

Penanganan Pascapanen Jagung

I.U. Firmansyah, M. Aqil, dan Yamin Sinuseng
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

PENDAHULUAN

Penanganan pascapanen merupakan salah satu mata rantai penting dalam usahatani jagung. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa petani umumnya memanen jagung pada musim hujan dengan kondisi lingkungan yang lembab dan curah hujan yang masih tinggi. Hasil survei menunjukkan bahwa kadar air jagung yang dipanen pada musim hujan masih tinggi, berkisar antara 25-35%. Apabila tidak ditangani dengan baik, jagung berpeluang terinfeksi cendawan yang menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin (Firmansyah *et al.* 2006).

Adanya nilai tambah dari produk olahan jagung seperti minyak jagung dan produk olahan lainnya yang dilaporkan berdampak positif bagi kesehatan manusia menyebabkan bergesernya penggunaan biji jagung dari pemenuhan konsumsi ternak menjadi konsumsi manusia dan ternak. Perubahan pola konsumsi tersebut menuntut adanya perbaikan proses pascapanen jagung untuk menghasilkan biji yang aman dikonsumsi, baik oleh manusia maupun ternak. Hal ini mendasari dikeluarkannya Undang-Undang No. 7 tahun 1996 tentang keamanan pangan. Beberapa negara seperti Cina, Malaysia, dan Singapura telah memberlakukan standar mutu yang sangat ketat untuk produk jagung (Warintek 2007). Untuk itu diperlukan teknologi penanganan pascapanen jagung, terutama di tingkat petani, untuk menghasilkan produk yang lebih kompetitif dan mampu bersaing di pasar bebas.

Proses pascapanen jagung terdiri atas serangkaian kegiatan yang dimulai dari pemetikan dan pengeringan tongkol, pemipilan tongkol, pengemasan biji, dan penyimpanan sebelum dijual ke pedagang pengumpul. Ke semua proses tersebut apabila tidak tertangani dengan baik akan menurunkan kualitas produk karena berubahnya warna biji akibat terinfeksi cendawan, jagung mengalami pembusukan, tercampur benda asing yang membahayakan kesehatan.

Tulisan ini membahas penanganan pascapanen jagung yang meliputi pemanenan, penjemuran/pengeringan, pemipilan, pengemasan, penyimpanan, dan standarisasi mutu jagung.

PROSES PASCAPANEN

Cakupan Kegiatan

Proses pascapanen meliputi serangkaian kegiatan penanganan hasil panen, mulai dari pemanenan sampai menjadi produk yang siap dikonsumsi. Rangkaian kegiatan tersebut disajikan pada Gambar 1.

Permasalahan

Jagung mempunyai banyak permasalahan pascapanen yang apabila tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan kerusakan dan kehilangan. Permasalahan antara lain adalah:

Susut Kuantitas dan Mutu

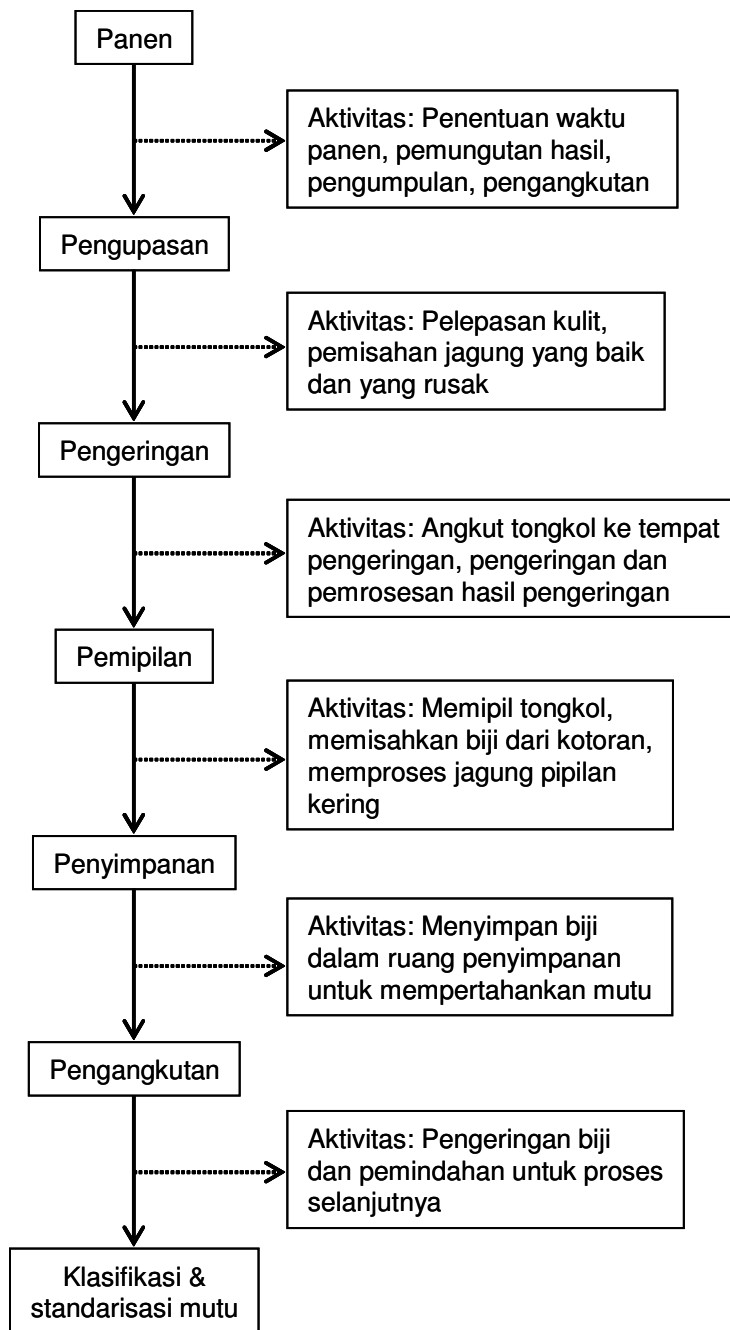
Kehilangan hasil jagung pada pascapanen dapat berupa kehilangan kuantitatif dan kualitatif. Kehilangan kuantitatif merupakan susut hasil akibat tertinggal di lapang waktu panen, tercecer saat pengangkutan, atau tidak terpipil. Kehilangan kualitatif merupakan penurunan mutu hasil akibat butir rusak, butir berkecambah, atau biji keriput selama proses pengeringan, pemipilan, pengangkutan atau penyimpanan.

Keamanan Pangan

Penundaan penanganan pascapanen jagung berpeluang meningkatkan infeksi cendawan. Penundaan pengeringan paling besar kontribusinya dalam meningkatkan infeksi cendawan *Aspergillus flavus* yang bisa mencapai di atas 50%. Cendawan tersebut menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin yang bersifat mutagen dan diduga dapat menyebabkan kanker esofagus pada manusia (Weibe and Bjeldanes 1981). Toksin yang dikeluarkan oleh cendawan tersebut juga berbahaya bagi kesehatan ternak. Salah satu cara pencegahannya adalah mengetahui secara dini kandungan mikotoksin pada biji jagung.

Ketersediaan Sarana Prosesing

Permasalahan lain dalam penanganan pascapanen jagung di tingkat petani adalah tidak tersedianya sarana prosesing yang memadai, padahal petani umumnya memanen jagung pada musim hujan dengan kadar air biji di atas 35%. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi prosesing yang tepat, baik dari segi peralatan maupun sosial dan ekonomi.



Gambar 1. Kegiatan panen dan penanganan pascapanen jagung.

PEMANENAN

Waktu panen menentukan mutu biji jagung. Pemanenan yang terlalu awal menyebabkan banyaknya butir muda sehingga kualitas dan daya simpan biji rendah. Sebaliknya, pemanenan yang terlambat menyebabkan penurunan kualitas dan peningkatan kehilangan hasil akibat cuaca yang tidak menguntungkan atau serangan hama dan penyakit di lapang.

Jagung yang siap dipanen biasanya ditandai dengan daun dan batang tanaman mulai mengering dan berwarna kecoklatan. Selain itu, juga dapat diketahui dari adanya lapisan hitam pada pangkal biji jagung (*black layer*). Apabila pada pangkal biji sudah ditumbuhi lebih dari 50% lapisan hitam, maka tanaman sudah masak fisiologis. Petani di sejumlah daerah memanen jagung setelah umur panen tercapai (daun dan batang jagung telah berwarna coklat).

Pemanenan jagung bergantung pada lokasi, jenis lahan, dan ketersediaan teknologi. Panen tongkol umum dilakukan petani pada lahan tadah hujan atau lahan kering. Perbedaannya, pada lahan kering, petani langsung memanen jagung bersama tongkolnya dengan kelobot relatif basah karena dipanen pada musim hujan. Kadar air biji pada kondisi tersebut berkisar antara 30-35% dan adakalanya mencapai 40%. Pemanenan tongkol pada lahan sawah tadah hujan, kadar air biji sudah agak rendah, yaitu 25-30%. Tongkol kemudian diangkut ke tempat pengumpulan untuk diangin-anginkan beberapa saat, lalu dikupas, dan dikeringkan. Batang tanaman ditebang untuk dijadikan pakan atau tetap dibiarkan di lapang. Cara panen tongkol di lapang dilakukan oleh umumnya petani jagung di Sulawesi Selatan, baik pada lahan kering, lahan sawah tadah hujan maupun lahan sawah irigasi. Penebangan batang pada saat panen dilakukan dengan parang dan memerlukan waktu 155,5 jam/orang/ha atau 19,4 HOK dengan masa panen delapan jam/hari. Pengupasan kelobot dilakukan oleh tenaga wanita dengan waktu kerja 131,2 jam/orang/ha atau 16,4 HOK/ha.

PENGERINGAN

Pengeringan adalah upaya untuk menurunkan kadar air biji jagung agar aman disimpan. Kadar air biji yang aman untuk disimpan berkisar antara 12-14%. Pada saat jagung dikeringkan terjadi proses penguapan air pada biji karena adanya panas dari media pengering, sehingga uap air akan lepas dari permukaan biji jagung ke ruangan di sekeliling tempat pengering (Brooker *et al.* 1974).

Pengeringan diperlukan sebelum pemipilan untuk menghindari terjadinya biji pecah. Untuk itu, kadar air biji harus diturunkan menjadi < 20%. Pengeringan dimaksudkan untuk mencapai kadar air biji 12-14% agar tahan disimpan lama, tidak mudah terserang hama dan terkontaminasi cendawan yang menghasilkan mikotoksin, mempertahankan volume dan bobot bahan sehingga memudahkan penyimpanan (Handerson and Perry 1982).

Pengeringan untuk Menurunkan Infeksi Cendawan

Penundaan panen jagung selama tujuh hari setelah masak fisiologis dengan cara memangkas batang 10 cm di atas tongkol dapat membantu proses penurunan kadar air biji dan menekan tingkat penularan cendawan (Tabel 1).

Apabila pengeringan jagung menggunakan alat pengering, tingkat infeksi cendawan hanya berkisar antara 9-10%. Oleh sebab itu, pengeringan harus dilakukan secepatnya setelah panen jika cuaca mendukung. Namun bila kondisi cuaca kurang mendukung dan petani tidak mempunyai fasilitas pengeringan maka mutu produk akan rendah.

Tabel 1. Beberapa cara pengeringan jagung, laju pengeringan, dan tingkat infeksi cendawan. Gorontalo, 2005.

Proses pengeringan ^{*)}	Laju pengeringan	Tingkat infeksi cendawan (%) ^{**)}
Tanaman jagung dijemur selama 7 hari setelah masak fisiologis di lapang,	0,80%/hari	18
Tongkol jagung dipanen dan dikeringkan dengan sinar matahari	0,75%/jam	
Tanaman jagung dijemur selama 7 hari setelah masak fisiologis di lapang,	0,80%/hari	15
Tongkol jagung dipanen dan dikeringkan dengan sinar matahari	0,94%/jam	
Panen tongkol jagung, kupas kelobot, dan jemur tongkol jagung	0,50%/jam	10
Panen tongkol jagung, kupas kelobot, tongkol jagung dipipil, dan jagung pipil dikeringkan dengan mesin pengering	2,07%/jam	9
Panen tongkol jagung, kupas kelobot, tongkol jagung dikeringkan dengan mesin pengering	0,70%/jam	10

^{*)} Pengeringan dilakukan sampai kadar air biji 15-17%.

^{**)} Jagung pipilan setelah dikeringkan dan diangin-anginkan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan pada suhu ruang 25°C selama 120 hari.

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

Cara Pengeringan Jagung di Tingkat Petani

Cara pengeringan jagung yang umum dilakukan petani adalah dengan bantuan sinar matahari atau penjemuran langsung di lapang (*in-field sun drying*). Cara ini dapat dibedakan menjadi: (a) penjemuran bersama-sama antara tongkol yang masih menyatu dengan batang tanaman; (b) penjemuran tongkol yang sudah dipetik dari batang atau sudah dipisahkan antara biji dengan janggelnnya (jagung pipil).

Pengeringan langsung di lapang dengan membiarkan tongkol tetap pada tanaman selama 7-14 hari. Cara ini sudah dilakukan oleh banyak petani yang menanam jagung hibrida (tinggi tongkol dari permukaan tanah seragam), khususnya pertanaman musim kemarau. Pengeringan dengan cara ini dapat menurunkan kadar air biji sampai 18%. Pengeringan langsung di lapang dengan menjemur bahan (tongkol beserta biji atau biji pipilan) di permukaan tanah atau lantai jemur juga telah dilakukan oleh banyak petani jagung.

Prinsip pengeringan dengan cara penjemuran adalah memanfaatkan perpindahan suhu panas sinar matahari ke sekeliling bahan yang dikeringkan. Hal yang perlu diperhatikan dalam penjemuran tongkol atau biji jagung secara langsung di lapang adalah adanya sifat higroskopis bahan, sehingga selama proses pengeringan berlangsung terjadi kenaikan kadar air biji. Kenaikan kadar air biji akan terjadi apabila tekanan uap air jenuh di sekeliling bahan meningkat, karena adanya tekanan osmotik dari jaringan pipa kapiler tanah di bawah tempat penjemuran, atau suhu di lingkungan penjemuran turun pada malam hari.

Cara penjemuran jagung yang umum dilakukan petani adalah: (a) dikeringkan langsung bersama tongkol setelah panen; (b) dikeringkan setelah dirontok atau dipisahkan dari janggal; (c) tongkol dikupas dan dikeringkan terlebih dahulu selama dua hari untuk mencapai kadar air <20%, dirontok, kemudian dikeringkan lagi; (d) penundaan pengeringan dan jagung langsung dikarungkan, disimpan 1-2 hari, dipipil dan dijual; (e) tanpa dikeringkan (Dharmaputra *et al.* 1996, Prastowo *et al.* 1998). Cara pengeringan di beberapa sentra produksi jagung di Indonesia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Cara pengeringan jagung oleh petani di beberapa sentra produksi.

Cara pengeringan	Kediri Jatim	Bulukumba Sulsel	Lampung	Tanah Laut Kalsel	Gorontalo
Dikeringkan langsung bersama tongkol setelah panen	✓	✓	✓	-	✓
Dikeringkan setelah dirontok atau dipisahkan dari tongkol	✓	✓	✓	-	✓
Dikeringkan dengan tongkol terlebih dahulu selama dua hari untuk mencapai kadar air <20%, dirontok kemudian dikeringkan lagi	✓	✓	-	-	✓
Penundaan pengeringan dan jagung langsung dikarungkan, disimpan 1-2 hari, dipipil dan dijual	-	-	-	✓	-
Tanpa dikeringkan	-	-	✓	✓	-

Sumber: Firmansyah *et al.* (2005)

Fasilitas Penjemuran

Penjemuran jagung langsung di lapang dengan bantuan sinar matahari umumnya diberlakukan pada tongkol yang masih berkelobot maupun yang sudah dikupas kelobotnya. Efektivitas penjemuran bahan ditentukan oleh: (a) tingkat pengeringan, (b) lokasi penjemuran, dan (c) posisi bahan dari penyinaran matahari (Muhlbauer 1983).

Beberapa fasilitas penjemuran yang ada di tingkat petani adalah: (a) tanpa alas jemur, bahan langsung dikeringkan di atas tanah atau di tepi jalan aspal, (b) anyaman bambu, (c) lembaran plastik atau terpal, dan (d) lantai jemur. Penjemuran tanpa alas, murah dan mudah dilakukan petani. Tempat penjemuran yang dipilih umumnya di tepi jalan beraspal. Kelemahan cara penjemuran ini adalah mengganggu pengguna jalan dan tercampurnya bahan oleh benda asing (kerikil, tanah atau kotoran) sehingga menurunkan kualitas bahan. Hasil survei terhadap 60 petani responden di Lampung menunjukkan 9,3% petani menjemur jagung tanpa alas. Di Kediri tidak satu pun petani responden yang menjemur jagung tanpa alas (Dharmaputra *et al.* 1996, Prastowo *et al.* 1998). Menjemur tanpa alas menyebabkan jagung tercampur dengan benda asing sehingga menurunkan harga jual atau memerlukan tambahan biaya untuk memisahkan campuran kotoran (Prastowo *et al.* 1998).

Penjemuran dengan alas anyaman bambu didapatkan benda asing 7,7% dan 1,2% masing-masing di Lampung dan Kediri (Dharmaputra *et al.* 1996). Penjemuran dengan alas plastik atau terpal masih banyak dilakukan petani di Lampung (13,9%) dibanding dengan petani di Kediri (2,4%). Petani di

Kediri lebih banyak menggunakan alas plastik atau terpal untuk menjemur jagung yang masih dalam bentuk gelondongan. Penjemuran dalam bentuk gelondongan dilakukan selama dua hari, kemudian dipipil dan dijemur lagi dalam bentuk pipilan selama dua hari. Penggunaan alas plastik lebih disenangi karena mudah diperoleh dan mudah dilipat. Cara lain yang dilakukan oleh petani adalah menjemur jagung dalam karung plastik selama satu hari, kemudian dipipil (Prastowo *et al.* 1998).

Pengeringan jagung di lantai jemur banyak diminati petani karena konstruksi pembuatan dan pengoperasiannya mudah dan relatif lebih cepat kering dibanding menggunakan alas tikar plastik. Ukuran luas lantai jemur dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan dan biaya pembuatan, namun yang penting diperhatikan adalah dimensi lebar dan tebal lantai tempat menaruh bahan yang dikeringkan.

Kelemahan dari lantai jemur adalah memerlukan lahan yang cukup luas, sesuai dengan jumlah bahan yang akan dikeringkan. Selain itu, cara penjemuran ini tidak efektif digunakan pada musim hujan. Ketebalan bahan yang disarankan adalah 10-15 cm. Pengeringan biji pipilan dengan cara penjemuran pada musim kemarau memerlukan waktu 6,5 jam untuk menurunkan kadar air biji dari 15% ke 13% .

Pengeringan dengan Alat Mekanis

Pengeringan secara mekanis adalah pengeringan dengan bantuan alat pengering yang dioperasikan secara mekanis. Beberapa alat pengering mekanis yang banyak dijumpai adalah: (a) alat pengering dengan sumber panas energi bahan bakar minyak (solar, minyak tanah); (b) alat pengering dengan sumber panas energi bahan bakar limbah pertanian; (c) alat pengering dengan sumber panas energi sinar matahari.

Beberapa alat pengering mekanis yang telah dirancang di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3. Kapasitas pengeringan masing-masing alat berkisar antara 2-15 ton setiap pengoperasian.

Tabel 3. Alat pengering jagung yang banyak digunakan di Indonesia.

Jenis alat	Kapasitas (ton)	Penurunan kadar air (%)	Lama pengeringan (jam)	Kebutuhan bahan bakar (kg/jam)	Suhu pengering (°C)
Model sumur	1,2 (tongkol)	38-17	14	14 (tongkol)	68,5
Model LSU	5-13 (pipil)	30-17	7	-	80
MPS-15	5 (pipil)	-	14-15	Minyak tanah	70-80

Sumber: Syarief dan Kumendong (1997).

Alat Pengering dengan Sumber Panas Matahari dan Tongkol Jagung/ Kayu Bakar

Alat pengering mekanis dengan sumber panas matahari dan tongkol jagung/ kayu bakar merupakan hasil rekayasa Pusat Penelitian Kopi dan Kakao yang digunakan untuk mengeringkan kopi dan kakao. Dalam perkembangannya, alat pengering ini telah dimodifikasi untuk pengeringan jagung (Gambar 2). Kapasitas pengeringannya adalah 5-10 ton biji atau tongkol untuk setiap kali pengeringan. Pengering sumber panas matahari hanya dioperasikan pada siang hari, sedangkan pengeringan dengan bahan bakar kayu dioperasikan pada malam hari atau apabila cuaca mendung. Penggunaan tongkol jagung sebagai bahan bakar harus diselang-seling dengan kayu bakar untuk mengurangi terjadinya penyumbatan pada tungku pembakaran.

Bangunan pengering terdiri atas lantai semen dengan ukuran 14 m x 12 m. Lantai semen dibuat dengan ketinggian 15-20 cm di atas permukaan tanah agar terhindar dari genangan air. Bagian tepi lantai dibuat dengan kemiringan 5° untuk mengalirkan air. Ukuran luas atap bangunan adalah 10 m x 12 m. Atap bangunan merupakan komponen utama alat pengering energi surya yang berfungsi sebagai kolektor tenaga surya. Arah pemasangan atap adalah Utara-Selatan dengan sudut kemiringan atap 25° dan terpasang pada kedua sisi bangunan. Kolektor dirancang dengan sistem modul dengan jumlah 32 modul. Masing-masing modul berukuran panjang 600 cm, lebar 75 cm, dan tebal 3 cm dengan urutan susunan modul dari



Gambar 2. Konstruksi alat mesin pengering jagung dengan sumber panas matahari dan pembakaran tongkol jagung/kayu.

atas: (1) plat seng dicat hitam (sebagai absorber panas), (2) *glasswool* (sebagai isolator panas), (3) lembaran kertas aluminium, dan (4) kawat ram kasa (ukuran 1 cm x 1 cm) sebagai penguat. Modul kolektor apabila dilihat dari bawah tampak sebagai plafon (*ceiling*). Udara panas dari modul kolektor energi surya disalurkan ke ruang pengering melalui saluran mendatar sepanjang 12 m dan dialirkan ke bawah melalui saluran tegak sepanjang 6,0 m. Pengaliran udara ke arah bawah dan yang masuk ke plenum mengikuti sistem pengaliran paksa arah bawah (*downdraft circulation force*), dibantu dengan kipas penarik. Kedua saluran udara (datar dan tegak) mempunyai luas penampang yang sama yaitu 1,0 m² yang disambungkan langsung ke kotak plenum pengering (Prabowo *et al.* 2000).

Kapasitas ruang penyimpanan pengering ini setiap kali pengumpulan adalah 1,0 m³ potongan kayu dengan panjang maksimum 50 cm. Pembakaran diawali dengan menyulutkan api ke dalam tumpukan kayu di bagian bawah, di atas celah jalur api. Pada saat kayu mulai menyala, kipas dihidupkan sehingga udara pembakaran secara perlahan dihembuskan ke dalam tungku dengan arah aliran ke bawah. Tekanan udara di bagian bawah ruang pembakaran lebih rendah dari tekanan udara luar. Karena itu, jalur api tertarik ke bawah. Selama proses pembakaran berlangsung, kayu di dalam ruang tungku akan bergerak turun secara perlahan. Agar nyala api tidak terputus, tongkol jagung/kayu bakar harus diumpukan setiap 15-20 menit seberat 10-15 kg, untuk mencapai suhu pengeringan 40-45°C (suhu pengeringan untuk konsumsi benih), bergantung pada jenis dan kadar air bahan bakar.

Konsumsi kayu bakar untuk pengeringan 5,0 ton biji jagung berkisar antara 180-200 kg untuk kebutuhan pengeringan selama 12 jam. Kombinasi sumber panas tersebut secara serial (siang-malam bergantian) maupun paralel (siang/malam bersamaan) mampu menghasilkan udara panas antara suhu 50-60°C. Panas dari tungku bakar dialirkan melalui pipa pemindah panas (*heat exchanger*) yang terpasang dalam kotak pemanas. Pipa pemindah panas berfungsi untuk memanaskan udara lingkungan yang kemudian digunakan sebagai media pengering (pemanasan tidak langsung). Pemanasan secara tidak langsung dapat menghindari kontaminasi asap dan gas hasil pembakaran ke dalam media pengering.

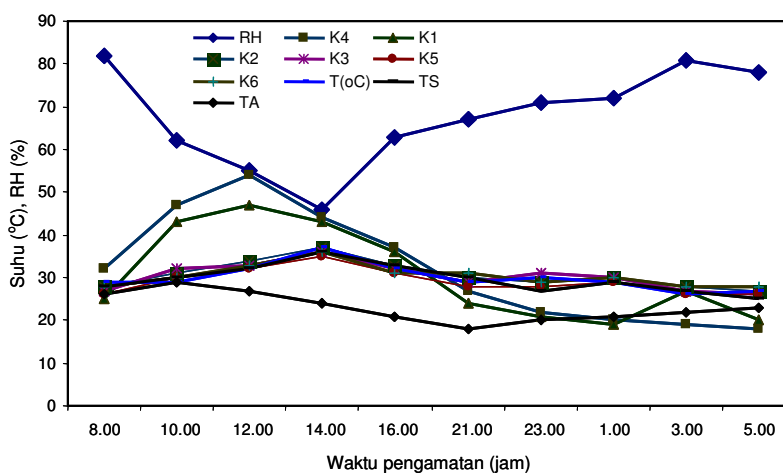
Alat pengering jagung dengan sumber panas matahari dan tungku bakar tongkol jagung/kayu telah dioperasikan untuk mengeringkan jagung dalam bentuk tongkol atau biji oleh Balitsereal sejak MK 1999 untuk keperluan benih maupun untuk pangan dan pakan. Rata-rata suhu pengering tersebut pada jam 08:00-16:00 berkisar antara 30-45°C, kemudian mengalami penurunan sampai 25°C pada pukul 17:00. Suhu udara pada kotak pengering yang diamati pada panel kolektor panas bagian atap bangunan pengering (T-k) dan saluran udara pemanas (T-s) masing-masing 30°C dan

55°C. Kelembaban nisbi udara (RH) yang tercatat selama pengamatan berkisar antara 80-100% dengan suhu lingkungan (*ambient*) 21-35°C. Suhu maksimum pada kotak pengering T1-T6 cocok untuk pengeringan jagung untuk benih, dengan kisaran suhu 40-45°C.

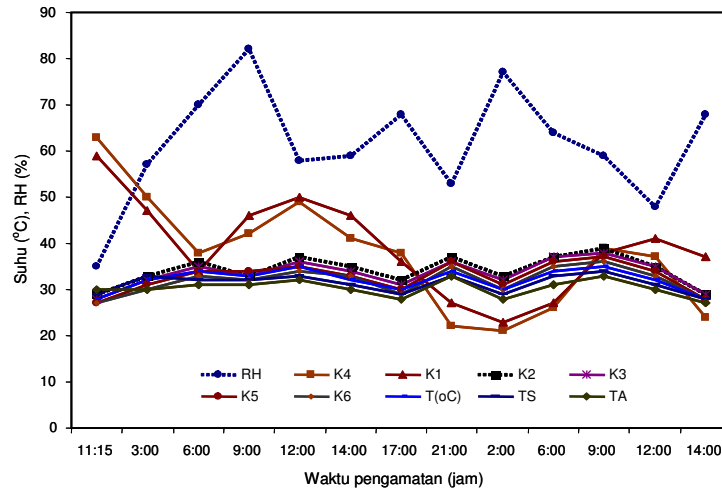
Pola sebaran suhu yang terjadi pada alat pengering sumber panas matahari dan tungku pembakaran dengan bahan bakar tongkol jagung terlihat pada Gambar 3. Sebaran suhu berkisar antara 30-40°C. Variasi sebaran suhu pada alat pengering ini sangat kecil (1-3°C), karena dalam plenum telah dipasang pengarah aliran panas yang masuk ke kotak pengering.

Pola penurunan kadar air jagung bertongkol varietas Pioneer 11, 12, dan 13 dapat dilihat pada Gambar 4. Kadar air awal sampel jagung berkisar antara 35-42%. Jagung yang dikeringkan pada kotak pengering selama 33 jam dengan suhu rata-rata 40°C mengalami penurunan kadar air $\pm 5\%$.

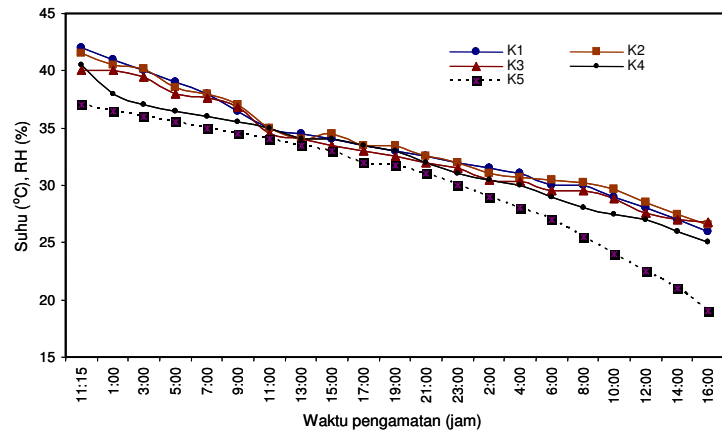
Pola sebaran suhu pada kotak pengering apabila menggunakan sumber panas minyak tanah disajikan pada Gambar 5. Suhu dalam kotak pengering dipertahankan pada kisaran 40-45°C (suhu pengeringan untuk benih). Pada alat pengering dengan bahan bakar minyak tanah, variasi suhu pada kotak pengering 1-7 mencapai $\pm 10^\circ\text{C}$ dan pola sebaran suhu tidak merata, makin jauh dari kompor makin tinggi suhu. Pengamatan suhu pada titik kotak enam (K6) dan K2 serta titik di dekat tungku (K3, K5, K7) menunjukkan bahwa suhu pada bagian arah kiri kotak pengering lebih tinggi dibanding sebelah kanan. Hal ini diduga karena perputaran kipas *blower* (searah perputaran jarum jam) terhalang oleh pengarah aliran panas di depannya



Gambar 3. Pola sebaran suhu pada kotak pengering jagung dengan sumber panas sinar matahari dan tungku pembakaran tanpa bahan (Prabowo *et al.* 2000).



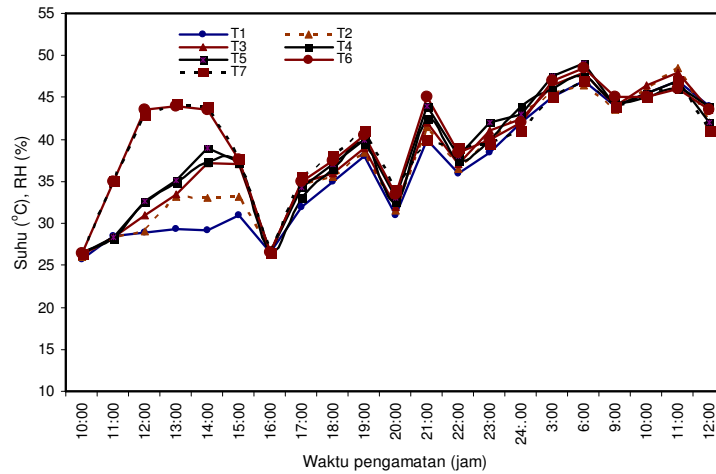
Gambar 4. Pola sebaran suhu dan RH pada kotak pengering jagung dengan sumber panas sinar matahari dan tungku pembakaran dengan bahan (Prabowo *et al.* 2000).



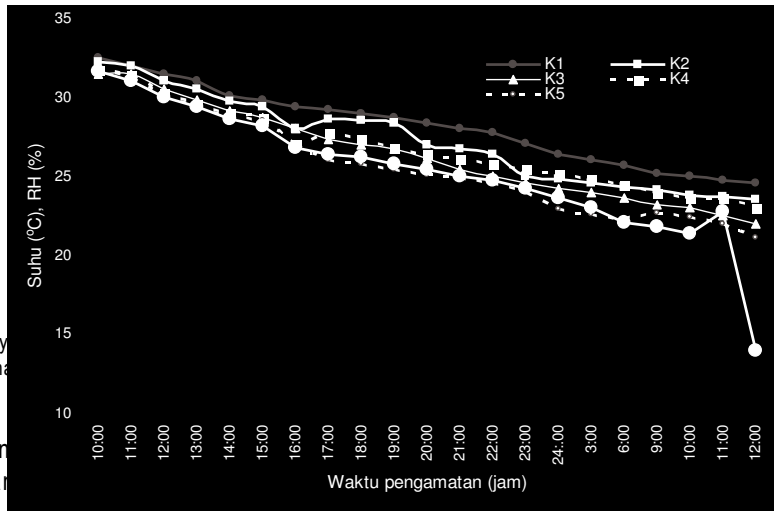
Gambar 5. Penurunan kadar air biji jagung yang dikeringkan dengan sumber panas sinar matahari dan tungku pembakaran (Prabowo *et al.* 2000).

yang mempunyai kisi-kisi berlawanan arah perputaran jarum jam, sehingga arah aliran panas yang masuk berlawanan arah dengan hembusan kipas. Sebaran suhu yang tidak merata menyebabkan adanya fenomena *hot-spot*, yaitu tidak seragamnya penurunan kadar air biji yang dikeringkan. Ketidaksamaan kandungan air biji dalam satu siklus proses pengeringan menyebabkan kualitas biji jagung tidak seragam.

Pola penurunan kadar air biji pada alat pengering yang menggunakan sumber panas minyak tanah terlihat pada Gambar 6. Kadar air awal biji



Gambar 6. Pola sebaran suhu alat-mesin pengering jagung dengan sumber panas minyak tanah (Prabowo *et al.* 2000).



Gambar 7. Laju penurunan kadar air jagung dengan sumber panas minyak tanah

pada tongkol adalah 32%, kemudian pada proses pengeringan dengan variasi penurunan

Alsin Pengering Jagung tanpa Pembalikan Biji

Untuk mengurangi tenaga pembalikan biji jagung pada saat pengeringan telah dirancang alat pengering model PTP-4K-Balitsereal. Alat pengering

Tabel 4. Pengering jagung model PTP-4K-Balitsereal.

Uraian	Nilai
Kapasitas (kg/sekali proses)	2.000
Laju pengeringan(% kadar air biji/jam)	0,80
Efisiensi pengeringan (%)	88,88
Perbedaan kadar air biji antara di lapisan bawah & atas (%)	0,05-0,2
Jumlah tenaga pembalikan biji (orang)	0
Sumber panas dari pembakaran	Kayu/janggal
Biaya pokok pengeringan (Rp/kg)	73*)

*) Perhitungan pada tahun 2004
 Sumber: Firmansyah *et al.* (2004)

tersebut diuji untuk mengeringkan benih jagung varietas Lamuru dengan biaya pokok Rp 73/kg (Tabel 4) dan diharapkan dapat mendukung sistem perbenihan berbasis komunitas.

PEMIPILAN

Pemipilan biji jagung berpengaruh terhadap butir rusak, kotoran, dan membantu mempercepat proses pengeringan. Proses pemipilan akan berlangsung dengan mudah dan kualitas pipilan tinggi apabila tanaman sudah mencapai umur panen yang ditentukan dan kadar air biji pada saat panen rendah (<18%). Seperti kegiatan pengeringan, pemipilan jagung dapat dilakukan secara manual dengan tangan atau secara mekanis dengan bantuan alat-mesin.

Pemipilan secara Manual

Pemipilan secara manual dilakukan dengan cara memipil biji satu per satu dari tongkolnya, baik dengan tangan maupun dengan bantuan alat sederhana. Pemipilan biji dengan tangan tidak akan terjadi kerusakan fisik biji meskipun pada saat pemipilan kadar air biji tinggi (>30%). Cara pemipilan dengan tangan banyak dilakukan untuk penyediaan benih. Kerugian dari cara ini adalah memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan banyak tenaga kerja, mencapai 9 HOK/ha.

Cara lain yang banyak dilakukan petani untuk memipil jagung pada saat kadar air biji masih tinggi adalah dengan memasukkan jagung ke dalam kantung, kemudian didiamkan selama 24 jam, lalu jagung yang masih berada di dalam kantung tersebut dipukul-pukul. Cara pemipilan dengan bantuan alat sederhana ini menyebabkan banyak biji yang rusak, terutama pada saat kadar air biji masih tinggi.

Pemipilan dengan alat sederhana yang lain adalah menggunakan alat gosok berupa papan kayu yang dipasang paku sebagai alat pencongkel biji jagung agar terlepas dari tongkolnya. Kapasitas kerja alat gosok berkisar antara 8-12,5 kg/jam/operator pada kondisi kadar air biji >25% dengan persentase biji rusak 6-9%.

Alat pemipil jagung yang mudah dipindah-pindah (*mobile*) dengan tenaga gerak manusia (Ramapil) telah dikembangkan oleh Balitkabi. Menyerupai becak, silinder perontok biji digerakkan dengan cara mengayuh. Kapasitas kerja Ramapil 400-500 kg jagung tongkol/jam. Alat pemipil jagung rancang bangun Balitkabi terdiri atas tiga tipe, yaitu tipe F11.223 dengan tenaga penggerak putar tangan, tipe F11.223 dengan tenaga penggerak injak, dan tipe F11.223 dengan tenaga penggerak kayuh pedal. Masing-masing alat mempunyai kapasitas kerja 191,9 kg/jam/orang (laki-laki) untuk tenaga gerak putar tangan, 114,9 kg/jam/orang (wanita) dengan tenaga gerak kayuh pedal.

Pemipilan secara Mekanis

Beberapa alat pemipil jagung bertenaga gerak enjin atau motor listrik telah dibuat oleh bengkel alat dan mesin pertanian di pedesaan, industri lokal, lembaga penelitian, dan perguruan tinggi. Sebagian besar alat pemipil yang ada di pasar saat ini hanya cocok untuk pemipilan jagung dengan kadar air <18%. Pemipil jagung bertenaga gerak enjin yang banyak digunakan petani di Jawa Timur menunjukkan tingkat kerusakan biji 18-21% untuk jagung dengan kadar air 32,5-35% pada putaran silinder perontok 600 rpm. Tingkat kerusakan biji tersebut melebihi standar yang ditetapkan oleh BULOG, yaitu 3%. Kapasitas kerja pemipil jagung bertenaga gerak enjin berkisar antara 0,8-1,2 t/jam.

Alat pemipil jagung bertenaga enjin 8-10 HP sudah banyak digunakan petani di sentra produksi jagung di Kediri dan Pare (Jawa Timur). Kapasitas pemipil tersebut \pm 2 ton jagung tongkol per jam dengan rendemen biji pipilan 70-80% pada kadar air biji <18%. Biaya pemipilan adalah Rp 4.000/ton. Janggal jagung dapat dijual sebagai bahan bakar atau campuran pakan ternak dengan harga Rp 10-15/kg. Rendemen janggal berkisar antara 200-300 kg untuk setiap ton jagung gelondong basah.

Balitsereal telah mengembangkan alat pemipil jagung model TH6-M2 dengan tenaga penggerak motor 5,5 HP atau motor listrik. Alat pemipil TH6-M2 juga dapat digunakan untuk merontok padi dan kedelai. Kinerja pemipil TH6-M2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kinerja alat pemipil TH6-M2 untuk jagung tongkol dan berkelebot.

Bentuk jagung	Putaran silinder perontok (rpm)	Kapasitas kerja (kg/jam)	Kebutuhan bahan bakar (l/jam)	Rendemen (%)
Tongkol	380	854	1,02	78,7
Berkelebot	420	581	1,25	70,0

Sumber: Lando dan Prastowo (1990)

Balitskabi juga telah merancang alat pemipil jagung bertenaga gerak enjin 7 HP yang diberi nama SENAPIL. Kapasitas kerja efektif SENAPIL untuk memipil jagung tongkol dengan diameter >5,0 cm adalah 1,1 t/jam. Untuk jagung tongkol berdiameter <5 cm dan >25 cm masing-masing 1,3 t dan 0,8 t/jam. Efisiensi pemipilan SENAPIL mencapai 99,96% dengan tingkat kerusakan biji 6% pada kadar air 15,5% basis basah (Tastra 1996).

Balitsereal telah memodifikasi mesin pemipil model PJ-M1 yang dilengkapi dengan komponen pengayak (Gambar 8). Komponen pengayak tersebut dimaksudkan untuk memisahkan biji jagung dengan serpihan tongkol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa biji jagung yang dipipil dengan PJ-M1 telah memenuhi persyaratan SNI pada kadar air biji 15% saat pemipilan. Biaya pemipilan dengan mesin pemipil model PJ-M1 lebih murah (Rp 25/kg) dibanding mesin pemipil yang digunakan oleh umumnya petani (Rp 30/kg).

Tabel 6. Kinerja pemipil jagung model PJ-M1 Balitsereal.

Uraian	Alat pemipil			Standar mutu SNI**)		
	Manual	Alsin di tingkat petani	PJ-M1*)	M 1	M 2	M 3
Kapasitas kerja	20 kg/jam/org	1 t/jam	1,4 t/jam	-	-	-
Biaya pemipilan	Rp 50/kg	Rp 30/kg	Rp 25/kg	-	-	-
Kualitas pipilan						
• Biji pecah (%)	-	3,7	0,2	1,0	2,0	3,0
• Biji tidak terpipil (%)	-	4,2	0,1	-	-	-
• Kotoran (%)	-	6,5	0,2	1,0	1,0	2,0

*) Saat dipipil kadar air biji 15%

**) M1, M2, M3 = Mutu 1, Mutu 2, Mutu 3

Sumber: Subandi *et al.* (2003)



Gambar 8. Alsin pemipil jagung model PJ-M1-Balitsereal (Subandi *et al.* 2003).

PENYIMPANAN

Fasilitas penyimpanan sangat diperlukan di sentra produksi jagung yang letaknya jauh dari industri pakan dan pangan. Adanya fasilitas yang memadai akan membantu petani dalam mendapatkan penawaran harga yang lebih baik.

Dalam proses penyimpanan, biji jagung masih mengalami proses pernafasan dan menghasilkan karbondioksida, uap air, dan panas (Champ and Highley 1986). Apabila kondisi ruang simpan tidak terkontrol maka akan terjadi kenaikan konsentrasi air di udara sekitar tempat penyimpanan, sehingga memberikan kondisi ideal bagi pertumbuhan serangga dan cendawan perusak biji. Pengaruh negatif lanjutan dari kenaikan suhu dan konsentrasi uap jenuh udara adalah meningkatnya proses respirasi dengan akibat sampingan makin meningkatnya suhu udara di ruang penyimpanan, yang akan mempercepat proses degradasi biji.

Penyimpanan jagung dapat berlangsung lama tanpa menurunkan kualitas biji apabila terjadi keseimbangan kondisi simpan antara kelembaban udara relatif lingkungan dengan kandungan air biji pada kondisi suhu tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa pada suhu ruang simpan 28°C, kelembaban udara nisbi 70%, dan kadar air 14%, biji jagung masih mempunyai daya tumbuh 92% setelah disimpan selama enam bulan, sedangkan pada suhu simpan 38°C daya tumbuh benih menurun menjadi 81%.

Harga jagung umumnya rendah pada musim panen raya karena produksi yang berlebihan. Petani tidak dapat menunda penjualan jagungnya, karena tidak memiliki fasilitas penyimpanan yang memadai. Mereka umumnya menyimpan jagung dalam jumlah kecil, untuk keperluan benih dan konsumsi keluarga. Alat penyimpan berupa silo (Gambar 9) dari kayu yang berlapis seng di dinding bagian dalamnya dengan kapasitas satu ton dapat menyimpan benih/biji jagung sampai delapan bulan dan terhindar dari serangan kumbang bubuk *Sitophilus zeamays* (Tabel 7). Daya berkecambah benih masih di atas 80% setelah disimpan selama delapan bulan.

Dengan menyimpan selama beberapa bulan saja, petani akan memperoleh tambahan pendapatan karena harga jagung biasanya meningkat beberapa bulan setelah panen raya. Sebelum disimpan, biji/benih sebaiknya dikemas terlebih dahulu dalam kantong plastik, kemudian baru disimpan dalam fasilitas penyimpan yang terbuat dari bahan kayu atau multiplek.



Gambar 9. Alat penyimpanan biji/benih jagung yang terbuat dari kayu berlapis seng (Baco *et al.* 2000).

Tabel 7. Populasi kumbang bubuk *S. zeamays* per 250 g biji jagung pada beberapa alat penyimpanan.

Alat simpan	Populasi <i>S. zeamays</i> (ekor/250 g biji)				
	0 bulan	2 bulan	4 bulan	6 bulan	8 bulan
Silo kayu berlapis seng	0	0,50	1	0	0
Silo asbes	0	4	5,25	0,75	3,50
Jerigen plastik	0	0	0	0	0
Karung jumbo plastik	0	0	2,75	0	0
Cara petani (tongkol berkelobot)	0	7,25	12	13,75	6

Sumber: Baco *et al.* (2000)

STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) MUTU JAGUNG

SNI telah menetapkan standar mutu untuk produk jagung, baik untuk pangan maupun pakan. Penetapan standar mutu jagung dilakukan berdasarkan berbagai kriteria seperti warna dengan ketentuan dan penggunaan sebagai berikut:

- Warna : - Jagung kuning apabila sekurang-kurangnya 90% bijinya berwarna kuning
 - Jagung putih apabila sekurang-kurangnya 90% bijinya berwarna putih
- Penggunaan : - Benih
 - Nonbenih

Klasifikasi dan penentuan standar mutu jagung dibagi atas dua persyaratan yaitu persyaratan umum dan khusus (Warintek 2007).

Syarat umum standar mutu jagung:

- Bebas dari hama penyakit
- Bebas bau busuk, asam, atau bau asing lainnya
- Bebas dari bahan kimia seperti insektisida dan fungisida
- Memiliki suhu normal

Syarat khusus standar mutu jagung dapat dilihat pada Tabel 8.

Beberapa negara, seperti Cina, Malaysia, dan Singapura telah menerapkan standar batas maksimum mikotoksin dalam biji jagung seperti disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Syarat khusus mutu jagung menurut SNI.

Parameter	Mutu			
	I	II	III	IV
Kadar air maksimum (%)	14	14	15	17
Butir rusak maksimum (%)	2	4	6	8
Butir warna lain maksimum (%)	1	3	7	10
Butir pecah maksimum (%)	1	2	3	3
Kotoran maksimum (%)	1	1	2	2

Sumber: Warintek (2007)

Tabel 9. Standar batas maksimum kandungan mikotoksin pada biji jagung di beberapa negara.

Negara	Batas maksimum mikotoksin (ppb)
Cina	20
Malaysia	35 (bahan pangan)
Singapura	5
Indonesia	-

Sumber: Darmaputra (2005)

DAFTAR PUSTAKA

- Baco, D., M. Yasin, J. Tandiang, S. Saenong, dan T.M. Lando. 2000. Penanggulangan kerusakan biji jagung oleh hama *S. zeamays* dengan berbagai alat/cara penyimpanan. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 19:1-5.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. Drying cereal grains. The A VI Publishing Co. Inc, West Port. USA.
- Champ, B.R. and Highley. 1986. Technological change in postharvest handling and transportation of grains in humid tropics. The International Seminar, Bangkok, Thailand. 10-12 September 1986.
- Dharmaputra, O. S. 2005. Kontaminasi mikotoksin pada bahan pangan dan pakan di Indonesia. Makalah disampaikan pada Simposium Mikotoksin dan Mikotoksis. Jakarta, 30 Juli 2005.
- Dharmaputra, O.S., I. Retnowati, H.K. Purwadaria, and M. Sidik. 1996. Survey on postharvest handling, *A. flavus* infection, and aflatoxin contamination of maize collected from farmers and traders. In: B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Bulk handling and storage of grain in

the humid tropics. Proc. of an International Workshop held at Kuala Lumpur, Malaysia, 6-9 October 1987, p. 58-68.

- Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, dan Y. Sinuseng. 2006. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan produk biji jagung berskala industri dan ekspor. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 1-15.
- Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, dan Y. Sinuseng. 2005. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan produk biji jagung berskala industri dan ekspor. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 20-25.
- Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, Y. Sinuseng, F. Koes, dan J. Tandiang. 2004. Teknologi pascapanen primer jagung dan sorgum untuk pangan, pakan, benih yang bermutu dan kompetitif. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 1-35.
- Handerson, S.M and R.L. Perry. 1982. Agricultural process engineering. Third edition. The AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut.
- Lando, T.M. dan B. Prastowo. 1990. Penelitian penampilan perontok multikomoditi. Hasil Penelitian Mekanisasi dan Teknologi. 10:93-101.
- Muda, B.A.R., I. Abas, B.M. Nour, and R. Abdullah. 1988. Sealed storage of milled rice under carbon dioxide. *In: B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Bulk handling and storage of grain in the humid tropics. Proc. of an International Workshop held at Kuala Lumpur, Malaysia, 6-9 October 1987, p. 189-196.*
- Muhlbauer, W. 1983. Drying of agricultural products with solar energi. Proceedings of Technical Consultation of European Cooperative Network on Rural Energy, Tel. Aviv, Israel. 3:29-36.
- Prabowo, A., Y. Sinuseng, dan IGP. Sarasutha. 2000. Evaluasi alat pengering jagung dengan sumber panas sinar matahari dan pembakaran tongkol jagung. Hasil Penelitian Kelti Fisiologi. Balitjas, Maros.
- Prastowo, B., I G.P. Sarasutha, T.M. Lando, Zubachtirodin, B. Abidin, dan R.H. Anasiru. 1998. Rekayasa teknologi mekanis untuk budi daya tanaman jagung dan upaya pascapanennya pada lahan tadah hujan. Jurnal Engineering Pertanian 5(2):39-62.
- Subandi, Zubachtirodin, S. Saenong, W. Wakman, M.Dahlan, M. Mejaya, I.U. Firmansyah, dan Suryawati. 2003. Highligh Balai Penelitian Tanaman Serealia 2002. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 14-16.

- Syarief, R. dan J. Kumendong. 1997. Penanganan panen dan pascapanen jagung dalam rangka peningkatan mutu jagung untuk industri/ ekspor. Seminar Temu Teknis Badan Pengendali Bimas, Departemen Pertanian. Jakarta, 27 Pebruari 1997.
- Tastra, I.K. 1996. Pemipil jagung "SENAPIL", komponen paket supra insus dan pemacu agroindustri dan agribisnis jagung di pedesaan lahan kering. Monograf Balitkabi No. 1-1996.
- Warintek. 2007. Jagung (*zea mays*), klasifikasi dan standar mutu. www.warintek.progressio.or.id. p. 1-3.
- Weibe, L.A. and L.F. Bjeldanes. 1981. Fusarium, a mutagen from fusarium monoliforne grown on corn. *Journal of Food Science* 24. p. 14-24.