

PENGELOLAAN DAN TEKNOLOGI BENIH JAGUNG

Ramlah Arief, Fauziah Koes, Dan Oom Komalasari

*Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi 274, Maros, Sulawesi Selatan*

ABSTRAK

Pengelolaan benih merupakan bagian yang penting dalam penyediaan benih jagung unggul bermutu. Pengelolaan benih mengacu pada subsistem produksi; memberi peluang untuk mempercepat penurunan mutu benih, seperti penentuan saat panen yang tidak tepat, pengeringan tongkol yang tertunda, pengepakan dalam wadah tidak sesuai, penyimpanan yang tidak memerhatikan kondisi suhu dan kelembaban dan sanitasi ruang simpan. Kegiatan-kegiatan pengelolaan benih dimulai dari sumber dan kegiatan teknologi produksi benih mulai dari penentuan waktu panen, cara panen, pengeringan tongkol, sortasi, pemipilan, pengeringan biji, pengepakan, penyimpanan, distribusi dan pemasaran. Olehnya diperlukan penanganan pasca panen terpadu mulai dari prapanen, prosesing, hingga distribusi dan pemasarannya hingga sampai ke pengguna dalam mutu yang prima.

Kata kunci : benih, jagung, pengelolaan, mutu

PENDAHULUAN

Keberhasilan peningkatan produksi dan produktivitas jagung memerlukan penanganan terpadu mulai dari proses produksi hingga panen dan pasca panen benih agar dapat memenuhi kebutuhan jagung nasional yang terus meningkat. Dengan suplai benih unggul bermutu, ditinjau dari aspek fisik, fisiologis, genetik, diharapkan potensi hasil yang ada dalam setiap varietas jagung yang telah dilepas oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian maupun perusahaan benih swasta, dapat terealisasi melalui peningkatan produktivitasnya.

Produksi benih jagung di Indonesia terbanyak dilakukan oleh perusahaan swasta multinasional. Selain itu pada beberapa wilayah produsen benih, produksi benih jagung juga dilakukan oleh penangkar benih lokal yang bekerja sama dengan perusahaan benih swasta. Dalam hal ini pengeringan tongkol dan pemipilan tetap oleh penangkar lokal namun penanganan benih selanjutnya seperti sortasi dan pengeringan benih dilakukan oleh perusahaan swasta. Mengingat mutu benih benih yang dihasilkan merupakan hasil dari setiap tahapan pasca panen, maka penanganan pasca panen benih jagung hibrida yang dilakukan oleh penangkar lokal seharusnya tetap memerhatikan aspek yang berpengaruh terhadap penurunan mutu benih dalam setiap tahapan pasca panen.

Penanganan pasca panen tidak menimbulkan masalah yang krusial jika saat menjelang dan saat panen jatuh pada musim panas. Namun, jika panen dilakukan pada musim hujan maka masalah pengeringan merupakan faktor kunci yang dapat mempercepat penurunan mutu. Oleh karena itu penentuan waktu tanam dalam proses produksi benih perlu disesuaikan dengan kondisi musim maupun potensi peluang hujan saat panen, terutama bagi perusahaan swasta yang melakukan kerja sama dengan penangkar benih lokal dengan tujuan agar benih yang dihasilkan tetap mempunyai mutu fisiologis yang tinggi.

Waktu Panen

Pada saat tanaman mencapai masak fisiologi, maka benih sebenarnya telah mencapai bobot kering maksimum, dan dapat dipanen. Namun pada saat ini kadar air benih masih cukup tinggi. Membiarkan tanaman tetap di lapangan pada saat ini cukup baik, terutama saat musim panas, karena akan mempercepat proses pengeringan, sehingga tongkol menjadi lebih cepat kering. Pada kondisi menjelang panen, pemotongan daun bendera dan bagian atas tongkol tanaman dilakukan dengan tujuan agar transpor asimilat lebih fokus ke bagian biji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panen pada saat masak fisiologis dan penundaan panen beberapa hari setelah masak fisiologis berpengaruh terhadap mutu.

Penelitian yang dilakukan di desa Tibojong kabupaten Bone Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pada saat panen (masak fisiologi) kadar air benih masih cukup tinggi, yaitu dapat mencapai 44,8%. Karena itu panen harus ditunda beberapa hari agar kadar air dapat berkurang, sehingga panen dapat dilakukan dengan mudah dan lebih menguntungkan ditinjau dari segi biaya pengeringan. Panen pada kadar air yang masih tinggi kalau tidak segera dikeringkan dapat merusak biji, baik dari segi kerusakan fisik, mekanis ataupun fisiologis yang kesemuanya dapat berakibat pada penurunan vigor benih sebelum benih siap untuk disimpan. Penundaan panen sampai 20 hari sesudah masak fisiologi dengan interval panen setiap 5 hari dapat menurunkan kadar air biji, sehingga pada penundaan 20 hari sesudah masak fisiologi, kadar air benih telah menurun menjadi 16,5% (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar air biji dan penurunan kadar air biji pada berbagai penundaan panen.

Periode penundaan Panen (hari)	Kadar air benih (%)	Daya berkecambah (%)	Daya hantar listrik (umhos/g/cm ²)
Saat masak fisiologi	44,8	94,7	2,08
Ditunda 5 hari	44,2	98,0	2,06
Ditunda 10 hari	34,4	99,3	2,07
Ditunda 15 hari	33,4	98,7	4,09
Ditunda 20 hari	16,5	99,3	4,60

Sumber: Arief et al., 1999

Ditinjau dari segi daya berkecambah benih tidak diperoleh perbedaan daya berkecambah yang nyata dari masak fisiologi hingga penundaan panen sampai pada 20 hari. Namun demikian, salah satu parameter vigor (daya hantar listrik) yang dapat mencerminkan tingkat kerusakan membran telah meningkat dua kali lipat pada penundaan 15 sampai 20 hari sehingga ketahanan simpan benih diperkirakan dapat lebih cepat menurun (Tabel 5). Lama penundaan ditentukan oleh kondisi kelembaban udara di lapang (curah hujan). Pada kondisi cerah dan tidak ada hujan, penundaan panen dapat dilakukan sampai kadar air biji mencapai 16-18%.

Sekitar 60-65% pertanaman jagung ditanam pada lahan kering pada musim hujan sehingga jagung yang dipanen pada saat masih banyak hujan, karena itu masalah pengeringan menjadi penting. Karena itu diperlukan alat pengering karena pada saat tersebut sinar matahari tidak mampu mengeringkan benih secara cepat. Luas pertanaman

jagung di lahan sawah mencapai 35-40% dari total pertanaman jagung yang ada dan sekitar 10-15% diantaranya ditanam di lahan sawah irigasi yang ditanam pada awal musim kemarau (Kasryno, 2002). Dengan demikian, kebutuhan benih terbanyak adalah pada musim hujan (periode Nopember-Desember).

Walaupun pertanaman jagung dilahan sawah (periode April-September) tidak seluas pertanaman pada lahan kering di musim hujan, namun sebagian penangkar benih di pedesaan kadang-kadang mengalami kesulitan untuk memasok benih tepat waktu dengan kualitas yang baik karena tidak memiliki fasilitas pengering.

Pengeringan

Setelah panen, aerasi dan/atau pengeringan perlu segera dilakukan. Aerasi dapat mengurangi akumulasi suhu di sekitar benih baik panas dari lapang atau dari hasil respirasi. Aerasi juga dapat menurunkan kadar air benih. Kadar air yang tinggi dalam benih mendorong respirasi dan menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme (terutama cendawan) yang mendorong kerusakan benih. Selang waktu antara panen dan pengeringan sangat berpengaruh terhadap mutu benih terutama daya simpannya. Sebelum benih dikeringkan biasanya petani membiarkannya dahulu beberapa waktu yang dikenal dengan istilah penyimpanan sementara (*bulk storage*), apalagi kalau pengeringan hanya mengandalkan sinar matahari. Semakin tinggi kadar air benih saat panen, semakin singkat selang waktu penyimpanan sementara yang dapat ditoleransikan, demikian pula, semakin tinggi suhu ruang simpan sementara, semakin singkat selang waktu yang dapat ditoleransikan (Tabel 2).

Tabel 2. Lama Penyimpanan Sementara (hari) Benih Jagung yang dapat ditoleransi untuk mempertahankan Mutu Benih pada Beberapa Tingkat Kadar Air dan Suhu.

Suhu simpan (°C)	Lama Penyimpanan (Hari)			
	k.a. 15%	k.a. 20%	k.a. 25%	k.a. 30%
24	116	12	4	3
21	155	16	6	4
18	207	22	8	5
16	259	27	10	6
13	337	35	12	8
10	466	48	12	10

Sumber : Delouche (1990)

Pengaturan suhu udara dalam alat pengering benih benih perlu diperhatikan. Benih jagung yang berkadar air awal sekitar 18% yang dikeringkan pada alat pengering tipe flat (flat bed dryer dari Balitsereal) pada suhu rata-rata 45°C dan 50°C secara kontinue ataupun tempering 1 jam pada bagian kanan dan kiri bak pengering masih menunjukkan daya berkecambah yang tinggi (95,3 –99,3%) pada periode simpan 8 bulan(Tabel 8). Namun demikian, jumlah biji pecah pada suhu pengeringan 50 °C, baik yang letak pengeringan di bagian kanan, kiri ataupun di bagian belakang alat pengering yang mencapai kisaran 5,3 sampai 14,27%, di lain pihak kisaran biji retak pada suhu pengeringan 45 °C hanya 4,23 sampai 11,36%. Pengeringan pada suhu 50 °C bisa digunakan apabila dilakukan tempering

aetiap satu atau dua jam karena dengan cara tersebut tingkat biji pecah dapat ditekan hingga mencapai 4,3 sampai 11,2% tergantung letak tongkol dalam alat pengering tersebut.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Pengeringan terhadap Persentase Daya Berkecambah (%), Daya Hantar Listrik ($\mu\text{mhos/g/cm}^2$) dan Kadar Air Benih Sesudah Dikeringkan (%).

Perlakuan Pengeringan	Daya Berkecambah (%)		DHL (O bln)	Kadar air (%) (0 bln)
	(0 bln)	(8 bln)		
Suhu 45°C				
Kontinyu, kanan	100,0 ^c	99,3 ^d	13,3 ^{de}	9,2
Kontinyu, kiri	97,3 ^{bc}	99,3 ^d	12,3 ^a	6,3
Kontinyu, belakang	100,0 ^c	76,7 ^c	26,0 ^{be}	6,4
Suhu 50°C				
Kontinyu, kanan	99,33 ^c	98,67 ^d	20,19 ^{ab}	8,15
Kontinyu, kiri	99,33 ^c	98,00 ^d	13,01 ^a	7,22
Kontinyu, belakang	87,33 ^b	54,00 ^{ab}	24,49 ^{bc}	6,23
Tempering 1 jam, kanan	98,7 ^c	98,0 ^d	15,2 ^a	9,8
Tempering 1 jam, kiri	100,0 ^c	95,3 ^d	14,7 ^a	10,8
Tempering 1 jam, belakang	90,7 ^{bc}	50,7 ^{ab}	24,0 ^{bc}	9,6

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata dengan Uji Duncan pada taraf 5%

Tempering : Pemutusan waktu pengeringan untuk aerasi

Sumber: Arief et al. (2001)

Dalam pengeringan benih, faktor suhu sangat perlu diperhatikan. Tingkat suhu perlu disesuaikan dengan tingkat kadar air benih yang sedang dikeringkan. Apabila kadar air benih diatas 18%, maka suhu maksimum adalah 32°C. Setelah kadar air turun menjadi 10 – 18%, suhu baru dapat dinaikkan hingga 38 °C. Apabila kadar air sudah dibawah 10%, maka suhu pengeringan dapat dinaikkan hingga 43 °C. Dengan demikian, pengatur suhu alat pengering harus berfungsi dengan baik. apabila benih dengan kadar air yang masih tinggi langsung dikeringkan dengan suhu sekitar 40 °C, enzimnya akan terkoagulasi (menggumpal), menghilangkan viabilitas benih. Pengeringan benih yang disertai dengan aerasi, lebih baik daripada yang tanpa aerasi (Delouche, 1973).

PENGOLAHAN DAN SORTASI

Pengolahan benih jagung mencakup pemipilan, pembersihan dari kotoran fisik, sortasi berdasarkan ukuran Beratnya benih (*Size Grading*), sortasi berdasarkan bobot (*density grading*), perlakuan dengan bahan kimia tertentu sebelum pengemasan (misalnya pemberian senyawa *Methalaxyl* pada benih) serta cara, jenis dan ukuran kemasan, perlu mendapat perhatian.

Benih jagung adalah benih dominan karbohidrat (75 %) dan sebagian besar pati disimpan dalam endosperm, dengan kadar protein (11 %) dan lemak sekitar 5 % (Copeland dan Mc Donald, 1985). Komposisi kimia di beberapa bagian benih jagung dapat dilihat pada Tabel 4. Benih jagung pada umumnya lebih tahan simpan daripada benih kacang-kacangan karena kandungan protein dan lemaknya relatif lebih rendah. Tetapi benih jagung kurang tahan simpan dibanding benih padi karena selain memiliki kulit biji yang lebih keras (lemma dan palea), benih padi mengandung protein albumin hanya 5 %. Protein benih jagung terdiri

dari 25 % albumin, 39 % protein glutelin, 24 % prolamin, dan tidak mengandung jenis globulin. Sebagian besar dari enzim yang berperan pada proses metabolisme disintesis dari protein albumin (Copeland dan McDonald, 1985). Kandungan asam lemak tidak jenuh pada benih jagung juga cukup tinggi, yaitu terdiri dari 6 % asam palmitat, 2 % stearat, 44,0 % asam oleat, dan 48 % asam linoleat. Kedua asam lemak tidak jenuh (oleat dan linoleat) ini mudah teroksidasi baik secara spontan ataupun enzimatis yang dapat menurunkan viabilitas benih.

Tabel 4. Komposisi Kimia pada Beberapa Bagian Benih Jagung

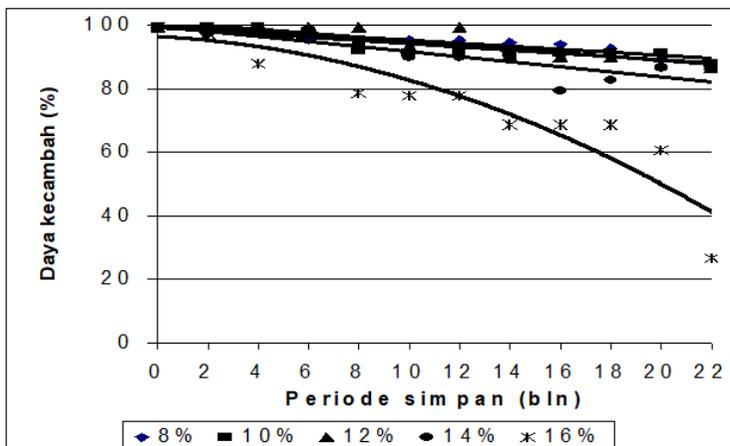
Komposisi kimia	Benih utuh	Endosperm	Embrio	Kulit biji
Pati (%)	74,0	87,8	9,0	7,0
Gula (%)	1,8	0,8	10,4	0,5
Lemak (%)	3,9	0,8	31,1	1,2
Protein (%)	8,2	7,2	18,9	3,8

Sumber : Copeland dan McDonald (1985)

PENYIMPANAN

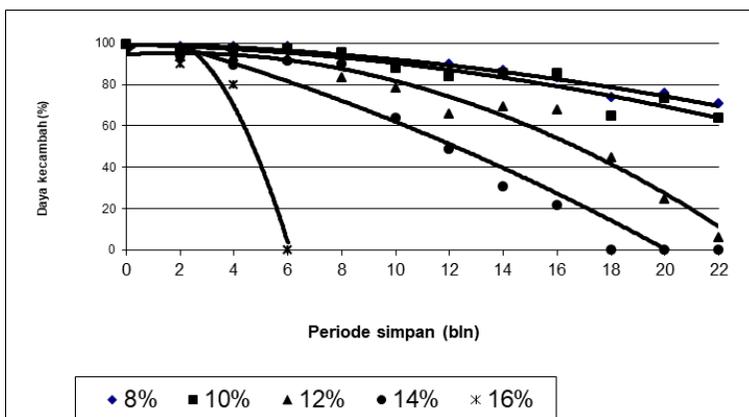
Kunci keberhasilan penyimpanan benih ortodoks seperti jagung terletak pada pengaturan kadar air dan temperatur ruang simpan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Harrington (1972) dan Delouche (1990) bahwa ketahanan simpan benih dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu kadar air benih dan suhu ruang simpan. Namun demikian, suhu hanya berperan nyata pada kondisi kadar air dimana sel-sel pada benih memiliki air aktif (*water activity*) yang memungkinkan proses metabolisme dapat berjalan. Proses metabolisme meningkat dengan meningkatnya kadar air benih, dan dipercepat dengan meningkatnya suhu ruang simpan. Peningkatan metabolisme benih menyebabkan kemunduran benih lebih cepat (Justice dan Bass, 1979). Kaidah umum yang berlaku dalam penyimpanan benih menurut Matthes *et al.* (1969) adalah untuk setiap 1% penurunan kadar air, daya simpan dapat 2 kali lebih lama. Kaidah ini berlaku pada kisaran kadar air 5 – 14%, serta suhu ruang simpan tidak melebihi dari 40°C.

Secara praktis apakah benih akan disimpan pada suhu kamar (28°C), atau ruang sejuk (12°C) sangat tergantung berapa lama benih akan disimpan dan tingkat kadar air benih yang akan disimpan. Apabila daya berkecambah benih dipertahankan di atas 80% (sesuai standar daya berkecambah benih), maka kadar air 12% (dapat dilaksanakan hanya dengan sinar matahari pada musim kemarau) daya berkecambah benih masih dapat dipertahankan sampai 10 bulan pada suhu kamar (28°C). Kalau kadar air benih dapat diturunkan hingga mencapai kadar air 10%, daya berkecambah benih dapat dipertahankan lebih lama lagi yaitu sampai 14 bulan dan pada kadar air 8% dapat dipertahankan lebih dari 14 bulan. Daya berkecambah pada 14 bulan masih tinggi (89,34%), dilain pihak pada kadar air yang tinggi (14%) benih hanya tahan disimpan selama delapan bulan, dan pada kadar air 16% tahan hanya sampai empat bulan. Pada penyimpanan suhu sejuk (12°C), daya berkecambah benih masih di atas 80% pada kadar air 16% dan dapat bertahan selama enam bulan, apabila kadar air diturunkan menjadi 14% benih akan bertahan sampai 12 bulan dan pada kadar air 8 – 12% dapat bertahan sampai 18 bulan (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Daya berkecambah benih jagung pada berbagai tingkat kadar air dan periode simpan pada suhu sejuk (12°C). Saenong *et al.* (1998)

Penyimpanan benih sangat tergantung dari kadar air awal dan suhu ruang simpan. Benih jagung jika disimpan pada kadar air <10% pada suhu ruang simpan 28°C daya berkecambah masih diatas 80% sampai pada penyimpanan 16 bulan, akan tetapi jika kadar air dinaikkan menjadi 12% daya berkecambah benih pada penyimpanan 16 bulan hanya sekitar 60%, pada kadar air 14% daya berkecambahnya hanya 40%, bahkan pada kadar 16% sudah tidak berkecambah pada penyimpanan 6 bulan (Gambar 1).



Gambar 2. Daya bekecambah benih jagung pada berbagai tingkat kadar air dan periode simpan pada suhu udara rata-rata 28°C. Saenong *et al.* (1998)

Benih akan mencapai keseimbangan kadar air dengan kelembaban relatif (RH) di sekitarnya. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kadar air keseimbangan benih jagung sangat dipengaruhi oleh kondisi RH lingkungannya. Pada benih jagung proses absorpsi (penyerapan) lebih cepat dibanding dengan proses desorpsi (pelepasan) uap air dari benih. Pada musim hujan kelembaban udara dapat mencapai 96%, sehingga benih yang disimpan

pada kondisi simpan terbuka (tidak kedap) akan cepat rusak karena kadar air benih dapat mencapai 21%, sehingga diperlukan alat penyedot udara (Dehumidifier) agar keseimbangan kadar air benih dapat menurun. Namun demikian, di pedesaan dengan fasilitas penyimpanan yang masih serba terbatas, para petani yang menyimpan benih untuk kebutuhan usahatani lebih disarankan menggunakan kemasan kedap, antara lain jerigen plastik. Dengan menggunakan alat tersebut, kadar air benih relatif stabil ($\pm 11\%$) sampai pada periode simpan 8 bulan (Arief *et al.*, 2001). Daya hantar listrik air rendaman benih merupakan salah satu tolok ukur dalam mengukur tingkat kerusakan membran sel. Hasil penelitian Powell dan Matthews (1981) menunjukkan bahwa indikasi kemunduran benih yang paling dini adalah rusaknya fosfolipid yang terdapat dalam komponen membran. Kemudian Priestley dan Leopold (1979) juga mengatakan bahwa penyebab yang paling dini atas kerusakan benih adalah terjadinya kerusakan membran. Oleh karena itu daya hantar listrik meningkat dengan meningkatnya kerusakan membran.

Benih jagung, sorgum dan gandum adalah benih dengan dominant karbohidrat (70-75%), protein 11-12%, dan lemak 5-9% (Bewley dan Black, 1976). Komponen karbohidrat dan protein cukup higroskopis, sehingga apabila benih disimpan pada kondisi simpan terbuka (tidak kedap udara), maka kadar air biji akan selalu berkeseimbangan dengan kelembaban relatif (RH) di sekitarnya. Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa kadar air benih akan meningkat seiring dengan meningkatnya kelembaban relatif udara di sekitarnya. Karena itu kiat penyimpanan benih untuk wilayah tropis basah adalah penyimpanan kedap udara (jerigen plastik) untuk penyimpanan skala rumah tangga, dan polibag densitas minimal 0,9mm untuk tujuan komersial, lalu disimpan pada silo kayu ataupun silo plastik yang relatif kedap udara agar kadar air benih tidak terlalu dipengaruhi oleh lingkungan simpannya.

Tabel 5. Kadar air keseimbangan beberapa jenis benih pada beberapa taraf kelembaban udara, pada suhu 25°C.

Spesies	Kelembaban relatif (%)						
	15	30	45	60	75	90	100
1. Jagung kuning	6,4	8,4	10,5	12,9	14,8	19,1	23,8
2. Jagung putih	6,6	8,4	10,4	12,9	14,7	18,9	24,6
3. Sorgum	6,4	8,6	10,5	12,0	15,2	18,8	21,9
4. Gandum	6,7	8,6	9,9	11,8	15,0	19,7	26,3

Sumber : Copeland dan Mc Donald (1985)

KESIMPULAN

Untuk menghasilkan benih bermutu, waktu produksi benih ditentukan agar pada saat panen hujan sudah berkurang atau tidak ada hujan, agar dalam proses pemasakan dan pengeringan biji, kondisi lapangan (terutama kelembaban relatif) tidak berpengaruh negatif terhadap kualitas benih. Pemasakan biji pada saat kondisi lapang yang lembab (sering ada hujan), kerusakan membran biji dapat meningkat sampai 4 kali lipat dibanding hasil panen pada kondisi kurang hujan sehingga dapat berpengaruh negatif pada ketahanan simpannya.

Untuk menghemat biaya pengeringan, penundaan panen dapat dilakukan sampai 15 hari sesudah masak fisiologis sampai kadar air benih menurun 16-18%, asal kondisi lapang

mendukung (selama proses pemasakan biji tidak ada hujan). Pengerinan benih jagung pada kadar air awal sekitar 18%, sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak lebih dari 40°C agar selain benih tahan simpan, jumlah biji retak akibat dearaan suhu juga lebih rendah (4,23%).

Sortasi biji dalam tongkol jagung perlu dilakukan (membuang biji-biji yang berukuran ringan) di bagian dasar dan ujung tongkol untuk memperoleh benih yang berkualitas. Benih jagung yang berasal dari bagian tengah tongkol (3/5 bagian), lebih tahan disimpan dibanding yang diperoleh dari bagian dasar dan ujung tongkol. Namun hal tersebut tidak efisien, sehingga perlu menggunakan sortasi berdasarkan ukuran biji yang standar, agar biji kecil yang kurang optimal untuk digunakan sebagai benih dapat dieliminir dengan mudah.

Kunci keberhasilan dalam penyimpanan benih adalah pengaturan kadar air benih, menyusul suhu ruang simpan. Pada kondisi suhu kamar (28°C), apabila kadar air benih dapat diturunkan menjadi 10%, sampai pada 16 bulan penyimpanan daya berkecambahnya masih dapat dipertahankan hingga 80%, dan pada kadar air 12 % dapat bertahan hingga satu tahun. Benih jagung yang telah kering hendaknya disimpan pada kondisi kedap udara dan serangga. Pada kondisi simpan terbuka, hanya dalam waktu 39 hari kadar air benih akan meningkat dari 12% menjadi 21% pada kondisi kelembaban relatif 95%.

DAFTAR PUSTAKA

- Sania Saenong, Tabran M. Lando, Fauziah Koes dan Rahmawati. 2001. Pengaruh Cara Pengerinan terhadap Mutu dan Daya Simpan Benih Jagung. Penelitian Pertanian, vol. 20(3): 41-47.
- _____, dan S. Saenong. 2003. Ketahanan Simpan Benih Jagung (*Zea mays* L.) dari Beberapa Takaran dan Waktu Pemupukan Kalium. Jurnal Stigma Vol. XI No.1, 5p.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1978. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. 1st volume. Sprinige-Verlag, Berlin.
- Copeland, L. O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. McMillan Pub.Comp. New York.
- Delouche, J.C. 1973. Precepts of Seed Storage. Seed Technology Laboratory. Miss. State University, USA. 27p.
- _____. 1990a. Research on Association of Seed Physical Properties to Seeds Quality.. Prepared for Seed Research Workshop, AARP II Project, Indonesia.
- Harrington, J.F. 1972. Seed Storage and Longevity *In* T.T. Kozlowski Ed. P. 145-245. Seed Biology Vol. III. Academic Press. New York.
- Justice. O.L. and L.N. Bass. 1979. Principles and Practices of Seed Storage. Castle House Publ. Ltd. 289 p.

- Kasryno, F. 2002. Perkembangan Produksi dan Konsumsi Jagung Dunia selama Empat Dekade yang Lalu dan Implikasinya bagi Indonesia. Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Badan Litbang dan Pengembangan Pertanian, Bogor, 24 Juni 2002.
- Matthes, R.K., G.B. Welch, J.C. Delouche, and G.M. Dougherty. 1969. Drying, Processing and Storage of Corn Seed in Tropical and Subtropical Regions. Mississippi Agricultural Experiment Station. American Society of Agricultural Engineers, No. 1838.
- Powell, A.A. and S. Matthews. 1981. Association of Phospholipid Changes with Early Stages of Seed Ageing. *Ann. Bot.* 47:709-712.
- Saenong, S. 1986. Kontribusi Vigor Awal terhadap Daya Simpan Benih Jagung (*Zea mays* L.) dan Kedelai (*Glycine max* L.Merr). Disertasi Doktor Fak. Pasca Sarjana, IPB.