pusat reaktor nuklir. Dalam metode tidak langsung, pemberian perlakuan radiasi terhadap serangga jantan dengan dosis radiasi yang sangat rendah sehingga serangga jantan menjadi steril atau mandul. Sesudah itu serangga tersebut dilepaskan dengan sengaja. Akibatnya proses reproduksi akan terhambat dan populasi akan ditekan

Teknik penyimpanan dengan manipulasi atmosfer sebetulnya berawal dari praktik nenek moyang manusia dahulu yang telah mempraktikkan penyimpanan dalam tanah yang kedap udara (*airtight*). Oleh karena ada proses respirasi, konsentrasi O₂ berkurang sementara konsentrasi CO₂ meningkat. Fenomena ini kemudian sekarang diformulasi melalui teknik *Modified Atmosphere Storage* (MA Storage) dan *Controlled Atmosphere Storage* (CA Storage). Kedua teknik tersebut adalah teknik pengendalian sekaligus sistem penyimpanan pangan dengan mengatur komposisi atmosfer dalam sistem penyimpanan. Dalam hal ini konsentrasi udara diturunkan dan digantikan oleh CO₂ atau nitrogen. Teknik baru ini dikembangkan sejak awal tahun delapan-puluhan (Shejbal dan Bois Lambert, 1982) dan kini sudah merupakan alternatif dari fumigasi.

Ada perbedaan prinsip antara MAS dengan CAS. Pada MAS pemberian CO₂ dilakukan sekali pada awal penyimpanan. Sementara itu pada CAS konsentrasi CO₂ dikontrol dan dipertahankan (dengan memberikan CO₂ baru) selama penyimpanan. Pada umumnya dengan mempertahankan konsentrasi kadar CO₂ di atas 50 persen selama 4 minggu pertama semua serangga dewasa maupun stadia pra-dewasa akan mati. Sementara itu konsentrasi O₂ harus di bawah 0,1 persen.

Insektisida adalah bahan kimia yang sangat efektif dalam membasmi serangga hama. Insektisida generasi lama seperti golongan organoklorin, golongan organofosfat dan golongan karbamat sudah mulai ditinggalkan. Beberapa insektisida generasi lebih baru yang sering digunakan antara lain adalah deltametrin, pirimifos metil, klorfirifos metil, ciflutrin, S-bioalletrin, dan bifentrin. Dalam aplikasinya insektisida sintetis tersebut memiliki kekurangan antara lain: dapat merupakan racun bagi manusia dan makhluk hidup bukan target, jika diberikan secara terus menerus dalam dosis rendah dapat menimbulkan resistansi serangga, menimbulkan efek residu yang berbahaya, dan mencemari lingkungan.

Oleh karena adanya kekurangan penggunaan insektisida sintetis tersebut dicari alternatif lain, antara lain dengan kembali ke alam (*back to nature*) dengan menggunakan insektisida berbasis alami. Dalam hal ini dapat digunakan insektisida alami berbasis bahan nabati, berbasis bahan hewani, dan berbasis mineral. Bahan nabati seperti daun dan biji nona, rimpang-rimpangan dan beberapa rempah-rempah diketahui memiliki daya insektisida. Salah satu bahan nabati yang potensial sebagai insektisida nabati adalah nimba (*Azadirachta indica*) (Ahmed dan Grainge, 1986). Bahan alami yang berbasis mineral yang sedang dikembangkan adalah tanah diatomae (*Diatomaceous earth* = DE). Salah satu produk DE yang sudah dipasarkan adalah Insecto (Subramanyam dkk., 1994) Dryacide (Nickson dkk., 1994). Partikel halus dari DE akan menutupi jaringan pernafasan serangga dan akan menyerap cairan tubuh serangga sehingga serangga mengalami dehidrasi dan akhirnya mati.

Dewasa ini telah dikembangkan insektisida generasi ketiga yang mekanismenya mengacaukan sistem fisiologis serangga dalam perkembangannya dari larva menjadi pupa dan imago. Insektisida ini lebih tepat disebut *insect growth regulator* (IGR) (Daglish dan Samson, 1991). Contoh dari insektisida generasi ketiga ini adalah golongan

juvenile *hormon analog* (fenoxycarb, methoprene), dan golongan *chitin synthesis inhibitor* (bufrofezin, chlorfuazuron, diflubenzuron).

Fumigan adalah insektisida yang dalam suhu kamar berupa gas, sangat efektif karena dapat melakukan penetrasi ke sela-sela biji, sela-sela kemasan dan bahkan ke dalam biji sehingga dapat membunuh stadia *hidden infestation*. Fumigan yang banyak digunakan tetapi sekarang sudah dibatasi adalah Metil bromida (MB) dan Etilen dibromida (EDB). Fumigan yang masih mempunyai peluang adalah fosfin. Dewasa ini telah dikembangkan penggunaan fosfin dengan teknik baru seperti pencampuran fosfin dengan CO₂ yang dikenal sebagai teknik siflo yang dikembangkan di Australia oleh CSIRO dan BOC (Varnava dkk., 1999). Selain itu telah dikembangkan pula fumigan sulfuril fluoride (SO₂F₂) dengan nama dagang Vikane (Reichmuth dkk., 1999) untuk menggantikan metil bromida.

Salah satu metode pengendalian serangga hama pasca panen dengan kontrol mikrobial adalah penggunaan spora *Bacillus thuringiensis* Berliner. Pada mulanya spora ini hanya efektif untuk Lepidoptera, namun sekarang sudah dikembangkan strain yang dapat menyerang Coleoptera (Mummigatti dkk., 1994).

3.4 Teknik-Teknik Penyimpanan Untuk Mengurangi Tingkat Kehilangan

Dalam upaya mengurangi tingkat kerusakan dan kehilangan baik kehilangan kuantitatif maupun kehilangan kualitatif diperlukan pemilihan teknik penyimpanan yang tepat. Berangkat dari faktor-faktor penyimpanan sereal seperti yang telah diuraikan di muka, maka pemilihan teknik penyimpanan yang tepat akan lebih mudah. Namun demikian secara tekno-ekonomi perlu dilakukan pemilihan teknik penyimpanan sereal yang paling optimal. Ada dua teknik penyimpanan sereal, yaitu penyimpanan curah dan penyimpanan dalam karung. Penyimpanan dalam bentuk karung atau dalam bentuk curah, masing-masing mempunyai kelebihan dan

kekurangan. Di Indonesia, sebagian besar sereal seperti gandum dan beras disimpan dalam bentuk karung.

Berikut ini disajikan beberapa teknik penyimpanan yang juga sebagian merupakan bentuk atau metode pengendalian hama serangga pasca panen. Oleh karena itu mungkin ada informasi yang diulang. Teknik-teknik penyimpanan yang baru antara lain adalah teknik penyimpanan suhu rendah, teknik penyimpanan kedap udara, dan teknik penyimpanan dengan manipulasi atmosfer.

a. Teknik Penyimpanan Suhu Rendah

Dalam teknik ini suhu penyimpanan diturunkan sampai di bawah 15°C. Suhu rendah dapat diperoleh dari sistem pendingin *statik* atau *mobile*. Keuntungan dari sistem ini adalah : (i) terhindar dari serangan kapang dan serangga; (ii) mempertahankan kesegaran bahan sehingga kehilangan nutrisi dapat diperkecil; (iii) mutu organoleptik dipertahankan; (iv) daya kecambah biji dipertahankan; (v) mutu penggilingan akan lebih baik; (vi) tidak memerlukan fumigasi; dan (vii) kehilangan bobot akibat perubahan kimia lebih rendah.

b. Penyimpanan Kedap Udara

Dalam sistem penyimpanan kedap udara, wadah penyimpanan dibuat sedemikian rupa sehingga tidak ada udara luar yang dapat masuk ke dalam sistem penyimpanan. Dengan adanya proses respirasi biji-bijian, mikroorganisme dan serangga dalam bahan pangan, oksigen akan terpakai dan CO₂ dihasilkan. Dalam keadaan demikian oksigen akan habis dan akan terjadi akumulasi CO₂. Akibatnya serangga jika ada akan mati. Sistem ini dapat diterapkan pada biji-bijian dengan kadar air tinggi.

c. Teknik Penyimpanan dengan Manipulasi Atmosfir

Teknik penyimpanan dengan manipulasi atmosfer merupakan teknik yang relatif baru tetapi sangat cepat perkembangannya. Dalam teknik ini, atmosfer di dalam sistem penyimpanan dimanipulasi sedemikian rupa sehingga komposisinya berbeda dengan

komposisi atmosfer yang normal. Dalam hal ini biasanya komposisi oksigen diturunkan sementara konsentrasi CO₂ ditingkatkan. Dalam keadaan demikian, serangga akan mati. Selain CO₂ dapat juga ditambahkan nitrogen.

Dalam sistem ini, jika konsentrasi gas (CO₂ misalnya) dikontrol secara terus-menerus, sistem tersebut disebut penyimpanan atmosfer terkendali atau *controlled atmosphere storage* (CAS). Sementara itu jika CO₂ diberikan sekali sampai mendekati 100 persen kemudian dibiarkan tanpa ada penambahan gas CO₂ baru, sistem tersebut disebut *modified atmosphere storage* (MAS). Guna menjamin efektivitas pengendalian hama, konsentrasi CO₂ dalam kedua sistem harus dipertahankan minimal 35 persen selama satu-dua minggu pertama.

3.5 Pengelolaan Sistem Penyimpanan

Agar bahan pangan yang disimpan terhindar dari kerusakan dan kehilangan selama penyimpanan, beberapa hal perlu diperhatikan dan dilaksanakan. Bahan yang diterima harus dicatat, demikian juga bahan yang dikeluarkan dari gudang penyimpanan harus dicatat. Bahan yang masuk lebih dahulu harus keluar lebih dahulu (*first in first out*). Contoh pencatatan adalah penerimaan bahan, pengeluaran bahan, dan pencatatan hasil monitoring secara rutin dan teratur.

Bahan pangan seperti beras dan jagung yang diterima dan dikeluarkan (dengan prinsip FIFO) dicatat dengan menyebutkan: nama bahan, tanggal penerimaan, asal bahan, dan jumlah yang diterima. Sementara itu bahan pangan seperti beras dan jagung yang dikeluarkan (dengan prinsip FIFO) dicatat dengan menyebutkan: tanggal pengeluaran dari gudang dan jumlah pengeluaran dari gudang.

Pengelola sistem penyimpanan yang baik selalu memiliki catatan tentang bahan yang disimpan berdasarkan monitoring secara rutin dan teratur. Catatan yang harus ada antara lain meliputi: sisa akhir di dalam gudang, tanggal monitoring, dan hasil monitoring. Guna mempermudah dalam pengelolaan sistem

penyimpanan bahan pangan serealida khususnya beras dan jagung, terdapat berbagai panduan pengelolaan sistem penyimpanan. Salah satu pedoman pengelolaan sistem penyimpanan untuk bahan pangan dengan kadar air rendah seperti biji-bijian dan hasil olahannya adalah yang dikembangkan oleh Pedersen (1969). Para manager pergudangan serealida dapat menyempurnakan pedoman tersebut sesuai dengan kondisi lingkungan gudang masing-masing. Pada prinsipnya beberapa langkah yang harus dilakukan adalah: (i) inspeksi/pemeriksaan terhadap semua produk yang datang dari kemungkinan adanya serangga, tikus, dan bentuk kontaminasi lainnya; (ii) pengawasan kondisi penyimpanan bahan; (iii) pengecekan bahan yang disimpan dari kemungkinan adanya serangan serangga; (iv) pengecekan bahan yang disimpan dari kemungkinan adanya serangan tikus; (v) tindakan umum sanitasi lingkungan.

IV. PENUTUP

Ketahanan pangan adalah kondisi yang didambakan pemerintah dan rakyat semua negara di dunia. Namun demikian tidak semua negara di dunia memiliki kekuatan yang cukup dalam hal ketahanan pangan, walaupun negara tersebut merupakan negara berbasis pertanian. Sebaliknya negara yang bukan berbasis pertanian dapat memiliki ketahanan yang kuat. Bila produksi pangan suatu negara atau suatu wilayah dapat memenuhi kebutuhan konsumsi pangan untuk setiap orang, setiap keluarga, setiap saat dapat dikatakan ketahanan negara atau wilayah tersebut cukup kuat. Indonesia sebagai contoh merupakan negara yang ketahanan pangannya tidak terlalu kuat. Ketahanan pangan menyangkut aspek ketersediaan pangan dari sisi produksi, dan aspek konsumsi. Dilihat dari aspek konsumsi, pangan yang harus disediakan harus yang bermutu, bergizi, dan aman.

Arah kebijakan ketahanan pangan di Indonesia cenderung pada peningkatan produksi pra-panen (*on-farm*), sementara aspek pasca panen masih kurang mendapat perhatian. Padahal, selama tahap pasca panen dapat terjadi keruswakan dan kehilangan baik

kehilangan kuantitatif maupun kehilangan kualitatif. Salah satu tahap pasca panen yang dapat memberi andil yang cukup beras pada kerusakan dan kehilangan adalah tahap penyimpanan. Oleh karena itu penyimpanan pangan dapat berperan dalam ketahanan pangan yaitu dalam menyelamatkan hasil panen, agar pangan yang dihasilkan dapat tetap tersedia setiap saat dalam konsisi yang tetap bermutu, bergizi, dan aman sehinggal tetap memenuhi kriteria pemenuhan ketahanan pangan. Dalam penyimpanan pangan, perlu diperhatikan faktor-faktor yang berperan dalam penyimpanan pangan yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan dan kehilangan bahan pangan yang disimpan. Berdasarkan faktor-faktor tersebut dapat dipilih upaya pengendalian hama dan pemilihan teknik-teknik penyimpanan yang optimal. Dengan menerapkan teknik-teknik penyimpanan yang benar, dapat dijamin bahwa selama penyimpanan hasil produksi pangan dapat diselamatkan dari kemungkinan kerusakan dan kehilangan baik kuantitas maupun mutunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S. dan Grainge, M. (1986). Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. *Econ. Bot.* 40 (2) : 201-209.
- [BPS] Badan Pusat Statistik (2010). Hasil Sensus Penduduk 2010, Data Agregat per Provinsi. BPS
- Bourne, M.C. (1977). Post Harvest Food Losses: The Neglected Dimension in Increasing the World Food Supply, Cornell University, Ithaca, New York.
- Daglish, G.J. dan Samson, P.R. (1991). Insect Growth Regulators as protectants against some insect pest of cereals and legumes. *Di dalam*: Fleurat-Lessard, F. dan Ducom, P. (eds.). Proc. of 5th International Working Conference on Stored-product Protection, pp : 509-515.
- Direktorat Penanganan Pasca Panen Deptan dan BPS (2007). Laporan Survey Susut Panen dan Pasca panen Gabah/Beras. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Haryadi, Y. (1991). Sensibilité Variétale du Riz aux Attaques de *Sitophilus oryzae* (L.) et de *Sitotroga cerealella* (Olivier). *Analyse de*

- l'Origine d'une Résistance Potentielle. Thèse. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, France.
- Haryadi, Y. dan Fleurat-Lessard, F. (1991). Relative resistance of different rice varieties against *Sitotroga cerealella* Oliv. (Lepidoptera : Gelechiidae). *Di dalam* : Fleurat-Lessard, F. dan Ducom, P. (eds.). Proc. of 5th International Working Conference on Stored-product Protection, pp : 79-86.
- Hoddinott, J. (1999). Operationalizing Household Food Security in Development Projects: An Introduction. IFPRI, Washington D.C.
- Labuza, T.P. (1968). Sorption phenomena in foods. *Food Technol.*, 22 : 263-272.
- McFarlane, J.A. dan Taylor, R.W.D. (1994). Insect control. *Di dalam* : Proctor, D.L. (eds.). Grain Storage Techniques, Evolution and Trends in Developing Countries. FAO Agricultural Service Bulletin 109 : 189-233.
- Maxwell, S. and Frankenberger, T. (1992) Household Food Security: Concepts, indicators, measurements. IFAD and UNICEF, Rome.
- Mummigatti, S.G., Raghunathan, A.N., dan Karanth, N.G.K. (1994). *Bacillus thuringiensis* variety *tenebrionis* (DSM-2803) in the control of coleopteran pests of stored wheat. *Di dalam*: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., dan Champ, B.R., (eds.) Stored Product Protection. Proc. of 6th International Working Conference on Stored-product Protection, pp : 1112-1115.
- Munif, A. (2009). Strategi dan Pencapaian Swasembada Pangan di Indonesia. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Nickson, P.J., Desmarchelier, J.M., dan Gibbs, P. (1994). Combination of cooling with a surface application of Dryacide to control insect. *Di dalam* : Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., dan Champ, B.R., (eds.) Stored Product Protection. Proc. of 6th International Working Conference on Stored-product Protection, pp: 646-649.
- Pedersen, J.R. (1969). Outlines of Grain Sanitation, Inspection, and Analysis. Kansas State University, Kansas,
- Reichmuth, C., Schneider, B., dan Drinkal, M.J. (1999). Sulfuril fluoride (Vikane) against eggs of different age of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hubner) and the Mediteranian flour moth *Ephestia kuchniella* Zeller. *Di dalam*: Proc. of 7th Int. Working Conf. on Stored-product Protection, pp : 416-422.
- Shejbal, J. dan Boislabert, J.N. (1982). Modified atmosphere storage of grains. *Di dalam* : Multon, J.L. (ed.) Preservation and Storage of Grains, Seeds and Their By-products, pp :749-777. Lavoisier, Paris.
- Subramanyam, Bh., Swanson, C.L., Madamanchi, M., dan Norwood, S. (1994). Effectiveness of Insecto, a new distomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insects species. *Di dalam* : Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., dan Champ, B.R., (eds.) Stored Product Protection. Proc. of 6th Int. Working Conf. on Stored-product Protection, pp : 650-659.
- Suryana, A. (2005). Kebijakan Ketahanan Pangan Nasional. Makalah disampaikan pada Simposium Nasional Ketahanan dan Keamanan Pangan pada Era Otonomi dan Globalisasi, Faperta, IPB, 22 November 2005.
- Tambunan, T. (2008). Ketahanan Pangan Indonesia, Inti Permasalahan dan Alternatif Solusinya. Makalah dipersiapkan untuk Kongres ISEI, Mataram.
- Varnava, A., Potsos, J., Russel, G., dan Ryan, R. (1999). New phosphine grain fumigation technology in Cyprus using the SIROFLO/ECO2FUME flow-through method. *Di dalam* : Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T., dan Lianghua, G., (eds.). Proc. of 7th Int. Working Conf. on Stored-product Protection, pp : 409-415.
- [USAID] United States Agency for International Development (1992). Policy Determination: Definition of Food Security.

BIODATA PENULIS :

Yadi Hariyadi, lahir di Cianjur, 12 Juni 1949. Memperoleh gelar sarjana S1 di IPB (Teknologi Hasil Tanaman) pada tahun 1974), S2 di University of Mysore, India jurusan Food Science, dengan Tesis di Bidang Penyimpanan Pangan pada tahun 1982, dan memperoleh gelar S3 pada tahun 1991 di Ecole Nationale Superieure Agronomique Montpellier, Perancis bidang Sciences Agronomique, dengan Dissertasi Bidang Penyimpanan Pangan. Bekerja sebagai Dosen pada Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Bogor Institut Pertanian Bogor sejak tahun 1976. E-mail:yadi_h@hotmail.com atau yadihary@gmail.com