

Pengelolaan Benih Jagung

Sania Saenong, M. Azrai, Ramlah Arief, dan Rahmawati
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas jagung adalah mengembangkan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi dan adaptif pada kondisi lingkungan tertentu. Untuk itu diperlukan benih bermutu prima. Kemudahan memperoleh benih unggul bermutu merupakan insentif yang diperlukan petani untuk meningkatkan produksi jagungnya.

Tiga hal penting yang berkaitan dengan kualitas benih adalah: (1) teknik produksi benih berkualitas; (2) teknik mempertahankan kualitas benih yang telah dihasilkan dan pendistribusian; dan (3) teknik deteksi atau mengukur kualitas benih. Selanjutnya, tiga kriteria kualitas benih yang perlu diketahui adalah: (a) kualitas genetik, yaitu kualitas benih yang ditentukan berdasarkan identitas genetik yang telah ditetapkan oleh pemulia dan tingkat kemurnian dari varietas yang dihasilkan, identitas benih yang dimaksud tidak hanya ditentukan oleh tampilan benih, tetapi juga fenotipe tanaman; (b) kualitas fisiologi, yaitu kualitas benih yang ditentukan oleh daya berkecambah/daya tumbuh dan ketahanan simpan benih; (c) kualitas fisik, ditentukan oleh tingkat kebersihan, keseragaman biji dari segi ukuran maupun bobot, kontaminasi dari benih tanaman lain atau biji gulma, dan kadar air.

Sebelum teknologi benih berkembang, perhatian terhadap kualitas benih difokuskan pada cara mempertahankan dan menentukan kualitas benih. Hal ini penting artinya, tetapi perlu disadari bahwa kualitas benih ditentukan mulai dari proses prapanen. Panen dan pascapanen hanya merupakan upaya untuk mempertahankan kualitas benih yang telah dicapai. Perbedaan kualitas dari lot benih (sebelum benih disimpan) dapat terjadi karena adanya perbedaan lingkungan pertumbuhan (tingkat kesuburan tanah, iklim, dan cara budi daya), waktu dan cara panen, cara pengeringan, pemipilan, pembersihan, sortasi (*grading*), pengemasan, dan distribusi.

TEKNOLOGI PRODUKSI BENIH SUMBER JAGUNG KOMPOSIT

Jagung merupakan tanaman menyerbuk silang yang sekitar 95% penyerbukan terjadi antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lain.

Varietas komposit atau bersari bebas terbentuk dari campuran gen yang sangat kompleks dari hibrida-hibrida dan masing-masing tanaman bersifat heterozigot. Dalam proses pembentukannya, varietas bersari bebas pada umumnya dibentuk melalui seleksi famili dengan berbagai metode seleksi perbaikan populasi, seperti seleksi saudara kandung, saudara tiri, seleksi massa, dan berbagai modifikasinya. Dengan demikian, varietas jagung bersari bebas tidak memiliki keseragaman penampilan di lapangan seperti halnya hibrida. Ketidakeragaman tersebut dapat diminimalisasi jika suatu varietas bersari bebas mengalami penyeleksian atau penyesuaian diri pada kondisi lingkungan tertentu sehingga mampu memperlihatkan keseragaman fenotipe.

Varietas bersari bebas telah mencapai keseimbangan genetik apabila dari generasi ke generasi berikutnya menghasilkan gamet dan genotipe yang sama. Varietas bersari bebas yang sudah dilepas praktis telah mencapai keseimbangan genetik dan tidak mengalami perubahan selama dalam populasi yang banyak dalam suatu blok perkawinan secara acak, tidak terjadi seleksi, tidak ada migrasi atau pencampuran/perkawinan dengan varietas lain, dan tidak ada perbedaan mutasi ke dua arah (Bernardo 2002).

Jumlah tanaman minimum yang bisa diterima supaya tidak memberikan pengaruh silang dalam (*inbreeding*) adalah 250 tanaman, namun jumlah tanaman 400-500 dianggap lebih baik. Persyaratan tersebut harus dipenuhi dalam sertifikasi benih dasar (BD), benih pokok (BP), dan benih sebar (BR).

Benih penjenis adalah benih pemulia yang diproduksi di bawah pengawasan pemulia tanaman, dan merupakan benih sumber untuk memperbanyak benih dasar dengan warna label kuning. Benih dasar merupakan keturunan pertama dari benih penjenis yang diproduksi di bawah bimbingan yang intensif dan pengawasan yang ketat dari pemulia atau pengawas benih, sehingga kemurnian varietas dapat terpelihara dengan warna label putih. Benih pokok merupakan keturunan dari benih dasar yang diproduksi dan dipelihara sedemikian rupa, sehingga identitas maupun tingkat kemurnian varietas memenuhi standar mutu yang ditetapkan dan disertifikasi sebagai benih pokok dengan warna label ungu. Benih sebar merupakan keturunan dari benih pokok yang diproduksi dan dipelihara sedemikian rupa sehingga identitas dan tingkat kemurniannya dapat dipelihara dan memenuhi standar mutu yang ditetapkan dan disertifikasi sebagai benih sebar dengan warna label biru.

Mempertahankan kemurnian benih jagung varietas bersari bebas juga berarti mempertahankan keseimbangan genetik dari varietas tersebut. Jadi memperbanyak benih varietas bersari bebas adalah memproduksi benih dengan mempertahankan kemurnian dari varietas bersari bebas itu sendiri (Fehr 1987, Subandi *et al.* 1998).

Teknik Produksi

Dalam memproduksi benih jagung bersari bebas, ada dua aspek penting yang perlu mendapat perhatian, yaitu standar lapangan dan standar laboratorium.

Standar lapangan: Isolasi jarak 300 m atau isolasi waktu 30 hari dan campuran varietas lain (CVL) maksimum 2% untuk benih dasar dan benih pokok, sedangkan untuk benih sebar 3%.

Standar laboratorium: Kadar air maksimum 12%, benih murni minimum 98%, kotoran benih maksimum 2%, CVL maksimum 0% untuk benih dasar, 0,1% untuk benih pokok, dan 1,0% untuk benih sebar, biji tanaman lainnya 0,5% untuk benih dasar dan benih pokok, 1,0% untuk benih sebar, daya tumbuh minimum 80%.

Standar lapangan berupa isolasi jarak atau isolasi waktu diperlukan untuk mencegah terjadinya persilangan dengan varietas lain. Standar laboratorium selain diperlukan untuk menjamin kemurnian genetik benih, juga diperlukan untuk menjamin mutu fisiologis benih sehingga memiliki daya tumbuh yang tinggi, lebih vigor, dan tahan terhadap organisme pengganggu tanaman.

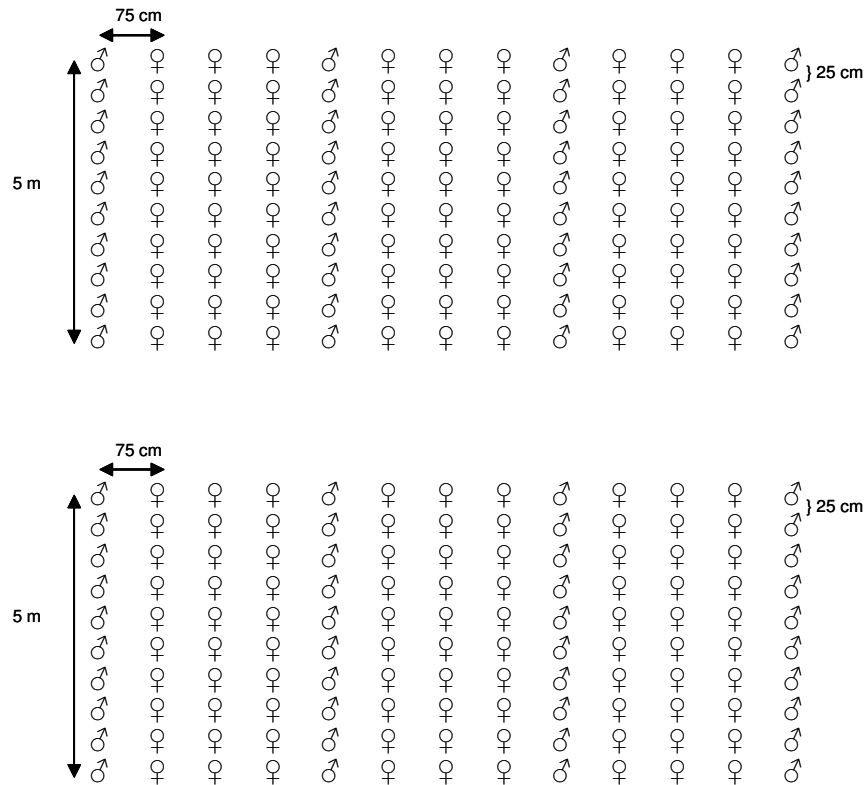
Teknik produksi benih jagung umumnya hampir sama dengan teknik produksi jagung secara komersial, walaupun ada beberapa tambahan kebutuhan yang unik untuk memproduksi benih. **Pertama**, kualitas benih harus lebih baik daripada kualitas biji. Oleh karena itu, perhatian dan input diberikan dalam sistem produksi benih lebih besar dibandingkan dengan sistem produksi biji. **Kedua**, kesuburan lahan lebih seragam untuk memudahkan seleksi dan *rouging* terhadap tipe galur yang menyimpang (*off-type*). **Ketiga**, fasilitas pendukung mudah tersedia saat dibutuhkan, seperti tenaga kerja untuk pemotongan bunga jantan (*detasseling*), perawatan, panen, dan pascapanen.

- **Penyiapan lahan.** Jika memungkinkan lahan sudah disiapkan minimal dua minggu sebelum tanam. Hal ini dimaksudkan agar tanah lebih gembur sehingga membantu perkecambahan dan pertumbuhan benih. Biji-biji jagung yang rontok dari tanaman sebelumnya dan tumbuh kembali lebih mudah dikendalikan.
- **Kerapatan tanaman.** Mirip dengan populasi tanaman yang direkomendasikan untuk tujuan komersial atau 10-15% lebih lebar. Ini penting untuk memastikan mutu benih yang baik dan pengembangannya. Populasi yang lebih lebar juga diperlukan untuk mengekspresikan tipe tanaman secara penuh sehingga dapat dengan cepat diidentifikasi tipe tanaman yang menyimpang.

- **Pemupukan dan aplikasi pestisida.** Pupuk diberikan optimal dan pestisida diaplikasikan jika diperlukan. Pengendalian gulma sangat penting dilakukan agar tanaman tidak mengalami cekaman kekurangan hara.
- **Pengairan,** perlu dipersiapkan dan diatur, terutama pada musim kemarau. Pada musim hujan, perlu dibuatkan saluran drainase untuk menghindari terjadinya genangan air. Usahakan penetapan waktu tanam telah mempertimbangkan panen berlangsung pada saat tidak ada hujan (kelembaban rendah).

Benih Penjenis (BS)

- Sebanyak 250-350 kantong famili benih inti (*nucleous seed*) diambil masing-masing 10 biji tiap kantong, kemudian dicampur secara merata. Biji campuran tersebut akan digunakan sebagai tanaman pejantan.
- Tanam 250-350 famili pada petak baris panjang 5 m, satu tongkol tiap baris, dan famili tersebut merupakan tanaman betina. Tiap tiga baris betina diselingi dengan satu baris pejantan yang berasal dari campuran benih sebelumnya (Gambar 1).
- Saat tanaman berumur 2-4 minggu dilakukan seleksi vigor tanaman dengan mencabut tanaman yang kerdil, lemah, pucat, bentuk menyimpang, tumbuh di luar barisan, dan tertular penyakit. Saat itu juga dilakukan penjarangan tanaman yang tumbuh lebih dari satu tiap rumpun atau terlalu rapat.
- Pada saat berbunga, barisan betina dibuang malainya (*detassel*) sebelum mengeluarkan tepung sari. Pada baris pejantan, tanaman yang jelek dan menyimpang dari rata-rata juga dibuang malainya sebelum mengeluarkan tepung sari. Pada baris betina, tanaman yang mengeluarkan rambut yang warnanya tidak sesuai dengan deskripsi dan tongkol yang tidak normal juga dibuang.
- Pada saat masak susu dipilih 125 baris betina terbaik dan dari tiap baris dipilih lima tanaman terbaik dan diberi tanda. Tanaman lain yang menyimpang seperti tongkol bercabang, kedudukan tongkol terlalu tinggi atau rendah juga dibuang (pilih tongkol yang berada di tengah batang).
- Pada waktu panen dipilih empat tongkol terbaik, yaitu tongkol dengan penutupan klobot yang rapat (skor 1-2), kemudian tongkol dikupas dan dipilih tiga terbaik (skor penampilan tongkol 1-2), dikeringkan, dipipil terpisah, dan dipilih dua yang terberat. Benih yang berasal dari 250 tongkol tersebut merupakan benih inti untuk memproduksi benih penjenis berikutnya.
- Sisa dari benih terpilih merupakan benih kelas penjenis untuk diproduksi menjadi benih dasar.



Gambar 1. Denah lapangan produksi benih penjenis.

Keterangan:

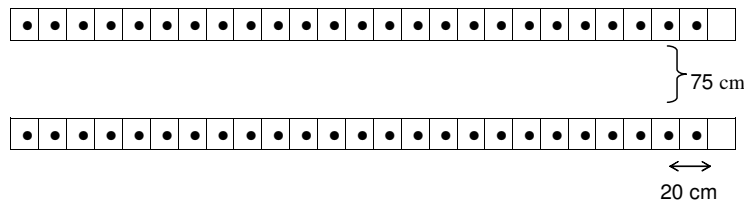
⊕ = Tanaman betina (1 nomor per famili/tongkol).

♂ = Tanaman jantan merupakan campuran famili-famili betina dalam jumlah yang sama banyak (*balanced composite*)

Benih Dasar (BD)

Persyaratan penting yang perlu mendapat perhatian dalam memproduksi benih dasar adalah sebagai berikut:

- Sebelum penanaman, diajukan permohonan ijin penangkaran ke Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) setempat dengan mengisi formulir yang telah disediakan. Dalam formulir diisi lokasi, rencana tanggal tanam, dan sebagainya. Setelah lokasi ditinjau oleh BPSB dan mendapat persetujuan, baru dilakukan persiapan penanaman di lokasi tersebut. Setelah penanaman, diinformasikan kembali ke BPSB tentang waktu tanam, sehingga BPSB



Gambar 2. Jarak tanam jagung di antara baris dan di dalam baris tanaman.

biji tiap lubang (Gambar 2). Pada saat tanam dianjurkan menggunakan tali untuk mengatur jarak tanam agar benih ditanam dengan jarak yang seragam.

- Takaran pupuk yang digunakan lebih tinggi daripada takaran pupuk untuk tujuan produksi jagung secara komersial. Sebagai bahan pertimbangan, takaran dan waktu pemberian pupuk untuk percobaan jagung pada umumnya adalah:
 - o Saat tanam: 100 kg urea, 200 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha.
 - o Umur 25-30 hari: 150 kg urea dan 50 kg KCl/ha.
 - o Umur 45-50 hari: 150 kg urea/ha.

Pupuk pertama diberikan pada saat tanaman berumur 7-10 HST pada lubang pupuk yang telah dipersiapkan sebelumnya, kemudian ditutup dengan tanah. Pemberian pupuk kedua dilakukan setelah penyiangan pertama dan pembumbunan, sedangkan pupuk ketiga diberikan pada saat tanaman menjelang berbunga. Cara yang sama juga dilakukan pada saat pemberian pupuk susulan, di mana pupuk dimasukkan pada lubang pupuk yang berjarak 5-7 cm dari tanaman. Setiap selesai memupuk, lubang pupuk ditutup kembali dengan tanah agar pupuk tidak menguap.

- Untuk mencegah serangan lalat bibit, ke setiap lubang tanam dimasukkan insektisida carbofuran dengan takaran 10 kg/ha atau 3-4 butir/lubang. Penyiangan pertama segera dilakukan jika ada gulma. Pembumbunan dilakukan bersamaan dengan penyiangan kedua, setelah pemupukan kedua. Pengaturan tata air sesuai dengan anjuran budi daya setempat. Masa krisis tanaman terhadap ketersediaan air adalah di awal pertumbuhan dan pada saat tanaman menjelang berbunga sampai fase pengisian biji. Jika terdapat gejala serangan hama, terutama penggerek batang, aplikasikan insektisida carbofuran melalui pucuk dengan takaran 3-4 butir/pucuk tanaman. Tanaman yang mengalami serangan berat disemprot dengan insektisida dengan dosis sesuai anjuran. Sebelum tanaman berbunga dilakukan seleksi, tanaman yang tertular penyakit segera dibuang.

- Untuk mengeliminasi tanaman yang menyimpang dari tipe rata-rata dan yang tertular penyakit berdasarkan hasil pengamatan secara visual, lakukan pencabutan (*roguing*). Kegiatan ini bertujuan untuk menjamin mutu genetik dan fisiologis benih yang dihasilkan. Fase-fase pertumbuhan tanaman yang perlu mendapat perhatian untuk melakukan *roguing* dapat dilihat pada Tabel 1.
- Panen dilakukan setelah biji mengering dan telah muncul lapisan hitam (*black layer*) minimal 50% di setiap barisan biji, yaitu lapisan warna hitam pada titik tumbuhnya. Pada saat itu biasanya kadar air biji telah mencapai < 30%, untuk varietas Bisma biasanya pada umur 100-105 hari dan varietas Lamuru pada umur 95-100 hari. Kalau memungkinkan, seminggu sebelum panen, klobot dibuka sehingga kering di lapangan. Pada saat panen, tongkol yang terinfeksi penyakit dipisahkan supaya tidak menulari tongkol yang sehat.
- Setelah panen, tongkol diseleksi sesuai dengan kriteria yang terdapat pada deskripsi masing-masing varietas, kemudian dikeringkan hingga kadar air < 16%. Jika benih akan dipipil dengan mesin pemipil, hendaknya diuji terlebih dahulu untuk menentukan benih rusak atau tidak. Setelah dipipil, biji disortasi dengan saringan/ayakan Ø 7-Ø 8 mm tergantung varietasnya, hanya biji yang tidak lolos saringan/ayakan dijadikan benih. Dianjurkan untuk melakukan pemisahan biji antara di

Tabel 1. Teknik seleksi pertanaman jagung untuk produksi benih dasar (BD).

Parameter	Kriteria seleksi	Keputusan
Vigor Tanaman (2-4 minggu setelah tanam)	Kerdil, lemah, warna pucat, bentuk tanaman menyimpang, tumbuh di luar barisan, terserang penyakit, letak tanaman terlalu rapat.	Tanaman dicabut
Berbunga (umur 7-10 minggu setelah tanam)	Terlalu cepat/lambat berbunga, malai tidak normal, tidak berambut, tidak bertongkol.	Tanaman dicabut
Posisi tongkol (2 minggu sebelum panen)	Pilih yang kedudukan tongkolnya di tengah-tengah batang, tongkol tidak bercabang (tipe simpang).	Tipe simpang dipanen awal
Panen	Tanaman sehat, telah ditandai terpilih, bentuk tongkol utuh.	Dipanen
Penutupan tongkol	Klobot melekat kuat dan rapat. Skoring penampilan tongkol: skor 1 baik dan skor 5 jelek.	Dipilih skor 1-2
Mutu tongkol tiap famili	Skoring penampilan tongkol: skor 1 baik dan skor 5 jelek.	Dipilih skor 1-2
Tongkol kupas	Bentuk tongkol, bentuk biji, warna biji, ukuran biji, dan bobot biji sesuai deskripsi.	Dipilih yang sesuai deskripsi

Cara skoring mengikuti standar CIMMYT (1994a, 1994b).

bagian pinggir atas dan bawah tongkol. Hasil pipilan untuk benih dikeringkan lagi hingga kadar + 10% agar dapat disimpan lebih lama, minimal satu tahun.

- Sebelum benih dikemas dalam kemasan plastik perlu dilakukan uji daya berkecambah. Benih dikemas secepatnya ke dalam kantong plastik putih buram (bukan transparan) dengan ketebalan 0,2 mm dan dipres (usahakan udara dalam plastik seminimal mungkin). Kemasan benih diberi label nama varietas, tanggal/tahun dipanen, produsen, dan kartu sertifikasi dari BPSB. Untuk penyimpanan > 6,0 bulan, benih sebaiknya disimpan dalam gudang atau ruang berAC. Dianjurkan prosesing benih mulai saat panen sampai dikemas tidak lebih dari dua minggu.

Lingkungan Pertumbuhan Tanaman

Lingkungan pertumbuhan tanaman perlu mendapat perhatian dalam memproduksi benih jagung, terutama iklim. Untuk menghasilkan benih jagung dengan mutu yang tinggi diusahakan agar tanaman dapat dipanen pada kondisi tidak ada hujan. Untuk itu pola curah hujan di wilayah pengembangan produksi benih perlu diidentifikasi. Hasil penelitian Arief *et al.* (2002) di Bone, Sulawesi Selatan, menunjukkan bahwa benih jagung yang dipanen lebih awal atau lambat, cepat merosot viabilitasnya (Tabel 2).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa dari segi daya berkecambah tidak terdapat perbedaan antara benih yang dipanen pada setiap tingkat masak

Tabel 2. Kualitas benih jagung pada beberapa umur. Bone, MK 1998.

Umur (hss)	Periode simpan (bulan)					
	0	4	8	12	16	20
Daya berkecambah benih (%)						
35	98,7 ab	98,0 tn	90,0 b	82,0 b	72,0 b	72,7 b
40	99,7 a	99,3	99,3 a	89,3 ab	75,3 b	72,7 b
45	99,7 a	99,7	99,7 a	85,3 ab	86,7 a	86,7 a
50	96,7 b	98,0	99,7 a	94,0 a	96,7 a	87,3 a
55	99,7 a	99,7	99,3 a	94,7 a	94,7 a	82,7 ab
60	96,7 a	99,7	99,3 a	94,0 a	94,7 a	76,7 b
Bobot kering kecambah (g/kecambah)						
35	200,0 ab	154,0 tn	153,3 tn	154,0 tn	141,0 tn	126,0 tn
40	166,3 b	153,3	165,7	153,0	143,3	139,0
45	178,3 b	171,0	151,3	156,0	151,0	146,0
50	212,0 ab	176,0	159,3	156,0	140,0	141,0
55	367,3 a	164,7	159,3	146,7	137,3	126,0
60	164,6 b	153,0	140,7	141,5	135,0	120,0

hss= hari setelah silking, tn = tidak nyata.

Sumber: Arief *et al.* (2002).

yang diamati. Namun demikian, telah terjadi perbedaan kualitas benih bila ditinjau dari segi bobot kering kecambah. Perbedaan bobot kering kecambah tersebut mencerminkan adanya perbedaan bobot biji (kandungan bahan kering biji sebagai salah satu ukuran masak fisiologis) dari benih yang dihasilkan. Data tersebut juga memberikan indikasi bahwa benih dengan kadar air yang masih tinggi pada 35-40 hari sesudah berbunga, di mana kadar air masih berkisar 59,9-31,0%, belum layak dipanen sebagai benih. Panen yang terlambat (60 hari sesudah berbunga), di mana kadar air biji telah turun menjadi 13,6%, tidak berpengaruh terhadap kualitas benih karena panen dilakukan pada musim kemarau (Tabel 2).

Pemupukan

Mutu fisiologis benih merupakan interaksi antara faktor genetik dengan lingkungan tumbuh di mana benih dihasilkan. Untuk memperoleh benih dengan mutu awal yang tinggi, lingkungan pertanaman termasuk kesuburan tanah diusahakan pada kondisi optimal, agar tanaman dapat menghasilkan benih dengan vigor yang tinggi. Benih jagung yang diproduksi dari struktur tanaman induk yang bervigor tinggi akan lebih tahan disimpan dibanding dengan benih yang diperoleh dari struktur tanaman yang kurang vigor (Saenong 1982).

Tanaman yang mengalami defisiensi satu atau lebih unsur hara akan menghambat tercapainya mutu fisiologis yang optimal (Suseno 1975), di samping itu akan mempengaruhi komposisi kimia benih yang dapat menurunkan mutu benih yang dihasilkan. Tanaman yang defisien P dan K akan menghasilkan benih yang tidak dapat berkecambah dengan baik dan tidak tahan simpan. Vigor benih jagung juga dipengaruhi oleh pemberian pupuk N, dan vigor benih meningkat sejalan dengan meningkatnya takaran pemupukan N. Pemupukan N meningkatkan bobot benih, sehingga daya berkecambah dan kekuatan tumbuh benih meningkat (Pian 1981).

Unsur P dapat meningkatkan kandungan protein dan bobot biji yang selanjutnya meningkatkan vigor dan ketahanan simpan benih (Lowe *et al.* 1972, Muqnisyah and Nakamura 1986). Penelitian pada tahun 1986 di tanah Mediteran Kabupaten Gowa menunjukkan bahwa daya kecambah benih yang tanaman induknya dipupuk SP36 dengan takaran 135 kg P_2O_5 /ha, tidak berbeda dengan benih yang tidak dipupuk. Namun, tidak berarti pertanaman tidak memerlukan P, karena setelah disimpan selama enam bulan, benih yang tanaman induknya tidak dipupuk daya berkecambahnya sudah turun menjadi 79,3%. Di lain pihak, benih dari tanaman yang dipupuk 90-135 kg P_2O_5 /ha, daya berkecambahnya masih tinggi, berkisar antara 88,0-90,7% (Tabel 3).

Tabel 3. Daya berkecambah benih jagung dari beberapa taraf pemberian P pada tanah Mediteran, Gowa, Sulawesi Selatan dengan periode simpan berbeda.

Penggunaan P ₂ O ₅ (kg/ha)	Daya berkecambah benih jagung (%) menurut periode simpan			
	0 bulan	2 bulan	4 bulan	6 bulan
0	91,7	86,7	85,0	79,3c
45	91,0	88,3	86,0	86,3b
90	90,0	90,5	88,0	88,0ab
135	92,7	92,3	90,7	91,0a

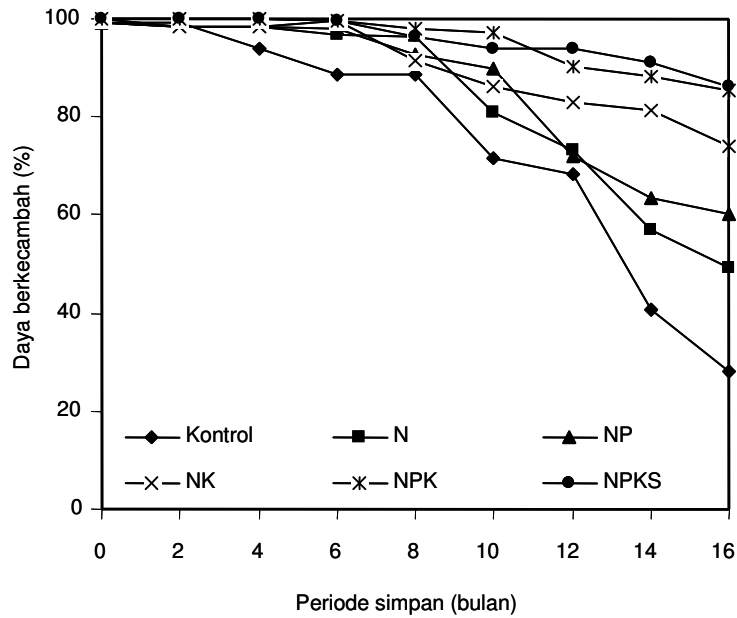
Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

Sumber: Syafruddin *et al.* (1997).

Unsur K selain diperlukan untuk pertumbuhan tanaman juga berperan sebagai mineral fitin dan memperbaiki integritas membran sel dan kulit biji (Bewley and Black 1978). Pada tanaman kacang tanah, pemberian K dapat meningkatkan kandungan K dalam biji dan meningkatkan viabilitas benih. Kadar K yang tinggi dalam biji dapat menurunkan kapasitas absorpsi air dan kelarutan gula, sehingga benih yang dihasilkan mempunyai viabilitas tinggi dan perkembangan jamur selama penyimpanan lebih rendah. Rendahnya kelarutan gula dalam biji menunjukkan integritas membran biji cukup tinggi (Abdul Baki 1969).

Benih jagung dari pertanaman yang dipupuk dengan N, P, dan K pada tanah Mediteran mempunyai mutu yang tinggi, yang tercermin dari daya berkecambah yang lebih tinggi, daya hantar listrik lebih rendah sebagai indikasi kokohnya integritas membran biji, dan lebih tahan disimpan dibanding tanpa pupuk (Patiroi 1988). Percobaan pemupukan N, P, K, dan S di tanah Mediteran menunjukkan bahwa pemberian pupuk tidak mempengaruhi daya berkecambah benih, tetapi benih yang dihasilkan dari tanaman yang dipupuk dengan N, P, K, dan S memiliki vigor yang lebih tinggi (tahan disimpan). Benih jagung yang dipupuk N, P, dan K, daya berkecambahnya tetap tinggi (di atas 80%) walaupun telah disimpan selama 16 bulan (Syafruddin *et al.* 1997) dibanding benih jagung dari tanaman yang tidak dipupuk (Gambar 3).

Benih dari tanaman yang dipupuk menghasilkan bobot kering kecambah yang lebih tinggi, dan daya hantar listrik nyata lebih rendah. Bobot kering kecambah dari tanaman yang dipupuk berkisar antara 0,115-0,155 g/tanaman, sedangkan yang tidak dipupuk hanya 0,108 g/tanaman. Kecambah dengan bobot yang tinggi berkorelasi positif dengan pertumbuhan tanaman. Di lain pihak, daya hantar listrik sebagai indikator integritas membran, pada tanaman yang dipupuk hanya 5,76-7,68 $\mu\text{mhos/g/cm}^2$ dan pada tanaman



Gambar 3. Daya berkecambah benih pada beberapa kombinasi perlakuan pemupukan. (Syafruddin *et al.* 1997).

Tabel 4. Daya berkecambah (DB), bobot kering kecambah (BK), dan daya hantar listrik air rendaman (DHL) benih jagung pada berbagai kombinasi pemupukan N, P, K, dan S sebelum benih disimpan. Maros, Sulawesi Selatan 1997.

Kombinasi pupuk	DB (%)	BK (g)	DHL $\mu\text{mhos/g/cm}^2$
NPKS	96,6tn	0,155a	6,53b
NPK	97,5	0,123b	6,08b
NP	99,3	0,122b	5,76b
NKS	98,8	0,122b	7,04ab
NK	98,8	0,133b	6,40b
NPS	98,7	0,129b	7,36ab
NS	99,7	0,117bc	7,68ab
N	97,1	0,115bc	6,72ab
Tanpa pupuk	97	0,108d	10,4a

Sumber: Syafruddin *et al.* (1997).

yang tidak dipupuk mencapai $10,4 \mu\text{mhos/g/cm}^2$ (Tabel 4). Artinya, tanaman yang dipupuk memiliki integritas membran cukup bagus.

Pada Ultisol Carangki Maros, Sulawesi Selatan, pemupukan K tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah awal benih. Namun setelah

Tabel 5. Daya berkecambah benih sebelum dan setelah disimpan selama 3 dan 6 bulan. Carangki Maros, Sulawesi Selatan.

Takaran dan waktu pemupukan K pada tanaman induk	Daya berkecambah (%)		
	0 bulan	3 bulan	6 bulan
Tanpa K	96,0 ^{tn}	91,3 ^{tn}	70,7 ^c
30 K ₂ O (ST)	96,7	95,3	93,3 ^a
30 K ₂ O (ST + 4 MST)	96,7	95,0	93,3 ^a
30 K ₂ O (4 MST)	100,0	97,3	84,7 ^b
45 K ₂ O (ST)	98,0	94,0	92,7 ^a
45 K ₂ O (ST + 4 MST)	99,3	97,3	96,0 ^a
45 K ₂ O (4 MST)	98,7	94,7	90,7 ^a
60 K ₂ O (ST)	99,3	94,7	85,3 ^b
60 K ₂ O (ST + 4 MST)	100,0	96,0	92,7 ^a
60 K ₂ O (4 MST)	100,0	96,7	92,7 ^a

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

tn : tidak berbeda nyata

ST : saat tanam

MST: minggu setelah tanam

Sumber: Arief dan Saenong (2003).

benih disimpan selama 6 bulan, tanpa pemupukan K terjadi penurunan daya berkecambah yang lebih tinggi dibanding dengan benih dari tanaman yang dipupuk K. Pemberian K dua kali, yaitu pada saat tanam dan 4 minggu setelah tanam, ketahanan simpan benih lebih tinggi dibanding kalau K diberikan seluruhnya pada saat tanam atau seluruhnya pada 4 minggu setelah tanam (Tabel 5). Pemberian K pada tanah Ultisol Carangki cukup 45 kg K₂O/ha dengan dua kali aplikasi untuk mempertahankan mutu benih selama 6 bulan (96%).

Penundaan Panen

Penelitian di Tibojong, Bone, Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pada saat panen (masak fisiologi) kadar air benih masih cukup tinggi, mencapai 44,8%. Karena itu, panen ditunda beberapa hari untuk menurunkan kadar air. Hal ini menguntungkan ditinjau dari segi biaya pengeringan. Kalau tidak segera dikeringkan, jagung yang dipanen pada kadar air yang masih tinggi dapat merusak biji, baik dari segi fisik, mekanis, maupun fisiologis, sehingga menurunkan vigor benih sebelum disimpan. Penundaan panen sampai 20 hari sesudah masak fisiologis dengan interval panen setiap lima hari dapat menurunkan kadar air biji hingga mencapai 16,5% (Tabel 6). Daya berkecambah benih tidak berbeda nyata antara yang dipanen pada masak fisiologis dengan yang dipanen setelah 20 hari kemudian. Namun, tingkat

Tabel 6. Kadar air biji jagung pada perlakuan penundaan panen. Carangki, Maros, Sulawesi Selatan, 1999.

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).

kerusakan membran dua kali lebih besar jika panen ditunda 15-20 hari sehingga daya simpan benih menurun (Tabel 6). Lama penundaan panen ditentukan oleh kondisi curah hujan di lapangan. Pada kondisi cerah dan tidak ada hujan, penundaan panen dapat dilakukan sampai kadar air biji mencapai 16-17%.

PENGELOLAAN PASCAPANEN

Pengeringan

Sekitar 60-65% pertanaman jagung diusahakan pada lahan kering pada musim hujan dan pada saat panen masih banyak hujan, sehingga penggunaan alat pengeringan menjadi penting. Luas pertanaman jagung di lahan sawah 35-40% dari total areal pertanaman jagung dan 10-15% di antaranya pada lahan sawah irigasi yang ditanam pada awal musim kemarau (Kasryno 2002). Dengan demikian, kebutuhan benih terbanyak adalah pada musim hujan (periode November-Desember). Walaupun areal pertanaman jagung pada lahan sawah (periode April-September) tidak seluas di lahan kering pada musim hujan, namun sebagian penangkar benih di pedesaan adakalanya mengalami kesulitan untuk memasok benih tepat waktu dengan kualitas yang baik karena tidak memiliki fasilitas pengering. Kasus di Sulawesi Selatan menunjukkan, dari 361 contoh benih yang diuji di BPSB Maros pada tahun 1999/2000 hanya 54% yang memenuhi persyaratan (BPSB Maros 2000). Hal ini mengindikasikan bahwa pengeringan masih merupakan masalah dalam sistem produksi benih jagung. Pengeringan perlu diprioritaskan kepada upaya pemenuhan standar benih yang telah ditetapkan (Tabel 7).

Tabel 7. Standar pengujian laboratorium untuk benih jagung bersari bebas dan hibrida.

Kelas benih	Kadar air maks (%)	Benih murni min (%)	Kotoran benih maks (%)	Benih varietas lain maks (%)	Benih warna lain maks (%)	Daya tumbuh min (%)
Jagung bersari bebas						
Benih dasar	12,0	98,0	2,0	0,0	0,5	80,0
Benih pokok	12,0	98,0	2,0	0,1	0,5	80,0
Benih sebar (label biru)	12,0	98,0	2,0	0,2	1,0	80,0
Jagung hibrida						
Hibrida komersial	12,0	98,0	2,0	0,2	1,0	85,0
Hibrida						
Persilangan induk	12,0	98,0	3,0	0,1	1,0	80,0
Galur persilangan induk	12,0	98,0	3,0	0,1	1,0	80,0
Bersari bebas						
Persilangan induk	12,0	98,0	3,0	0,1	1,0	80,0

maks = maksimum; min = minimum.

Sumber: Deptan (2000).

Pengolahan dan Sortasi Benih

Pengolahan benih jagung mencakup pemipilan, pembersihan dari kotoran fisik, sortasi berdasarkan ukuran benih (*size grading*), sortasi menurut bobot (*density grading*), perlakuan dengan bahan kimia tertentu sebelum pengemasan (misalnya pemberian senyawa methalaxyl pada benih), cara, jenis, dan ukuran kemasan.

Setelah panen, jagung perlu segera dikeringkan. Aerasi atau pengeringan dapat mengurangi akumulasi suhu di sekitar benih, baik suhu panas dari lapang maupun hasil respirasi. Aerasi juga dapat menurunkan kadar air benih. Kadar air benih yang tinggi mendorong respirasi dan menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme (terutama cendawan) yang menyebabkan kerusakan benih. Selang waktu antara panen dan pengeringan sangat berpengaruh terhadap mutu benih, terutama daya simpan. Sebelum benih dikeringkan biasanya petani membiarkannya beberapa waktu atau 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 ditoleransi, dan semakin tinggi suhu ruang simpan sementara, semakin singkat pula selang waktu penyimpanan yang dapat ditoleransi.

Pemipilan benih dapat dilakukan secara manual atau menggunakan alat-mesin pemipil. Kadar air benih yang akan dipipil merupakan faktor penentu mutu hasil pipilan. Kisaran kadar air terbaik untuk benih yang akan dipipil adalah 15-17%. Kadar air yang tinggi saat pemipilan mengakibatkan

benih mudah rusak. Sinuseng *et al.* (2004) melaporkan bahwa pemipilan mekanis pada jagung varietas Lamuru dengan tiga tingkatan kadar air (15%, 21,5%, dan 28%) menghasilkan tingkat kerusakan yang berbeda (Tabel 8).

Sebelum dipipil, benih harus dikeringkan sampai mencapai kadar air sekitar 15-16% agar tidak pecah. Lama penyimpanan sementara yang dapat ditoleransi bergantung kepada suhu ruang simpan sementara atau kadar air benih yang akan dipipil/disimpan sementara (Tabel 9).

Pengaturan suhu udara dalam alat pengering benih perlu diperhatikan. Benih jagung yang berkadar air awal sekitar 18% dan dikeringkan pada alat pengering tipe flat (*flat bed dryer* dari Balitsereal) pada suhu rata-rata 45°C dan 50°C secara kontinu atau 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 10). Namun demikian, jumlah biji pecah pada suhu pengeringan 50 °C mencapai 5,3-14,27%. Di lain pihak, keretakan biji yang dikeringkan pada suhu 45°C hanya 4,23-11,36%. Pengeringan pada suhu 50 °C perlu diikuti oleh tempering setiap satu atau dua jam. Dengan cara tersebut, jumlah biji pecah dapat ditekan.

Tabel 8. Mutu pipilan biji jagung menggunakan mesin pipil model PJ-M1-Balitsereal pada tiga tingkatan kadar air.

Kadar air (%)	Mutu pipilan (%)		
	Biji pecah	Kotoran	Tidak terpipil
15,0	0,20	0,20	0,10
21,5	1,21	1,30	1,54
28,0	3,19	1,51	3,82

Sumber: Sinuseng *et al.* (2004)

Tabel 9. Lama penyimpanan sementara benih jagung yang dapat ditoleransi untuk mempertahankan mutu benih pada beberapa tingkat kadar air dan suhu.

Suhu simpan (°C)	Lama penyimpanan (hari)			
	ka 15%	ka 20%	ka 25%	ka 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

ka = kadar air

Sumber: Delouche (1990)

Tabel 10. Pengaruh perlakuan pengeringan terhadap daya berkecambah, daya hantar listrik (DHL), dan kadar air benih jagung sesudah dikeringkan (awal periode simpan).

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

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

Tempering: Pemutusan waktu pengeringan untuk aerasi

Sumber: Arief *et al.* (2001)

Dalam pengeringan benih, tingkat suhu perlu disesuaikan dengan kadar air benih yang sedang dikeringkan. Apabila kadar air benih di atas 18%, maka suhu maksimum adalah 32°C. Setelah kadar air turun menjadi 10-18%, suhu dapat dinaikkan hingga 38°C. Apabila kadar air sudah di bawah 10%, maka suhu pengeringan dapat dinaikkan hingga 43°C. Dengan demikian, pengatur suhu alat pengering harus berfungsi dengan baik. Apabila benih berkadar air yang masih tinggi langsung dikeringkan dengan suhu sekitar 40°C, enzim akan menggumpal sehingga menurunkan viabilitas benih. Pengeringan benih yang disertai dengan aerasi lebih baik daripada tanpa aerasi (Delouche 1973).

Pada saat pengeringan benih hendaknya dilakukan pembalikan antara lapisan atas dan bawah, karena laju pengeringan lebih cepat di lapisan atas dibanding lapisan tengah dan bawah (Tabel 11).

Benih jagung lebih tahan disimpan daripada benih kacang-kacangan karena kandungan protein dan lemaknya relatif lebih rendah. Tetapi ketahanan simpan benih jagung lebih rendah daripada benih padi, karena selain memiliki kulit biji yang lebih keras (lemma dan palea), benih padi hanya mengandung 5% protein albumin. Protein benih jagung terdiri atas 25% albumin, 39% protein glutelin, 24% prolamin, dan tidak mengandung globulin. Sebagian besar dari enzim yang berperan pada proses metabolisme disintesis dari protein albumin (Copeland and McDonald 1985). Kandungan

Tabel 11. Kondisi cuaca dan penurunan kadar air pada pengeringan biji jagung pipilan dengan menggunakan alat pengering buatan, 2004.

Periode pengamatan (jam)	Kondisi udara lingkungan			Suhu pengering (°C)	Suhu buangan (°C)	Kadar air biji (%)		
	Suhu (°C)		RH (%)			Lapisan bawah	Lapisan tengah	Lapisan atas
	Tbb	Tbk						
0	26	27,5	87	34,5	34,5	16,9	16,9	16,9
1	25	27	83	41,8	35,5	16,25	16,26	16,29
2	25	26	91	43	35,6	15,44	15,49	14,49
3	24	24	100	42,5	37,9	14,68	14,72	14,73
4	23,5	24	95	42,3	36	13,89	13,94	13,96
5	24	25	91	42,8	38,1	13	13,17	13,19
6	28	32,5	69	42,8	38	12,32	12,39	12,42
7	28	33	65	42,8	36,4	11,56	11,64	11,66

Sumber: Sinuseng *et al.* (2004).

Tbb = termometer bola basah; Tbk = termometer bola kering; RH = relative humidity

Tabel 12. Komposisi kimia 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).

asam lemak tidak jenuh pada benih jagung juga cukup tinggi, yaitu terdiri atas 6% asam palmitat, 2% stearat, 44% asam oleat, dan 48% asam linoleat. Kedua asam lemak tidak jenuh (oleat dan linoleat) ini mudah teroksidasi, baik secara spontan maupun enzimatik, yang dapat menurunkan viabilitas benih. Komposisi kimia benih jagung dapat dilihat pada Tabel 12.

Densitas dan Letak Biji pada Tongkol

Bobot benih jagung berkorelasi positif dengan bobot kering kecambah. Perbedaan bobot benih jagung tidak berpengaruh terhadap daya berkecambah awal (sebelum benih disimpan), tetapi dapat mempengaruhi daya simpan. Makin rendah bobot benih sebelum disimpan makin rendah daya simpannya (Tabel 13).

Benih yang terletak pada bagian tengah tongkol mempunyai daya simpan yang lebih lama dibanding yang terletak pada bagian atas atau ujung tongkol.

Ukuran dan bobot benih yang terletak di bagian bawah dan ujung tongkol lebih rendah dibanding yang terletak di bagian tengah. Biji-biji yang terletak pada 1/5 bagian atas dan 1/5 bagian bawah sebaiknya dikeluarkan jika alat sortasi yang digunakan tidak dilengkapi dengan komponen sortasi berdasarkan ukuran biji. Setelah empat bulan penyimpanan daya berkecambah benih yang berasal dari pangkal dan ujung tongkol telah menurun dibanding dengan benih yang berasal dari 3/5 bagian tengah tongkol (Tabel 14).

Hasil penelitian Rahmawati *et al.* (2005) menunjukkan bahwa benih dengan ukuran biji besar (S1), sedang (S2), dan kecil (S3) yang disimpan pada kadar air 9-13% selama enam bulan, daya berkecambahnya pada perlakuan kadar air 13,5% turun menjadi 83,3-86,7%. Makin tinggi kadar air biji, makin cepat respirasi dan makin banyak CO₂, air, dan panas yang dihasilkan selama penyimpanan. Panas, kadar air, dan kelembaban yang tinggi dapat mempercepat kerusakan benih (Thahir *et al.* 1988). Welch dan Delouche (1967) mengatakan, kadar air merupakan faktor penentu utama kemunduran benih, kemudian suhu akan memacu laju kemunduran apabila kadar air benih memungkinkan bagi proses biokimia berlangsung.

Tabel 13. Pengaruh bobot biji terhadap daya simpan benih jagung. Maros, Sulawesi Selatan, 1997.

Bobot 1.000 biji (g)	Daya berkecambah (%)		
	0 bulan	8 bulan	16 bulan
33,30	99,7	95,7	85,0
32,21	99,7	96,7	78,4
32,55	98,8	96,0	73,5
32,38	98,7	92,3	59,3
31,76	93,0	95,3	48,6
30,38	97,0	87,7	28,2

Sumber: Syafruddin *et al.* (1997).

Tabel 14. Pengaruh letak biji pada tongkol terhadap daya simpan benih jagung. Maros, Sulawesi Selatan, 1998.

Letak biji	Daya berkecambah (%)			
	0 bulan	2 bulan	4 bulan	6 bulan
1/5 bagian atas tongkol	96,0	98,0	65,3	50,0
3/5 bagian tengah tongkol	99,3	99,3	86,7	72,6
1/5 bagian bawah tongkol	96,0	98,0	78,0	64,7
Kontrol (tanpa pemisahan)	98,0	99,3	73,3	65,3

Sumber: Arief *et al.* (1997).

Penyimpanan pada kadar air 11,6% daya berkecambah benih masih tinggi, berkisar antara 90,0-98,7%, dan penyimpanan pada kadar air 9,8% daya berkecambah benih 88,0-100%. Nampak perbedaan daya berkecambah pada masing-masing penyimpanan dengan kadar air yang berbeda, namun benih masih layak ditanam ditinjau dari segi daya berkecambah. Nilai daya hantar listrik pada kadar air 13,5% juga lebih tinggi dibanding pada penyimpanan benih dengan kadar air 11,6% dan 9,8%. Bobot kering kecambah untuk penyimpanan benih dengan kadar air 9,8% lebih tinggi (0,150-0,273 g/kecambah) daripada kadar air 13,5% (0,160-0,194 g/kecambah). Pada perlakuan penyimpanan benih dengan kadar air 11,6%, bobot kering kecambah berkisar antara 0,146-0,250 g/kecambah (Tabel 15).

Kadar air benih merupakan faktor dominan dalam proses deteriosasi benih, menyusul suhu ruang simpan (Harrington 1973). Hasil penelitian menunjukkan, apabila penyimpanan benih jagung dapat dilakukan pada kadar air yang rendah (di bawah 10%) maka daya berkecambahnya masih cukup tinggi (lebih dari 90%) walaupun telah disimpan selama satu tahun pada suhu kamar (Saenong 1986; 1987, Saenong *et al.* 1999). Bobot kering kecambah cenderung menurun pada biji berukuran kecil (Tabel 15), sehingga biji-biji yang digunakan sebagai benih hendaknya yang berukuran besar dan sedang.

Tabel 15. Mutu fisiologis benih dari beberapa tingkat kadar air dan ukuran biji sebelum disimpan selama 6 bulan. Sambelia, Kec. Lombok Timur, NTB, 2004.

Perlakuan	Kadar air (%)	Daya berkecambah (%)	Kecepatan tumbuh (%/etmal)	Bobot kering kecambah akar (g)	Panjang primer (cm)	Bobot 100 butir (g)
Kadar air 13,5%						
S ₁ (biji besar)	13,2	86,7 d	26,7 bc	0,19	13,3	33,7
S ₂ (biji sedang)	13,1	84,7 d	24,4 c	0,19	13,4	26,9
S ₃ (biji kecil)	12,9	83,3 d	24,2 c	0,16	12,9	20,8
Kadar air 11,6%						
S ₁ (biji besar)	11,7	96,0 abc	29,4 ab	0,25	12,1	33,5
S ₂ (biji sedang)	11,6	98,7 ab	30,5 a	0,20	13,7	27,0
S ₃ (biji kecil)	11,8	90,0 bcd	26,5 bc	0,15	11,8	21,2
Kadar air 9,8%						
S ₁ (biji besar)	11,0	92,0 abcd	28,3 ab	0,27	13,3	33,5
S ₂ (biji sedang)	10,8	100,0 a	30,8 a	0,23	11,9	26,8
S ₃ (biji kecil)	10,6	88,0 cd	26,4 bc	0,15	11,7	21,0

S₁ Benih ukuran besar (>10 mm), tidak lolos saringan berdiameter 10 mm

S₂ Benih ukuran sedang (>8 mm), tidak lolos saringan berdiameter 8 mm

S₃ Benih ukuran kecil (>6 mm), tidak lolos saringan berdiameter 6 mm

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

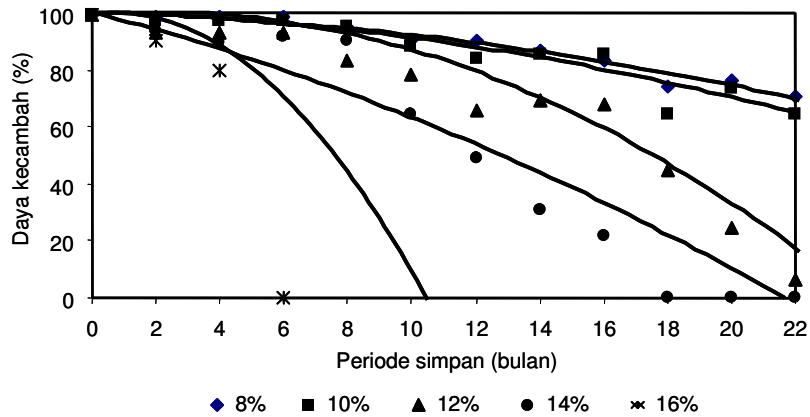
Sumber: Rahmawati *et al.* (2005).

Penyimpanan

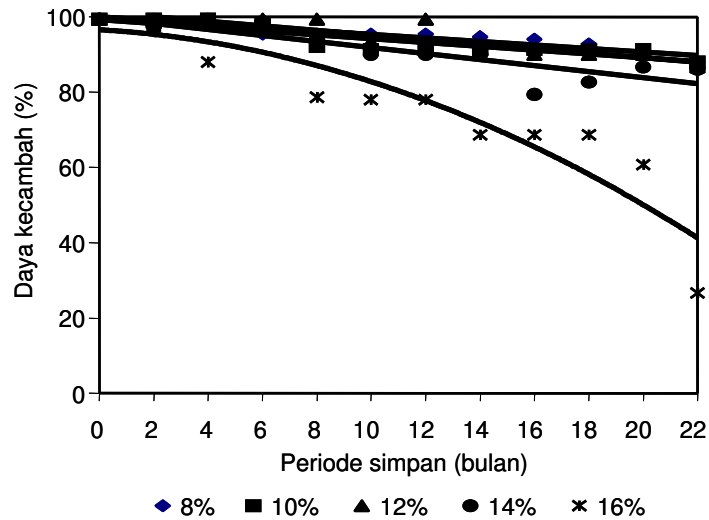
Kunci keberhasilan penyimpanan benih ortodoks seperti jagung terletak pada pengaturan kadar air dan suhu ruang simpan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Harrington (1972) dan Delouche (1990). Namun demikian, suhu hanya berperan nyata pada kondisi kadar air di mana sel-sel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

Secara praktis, benih dapat disimpan pada suhu kamar (28°C) atau ruang sejuk (12°C), bergantung pada lama penyimpanan dan kadar air benih yang akan disimpan. Apabila daya berkecambah benih dipertahankan di atas 80% (sesuai standar daya berkecambah), maka kadar air benih harus 12% (dapat dicapai melalui pengeringan dengan sinar matahari pada musim kemarau) agar daya berkecambah benih masih dapat dipertahankan sampai 10 bulan penyimpanan pada suhu kamar (28°C). Kalau kadar air benih dapat diturunkan hingga 10%, daya berkecambah benih dapat dipertahankan sampai 14 bulan, dan lebih dari 14 bulan kalau kadar air benih pada saat disimpan 8%. Daya berkecambah benih setelah penyimpanan 14 bulan masih tinggi (89,3%). Di lain pihak, pada kadar air 14%, benih hanya tahan disimpan selama delapan bulan, dan pada kadar air 16% hanya tahan disimpan sampai empat bulan.

Penyimpanan pada suhu sejuk (12°C), daya berkecambah benih masih di atas 80% dengan 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 4 dan 5). Daya simpan benih selain bergantung pada suhu ruang simpan juga bergantung pada kadar air awal. Jika disimpan pada kadar air <10% pada suhu ruang simpan 28°C, daya berkecambah masih di atas 80% sampai pada penyimpanan 16 bulan. 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% benih sudah tidak berkecambah setelah penyimpanan enam bulan (Gambar 4).



Gambar 4. Daya berkecambah benih jagung pada berbagai tingkat kadar air dan periode simpan pada suhu sejuk (12°C). Sumber: Saenong *et al.* (1999).



Gambar 5. Daya bekecambah benih jagung pada berbagai tingkat kadar air dan periode simpan pada suhu udara rata-rata 28°C. Sumber: Saenong *et al.* (1999).

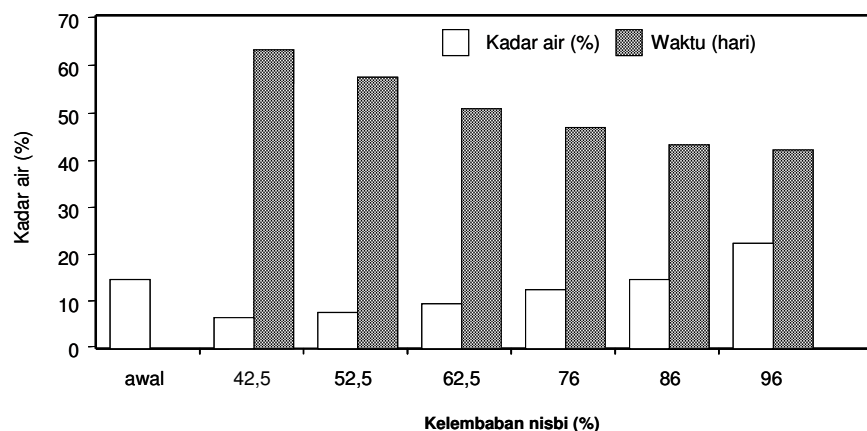
HUBUNGAN KELEMBABAN RELATIF DENGAN KADAR AIR BENIH

Benih akan mencapai keseimbangan kadar air dengan kelembaban relatif (RH) di sekitarnya. Waktu yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan kadar air benih jagung dipengaruhi oleh RH lingkungan. Pada benih jagung, proses absorpsi (penyerapan) lebih cepat dibanding proses desorpsi (pelepasan) uap air dari benih.

Keseimbangan kadar air benih jagung dapat diperoleh pada 39 hari penyimpanan pada RH 96%, 42 hari pada RH 86%, 46 hari pada RH 76%, 51 hari pada RH 62,5%, 59 hari pada RH 52,5%, dan 65 hari pada RH 42,5% (Gambar 6).

Makin rendah kelembaban ruang simpan, proses terjadinya keseimbangan kadar air benih makin lama. Benih jagung yang sudah kering hendaknya disimpan pada ruang simpan tertutup rapat (kedap udara) atau pada ruang simpan dengan kelembaban udara tidak lebih dari 75%. Pada kondisi tersebut, kadar air benih jagung sudah mencapai 12% (maksimum kadar air benih) di daerah tropis dengan suhu udara ruang simpan 28-32°C. Pada musim hujan, kelembaban udara dapat mencapai 96%, sehingga benih yang disimpan pada kondisi terbuka (tidak kedap) akan cepat rusak karena kadar air benih dapat mencapai 21%, sehingga diperlukan penyedot udara (*dehumidifier*) agar keseimbangan kadar air benih menurun. Namun demikian, di pedesaan dengan fasilitas penyimpanan yang serba terbatas, petani yang menyimpan benih untuk kebutuhan usahatannya disarankan menggunakan kemasan kedap udara, antara lain jerigen plastik. Dengan menggunakan kemasan tersebut, kadar air benih relatif stabil (+ 11%) sampai periode simpan delapan bulan (Baco *et al.* 2000).

Benih yang disimpan pada kelembaban udara relatif 76%, daya berkecambahnya masih tinggi (95%) setelah 30 minggu (tujuh bulan) penyimpanan, namun vigorinya turun hingga mencapai 20%. Implikasi dari data tersebut, apabila kondisi lapang optimal, maka jumlah benih yang tumbuh dapat mencapai 95%, tetapi dalam kondisi kurang optimal, jumlah

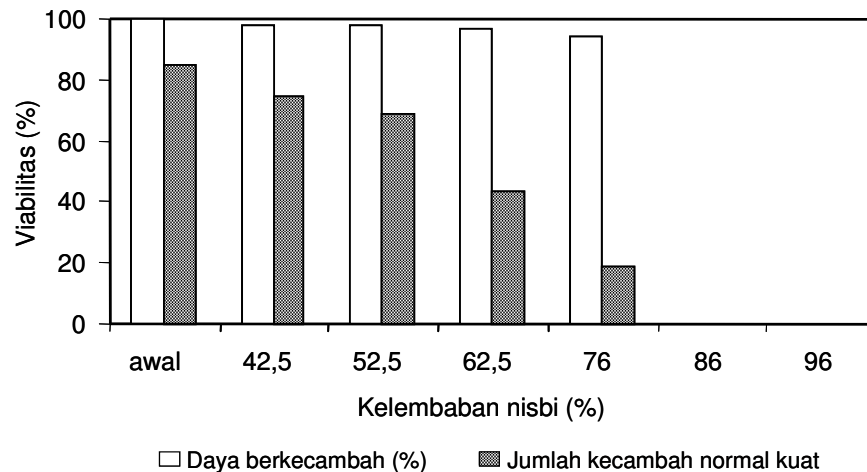


Gambar 6. Waktu yang dibutuhkan benih jagung untuk mencapai keseimbangan kadar air pada berbagai kelembaban nisbi.
Sumber: Saenong (1987).

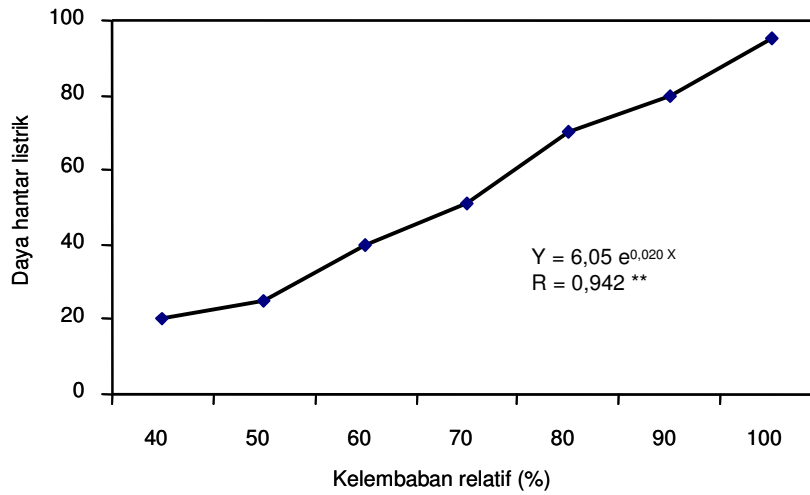
benih yang tumbuh hanya 20% (Gambar 7). Kematian benih yang disimpan pada ruang simpan lebih dari 76% karena meningkatnya kadar air benih yang dapat meningkatkan laju metabolisme di dalam benih dan diikuti oleh peningkatan suhu di sekitar benih, sehingga benih menjadi rusak.

Hasil penelitian Powell dan Matthews (1981) menunjukkan bahwa indikasi kemunduran benih yang paling dini adalah rusaknya fosfolipid yang terdapat dalam komponen membran. Priestley dan Leopold (1979) juga mengatakan bahwa penyebab dini kerusakan benih adalah terjadinya kerusakan membran. Oleh karena itu daya hantar listrik meningkat dengan meningkatnya kerusakan membran (Gambar 8).

Kadar air benih dapat bervariasi selama penyimpanan, bergantung pada kelembaban ruang simpan dan kedekatan bahan yang digunakan dalam penyimpanan benih. Dengan menggunakan jerigen plastik, kadar air benih lebih stabil (setelah disimpan delapan bulan sekitar 11%), sama dengan sebelum disimpan. Pada wadah penyimpanan lainnya telah terjadi peningkatan kadar air benih yang dapat berakibat buruk terhadap mutu benih. Penyimpanan dengan cara petani (tongkol berkelobot), kadar air benih dapat mencapai 24% pada periode simpan delapan bulan, jika disimpan pada ruang terbuka. Kerusakan benih yang disimpan dengan cara petani (kerusakan akibat cendawan *Aspergillus* sp.) mencapai 33%, sementara kerusakan benih yang disimpan pada jerigen plastik kedap udara hanya 3% (Baco *et al.* 2000).



Gambar 7. Daya berkecambah dan jumlah kecambah normal kuat pada beberapa tingkat kelembaban relatif (Saenong 1987).



Gambar 8. Daya hantar listrik benih jagung pada berbagai tingkat RH, setelah disimpan selama 30 minggu (Saenong 1987).

Tabel 16. Kadar air keseimbangan benih jagung, sorgum, dan gandum pada beberapa taraf kelembaban udara, suhu 25°C.

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

Sumber: Copeland dan McDonald (1985).

Biji jagung mengandung karbohidrat 70-75%, protein 11-12%, dan lemak 5-9% (Bewley and Black 1978). Komponen karbohidrat dan protein cukup higroskopis, sehingga apabila benih disimpan pada ruang terbuka (tidak kedap udara), maka kadar air biji selalu seimbang dengan kelembaban relatif (RH) di sekitarnya. Pada Tabel 16 dapat dilihat bahwa kadar air benih akan meningkat seiring dengan meningkatnya kelembaban udara relatif. Karena itu, di daerah tropis basah, benih harus disimpan dalam wadah kedap udara (jerigen plastik) untuk skala rumah tangga, dan kantong plastik (*polibag*) dengan ketebalan minimal 0,2 mm untuk skala komersial, sebelum disimpan dalam silo kayu atau silo plastik kedap udara.

HUBUNGAN KUALITAS BENIH (VIGOR) DENGAN PRODUKTIVITAS

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan hasil tanaman dari benih yang telah disimpan selama 18 bulan, yaitu 38% untuk benih berukuran besar dan 54% untuk benih berukuran kecil (Arief dan Saenong 2006). Penurunan hasil yang cukup besar akibat penggunaan benih dengan mutu fisiologi awal yang rendah diawali dengan pertumbuhan kecambah yang lambat, kurangnya jumlah tanaman tumbuh, lambatnya pertumbuhan tanaman, dan kurang tahannya terhadap cekaman lingkungan seperti kekurangan air atau suhu yang terlalu tinggi. Indeks panen dari seluruh perlakuan berkisar antara 0,26-0,39, tertinggi pada perlakuan yang menggunakan benih yang belum disimpan. Selanjutnya terjadi penurunan indeks panen pada tanaman dari benih yang telah lama disimpan. Peningkatan hasil (2,49-5,76 t/ha) yang dicapai sejalan dengan peningkatan indeks panen (0,26-0,39) seperti terlihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil pipilan kering, indeks panen, dan panjang tongkol jagung pada berbagai periode simpan (0-18 bulan) dari benih ukuran besar dan kecil. Maros, 2006.

Periode simpan (bulan)	Benih besar	Benih kecil	Rata-rata
Hasil pipilan kering (t/ha)			
0	5,76	5,38	5,57 a
6	5,40	5,23	5,32 a
12	4,09	4,17	4,13 b
18	3,58	2,49	3,04 c
Rata-rata	4,71	4,32	
KK (7,2%)			
Indeks panen			
0	0,39	0,38	0,38 a
6	0,38	0,35	0,36 b
12	0,35	0,31	0,33 c
18	0,29	0,26	0,27 d
Rata-rata	0,35	0,32	0,34
KK: 7,7%			
Panjang tongkol (cm)			
0	18,67	18,17	18,42 a
6	18,03	18,00	18,02 a
12	16,67	15,67	16,17 b
18	15,50	13,33	14,42 c
Rata-rata	17,22	16,29	16,75
KK: 4,9%			

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 uji Duncan

Sumber: Arief dan Saenong (2006).

Kadar N daun dari berbagai tingkatan mutu benih akibat perbedaan periode simpan juga mengalami perbedaan. Kadar N daun tertinggi diperoleh dari biji berukuran besar pada periode simpan 0 bulan, yaitu 3,1%, sedangkan kadar N daun terendah 2,5% diperoleh dari pertanaman yang menggunakan benih berukuran kecil dengan periode simpan 18 bulan (Arief dan Saenong 2006).

Rendahnya kadar N daun berpengaruh terhadap indeks panen dan panjang tongkol (Tabel 17), diameter tongkol, rendemen biji, dan tongkol ompong (Tabel 18), yang semuanya berpengaruh terhadap indeks panen dan hasil. Data ini mengindikasikan bahwa peningkatan produktivitas jagung tidak hanya ditentukan oleh penggunaan varietas unggul baru, tetapi juga benih bermutu tinggi.

Tabel 18. Diameter tongkol, nisbah biji: tongkol, dan persentase tongkol ompong: berisi jagung varietas Lamuru pada beberapa periode simpan dari benih ukuran besar dan kecil. Maros, 2006.

Periode simpan (bulan)	Benih besar	Benih kecil	Rata-rata
Diameter tongkol (cm)			
0	14,5	14,4	14,5 a
6	13,6	13,8	13,7 b
12	13,2	13,3	13,3 b
18	12,9	12,1	12,5 c
Rata-rata	13,5	13,4	13,5
KK (3,9%)			
Nisbah biji: tongkol (rendemen biji)			
0	88,7	82,8	85,7 a
6	88,3	78,4	82,3 ab
12	82,3	74,4	78,3 bc
18	74,8	71,2	73,0 c
Rata-rata	83,0 a	76,7 b	79,9
KK: 6,6%			
Tongkol ompong: berisi			
0	24,2	27,7	26,0 c
6	26,9	31,9	29,4 b
12	35,4	36,7	36,1 a
18	36,7	38,9	37,8 a
Rata-rata	30,7 a	33,8 b	32,3
KK: 5,6%			

Angka selajur dan sebaris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 uji Duncan.

Sumber: Arief dan Saenong (2006).

KESIMPULAN

1. Untuk menghasilkan benih dengan kualitas prima, periode produksi benih dirancang pada saat panen hujan sudah berkurang atau tidak ada hujan, agar proses pemasakan dan pengeringan biji tidak dipengaruhi oleh kondisi lapangan yang tidak menguntungkan, terutama kelembaban relatif. Kerusakan membran biji pada fase pemasakan biji dalam kondisi lembab (sering hujan) dapat meningkat sampai empat kali lipat dibanding kondisi kurang hujan.
2. Selain N, pemberian pupuk P dan K dapat meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan, antara lain benih lebih tahan disimpan, bobot biji dan bobot kecambah lebih tinggi, dan integritas membran sel biji lebih baik yang dicerminkan oleh rendahnya nilai DHL dalam bocoran air rendaman benih.
3. Untuk menghemat biaya pengeringan, penundaan panen dapat dilakukan sampai 15 hari sesudah masak fisiologis agar kadar air benih menurun hingga mencapai 16-18%, asal kondisi lapang mendukung (selama proses pemasakan biji tidak ada hujan).
4. Pengeringan benih jagung pada kadar air awal sekitar 18% sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak lebih dari 40°C agar benih tahan disimpan lama dan jumlah biji retak akibat deraan suhu lebih rendah dibanding suhu 50°C.
5. Sortasi biji dalam tongkol jagung perlu dilakukan (membuang biji-biji yang berukuran kecil) di bagian bawah dan ujung tongkol untuk memperoleh benih berkualitas. Benih jagung yang berasal dari bagian tengah tongkol (3/5 bagian), lebih tahan disimpan daripada bagian bawah dan ujung tongkol. Namun hal tersebut tidak efisien, sehingga perlu menggunakan sortasi biji berdasarkan ukuran yang standar.
6. Kunci keberhasilan penyimpanan benih terletak pada pengaturan kadar air benih dan suhu ruang simpan. Pada kondisi suhu kamar (28°C), kadar air benih diturunkan menjadi 10%, daya berkecambah benih masih dapat dipertahankan hingga 80% setelah 16 bulan penyimpanan, dan satu tahun jika kadar air benih yang disimpan hanya mencapai 12%.
7. Benih jagung yang telah kering hendaknya disimpan pada kondisi kedap udara dan bebas serangga. Pada ruang simpan terbuka, dalam waktu 39 hari kadar air benih akan meningkat dari 12% menjadi 21%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Baki, A. 1969. Relationship of glucose metabolism to germinability and vigor in barley and wheat seeds. *Crop Sci.* 9:732-738.
- Arief, R., S. Saenong, dan N. Riani. 1997. Pengaruh letak biji pada tongkol dan ukuran biji terhadap daya simpan benih jagung. Laporan Tahunan Fisiologi 1997 (belum diterbitkan).
- Arief, R., S. Saenong, dan N. Widiyati. 1999. Evaluasi beberapa sifat biokimia dan fisiologi benih jagung (*Zea mays* L.) dari berbagai tingkat masak dan beberapa waktu penundaan pengeringan. Prosiding Seminar Hasil Pengkajian dan Penelitian Teknologi Pertanian Menghadapi Era Otonomi Daerah, 3-4 November di Palu, Sulteng.
- Arief, R., S. Saenong, dan N. Widiyati. 2002. Evaluasi sifat biokimia dan fisiologis benih pada berbagai tingkat masak terhadap daya simpan benih jagung (*Zea mays* L.) industri benih di Indonesia. Aspek penunjang pengembangan. Kerja sama Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Jurusan Budi daya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. p. 181-181.
- Arief, R., S. Saenong, T. M. Lando, Fauziah Koes, dan Rahmawati. 2001. Pengaruh cara pengeringan terhadap mutu dan daya simpan benih jagung. *Penelitian Pertanian* 20(3): 41-47.
- Arief, R. dan Sania Saenong. 2003. Ketahanan simpan benih jagung (*Zea mays* L.) dari beberapa takaran dan waktu pemberian kalium. *Journal Stigma*. Vol. XI No. 1. 5p.
- Arief, R. dan Sania Saenong. 2006. Pengaruh ukuran biji dan periode simpan benih terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 25(1):52-56.
- Baco, D., M. Yasin, J. Tandiabang, S. Saenong, dan T. Lando. 2000. Penanggulangan kerusakan biji jagung oleh hama *Sitophilus zeamais* selama penyimpanan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 19 (1):1-5.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1978. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. 1st volume. Springer-Verlag, Berlin.
- BPSB Maros. 2000. Laporan hasil pengujian Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih, Maros.
- Bernardo, R. 2002. *Breeding for quantitative traits in plants*. Stemma Press, Woodbury, Minnesota.

- CIMMYT. 1994a. World maize facts and trends. Maize seed industries. Emerging Roles of the Publics and Private Sectors. Mexico, D.F. CIMMYT.
- CIMMYT. 1994b. Managing trials and reporting data for CIMMYT's international maize testing program. Mexico, DF.
- 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.
- Delouche, J.C. 1990. Research on association of seed physical properties to seeds quality. Prepared for Seed Research Workshop. AARP II Project, Sukamandi, Indonesia.
- Departemen Pertanian. 2000. Luas Tanaman, Produksi dan Produktivitas Jagung. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development. Vol. 1. Theory and technique. Iowa State University. New York.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. *In*: T.T. Kozlowski (Ed.). Seed biology Vol. III. Academic Press. New York. p. 145-245.
- Harrington, J.F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. *Seed Sci. and Technol.* 1:453-461.
- ISTA. 2004. International rules for seed testing. The International Seed Testing Association. USA.
- 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.
- Lowe, L. B., B.S. Ayers, and S.K. Ries. 1972. Relationship of seed protein and amino acid composition to seedling vigor and yield of wheat. *Agr. J.* 64:608-611.
- 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. *American Society of Agricultural Engineers*, No. 1838.
- Muqnisyah, W. Q. and Nakamura. 1986. Vigor of soybean seed as influenced by sowing and harvest dates and seed size. *Seed Science Technology* 14:87-94.