

# Teknologi Pascapanen Gandum

Muhammad Taufiq Ratule dan Muhammad Aqil  
*Balai Penelitian Tanaman Serealia*

## PENDAHULUAN

Proporsi terbesar penggunaan gandum dewasa ini adalah untuk pangan. Hal ini menuntut standar mutu produk yang tinggi baik di tingkat perdagangan domestik maupun internasional. FAO (2015) melaporkan bahwa produksi serealia dunia pada tahun 2015 mencapai 2525 juta ton. Terkait dengan itu, Hussein dan Brasel (2001) menyatakan sekitar 25% dari produksi serealia dunia termasuk gandum berpotensi terkontaminasi jamur/mikotoksin sehingga diperkirakan sekitar 500 juta ton produk serealia diperdagangkan untuk pangan dan pakan di seluruh dunia.

Aspek pascapanen memegang peranan penting dalam menghasilkan produk gandum berkualitas dan bebas dari hama penyakit. Penanganan pascapanen merupakan salah satu mata rantai penting dalam usahatani tanaman pangan, termasuk gandum. Gandum yang ditanam pada musim hujan di wilayah tropis dengan kondisi lingkungan yang lembab memudahkan infeksi penyakit yang dapat menyebabkan kehilangan hasil secara signifikan. Beberapa di antara penyakit tersebut langsung merusak malai atau bagian tanaman lainnya sehingga biji menjadi rusak dan jatuh ke tanah (Johnson and Townsend 2009). FAO (1999) melaporkan bahwa kehilangan hasil gandum akibat penanganan pascapanen yang tidak tepat mencapai 25 juta ton setiap tahun dan 46% di antaranya terjadi di negara berkembang.

Di Indonesia luas pertanaman gandum cenderung stagnan sementara laju konsumsi gandum terus meningkat dari waktu ke waktu. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya impor gandum dari tahun ke tahun. Volume impor biji dan tepung terigu pada tahun 2011 mencapai 6,20 juta ton dan meningkat menjadi 7,2 juta ton pada tahun 2012 (USDA 2012). Impor tepung gandum pada tahun 2011 mencapai 680.100 ton dari kebutuhan tepung terigu nasional sekitar 4,7 juta ton, dan pada tahun 2012 meningkat 6% (APTINDO 2013). Hingga tahun 2012, Indonesia merupakan negara importir gandum ketiga terbesar di dunia setelah Mesir dan Uni Eropa.

Direktorat Budi daya Serealia bekerja sama dengan Badan Litbang Pertanian telah merintis pengembangan gandum dengan pendekatan agroindustri dan agribisnis. Hal ini tentu membutuhkan penanganan yang tepat termasuk pascapanen gandum.

Pascapanen gandum terdiri atas serangkaian kegiatan yang dimulai dari panen, pengeringan, perontokan, penyimpanan dan penepungan sebelum diangkut atau dijual. Apabila tidak tertangani dengan baik, hal ini akan menurunkan kuantitas biji akibat infestasi hama penyakit dan rendahnya kualitas

produk karena berubahnya warna dan aroma biji gandum akibat infeksi cendawan/jamur. Melalui penerapan teknologi pascapanen yang baik akan dihasilkan produk yang kompetitif.

Tulisan ini membahas aspek penanganan pascapanen gandum yang meliputi pemanenan, penjemuran/pengeringan, perontokan, pengemasan, penyimpanan dan penepungan.

## PANEN TEPAT WAKTU

Tanaman gandum yang tumbuh pada wilayah dengan kelembaban udara yang tinggi mudah berkecambah dan berjamur sehingga mempengaruhi kualitas hasil panen. Biji yang berkecambah akibat terlambat panen akan menurunkan viabilitas biji/benih gandum serta menurunkan kualitas/sifat adonan dari tepung yang dihasilkan sehingga akan mempengaruhi nilai jual tepung. Oleh karena itu, untuk menekan susut jumlah dan mutu maka panen segera dilakukan setelah biji masak fisiologis (Bloksma and Bushuk 1988).

Waktu panen gandum dapat diketahui dengan berbagai cara, diantaranya: (1) berdasarkan deskripsi varietas tanaman gandum, (2) berdasarkan umur berbunga tanaman, dan (3) melihat ciri-ciri visual tanaman di lapangan. Berdasarkan deskripsi, tanaman gandum mempunyai umur panen berkisar antara 85-134 hari, bergantung pada varietas dan ketinggian tempat/variasi suhu lingkungan. Terdapat kecenderungan bahwa semakin tinggi tempat/elevasi maka umur panen gandum semakin panjang. Gandum varietas Selayar yang mulai banyak dibudidayakan mempunyai umur panen 125 hari. Varietas Guri-3 Agritan, Guri-4 Agritan, dan Guri-5 Agritan yang dilepas Badan Litbang Pertanian pada tahun 2014 mempunyai umur panen 123-126 hari (Aqil dan Rahmi 2014). Selain berpedoman pada deskripsi varietas, waktu panen juga dapat diketahui dengan melihat ciri-ciri visual pada batang, daun dan bulir gandum.

Pemanenan dapat dilakukan setelah terlihat ciri-ciri seperti berubahnya warna daun dari hijau menjadi kuning tua, malai telah merunduk/terkulai ke tanah dan biji telah mengeras. Selain ciri visual, saat panen juga dapat diduga dengan melihat umur berbunga tanaman (biasanya 65-80 hari setelah tanam). Berdasarkan informasi tersebut maka waktu panen gandum yang tepat adalah 55-65 hari setelah tanaman mulai berbunga. Kadar air biji gandum pada saat panen bervariasi antara 18-24% (Mc Neill and Overhults 2014).

Panen sebaiknya dilakukan pada kondisi cuaca cerah untuk memudahkan proses pengeringan. Tinggi tanaman gandum pada saat panen mencapai 90-100 cm. Batang tanaman gandum dipotong sekitar 3-6 cm dari pangkal/bawah batang tanaman menggunakan sabit. Pemanenan gandum juga dapat dilakukan dengan Combine Harvester yang umumnya pada hamparan lahan yang luas. Batang yang telah dipanen selanjutnya dikumpulkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum dirontok. Kehilangan hasil selama pemanenan dipengaruhi oleh jenis alat/mesin yang digunakan. Chaudhry (1979) melaporkan

bahwa kehilangan hasil selama panen gandum relatif kecil, yaitu 0,35%. Namun kehilangan hasil akibat penanganan pascapanen yang tidak tepat bisa mencapai 10-15% (Thaherzadeh and Hojat 2013).

## PERONTOKAN DENGAN MESIN PERONTOK

Perontokan merupakan salah satu tahapan pascapanen gandum yang perlu diperhatikan mengingat kehilangan hasil terbesar pada kegiatan pascapanen gandum adalah pada saat perontokan yang mencapai 1,24% atau sekitar 0,44 kg/kuintal gandum. Mesin perontok padi dapat digunakan untuk merontok gandum tetapi kehilangan hasil tinggi, mencapai 4,5-8,0% (Firmansyah 2010). Oleh karena itu, jenis varietas gandum dan keterampilan operator berperan dalam menurunkan kehilangan hasil pada fase perontokan. Aqil *et al.* (2012) menyatakan bahwa varietas gandum mempunyai karakteristik malai dan biji/gabah yang berbeda dengan tanaman padi, sehingga penggunaan perontok padi untuk merontok gandum berpotensi menghasilkan biji pecah serta biji tidak terontok yang tinggi. Firmansyah (2010) melaporkan varietas Dewata lebih sulit dirontok dibanding varietas lainnya. Setelah dirontok, biji kemudian dibersihkan menggunakan blower untuk memisahkan malai, kulit, dan biji gandum.

Balai Penelitian Tanaman Serealia telah merancang mesin perontok gandum yang diberi nama PG-M1. Mesin perontok gandum ini merupakan modifikasi dari mesin perontok multikomoditas TH-6. Perbaikan atau modifikasi komponen TH-6, yaitu panjang jeruji/gigi pada selinder perontok (*pegtooth*) bertambah 2 cm. Ini dimaksudkan agar biji gandum yang terletak pada malai lebih banyak tergesek oleh gigi perontok. Jarak antara ujung jeruji/gigi perontok dengan penutup selinder perontok dipersempit menjadi 4 cm. Ruang silinder perontok diperpanjang menjadi 111 cm, agar malai dan biji mudah dipisahkan. Selain itu, untuk mengurangi kelelahan operator, tinggi mesin dikurangi 12 cm, sehingga lengan operator tidak terlampau tinggi dalam memasukan malai gandum kedalam ruang selinder perontok. Secara keseluruhan, dimensi PG-M1-Balitsereal lebih ringan dan lebih ramping dibandingkan dengan H-6, sehingga menjadi lebih ramping dan ringan (Tabel 1).

Penggunaan alsin perontok gandum model PG-M1-Balitsereal setelah dimodifikasi meningkatkan kapasitas perontokan menjadi 350,45 kg/jam pada putaran silinder perontok 600-800 rpm dan laju pengumpulan 6-8 kg/menit. Jumlah biji gandum yang rusak dan kehilangan hasil biji pada putaran silinder 600-800 rpm tidak ditemukan. Biji gandum tidak terontok berkisar antara 0,33-0,46%. Kotoran yang didapatkan pada berbagai putaran silinder perontok berkisar antara 4,65-6,21%. Efisiensi perontokan cukup tinggi, yaitu 99,67% (Tabel 2).

Tabel 1. Spesifikasi prototipe mesin perontok gandum PG-M1 Balitsereal.

Uraian	Spesifikasi
<b>Dimensi</b>	
· Panjang (cm)	111
· Lebar (cm)	100
· Tinggi (cm)	118
Jarak antarjeruji/gigi perontok (cm)	5,0
Panjang jeruji/gigi perontok (cm)	7,0
Jarak antara ujung jeruji/gigi perontok dengan penutup silinder perontok (cm)	4
Berat tanpa mesin penggerak (kg)	55
Tipe kipas pembersih (blower)	Sentrifugal
Ukuran daya mesin penggerak (Hp)	5,50
Kapasitas perontokan (kg/jam)	350,45

Tabel 2. Mutu fisik biji hasil perontokan pada berbagai putaran silinder perontok.

Uraian	Putaran silinder perontok (RPM)		
	600	700	800
Biji gandum rusak(%)	0,00	0,00	0,00
Kehilangan hasil (%)	0,00	0,00	0,00
Biji gandum tidak terontok (%)	0,46	0,37	0,33
Kotoran (%)	6,21	5,32	4,65
Efisiensi perontokan (%)	99,54	99,63	99,67
Kebersihan biji (%)	93,29	95,17	97,37



Gambar 1. Prototipe mesin perontok gandum rancangan Balitsereal.

## PEMBERSIHAN BIJI SECARA MEKANIS

Setelah malai dirontok dilakukan pemisahan antara biji gandum, serasah, batu, biji rusak, dan kotoran lainnya dengan alat pembersih biji seperti tampi, kipas/blower atau mesin pembersih mekanis. Pembersihan biji gandum memegang peranan penting dalam menentukan kualitas biji dan keamanan selama penyimpanan. Svec and Hruskova (2010) menyatakan bahwa tujuan pembersihan biji gandum adalah (1) memisahkan gandum dari kotoran organik dan bahan yang bersifat ferromagnetic, (2) menghilangkan dedak dari endosperm biji, (3) standardisasi kadar air biji sebelum digiling.

FAO (1999) menyatakan pembersihan biji secara tradisional dilakukan dengan cara tampi atau keranjang yang diisi biji gandum dan digerakkan sedemikian rupa, sehingga kotoran dan biji yang ringan dan rusak akan terkumpul di pinggir tampi atau keranjang. Pembersihan biji secara tradisional juga dapat dilakukan dengan menjatuhkan biji dari ketinggian tertentu (150-170 cm di atas permukaan tanah), khususnya pada saat angin cukup kencang. Pembersihan model curah tersebut cukup efektif memisahkan kotoran atau benda-benda ringan yang tercampur dalam biji meskipun harus dilakukan beberapa kali sampai didapatkan biji yang bersih.

Pembersihan biji secara mekanis dilakukan berdasarkan ukuran dan sifat aerodinamis bahan. Alat pembersih mekanis umumnya merupakan kombinasi antara pengayakan dan hembusan. Alat pembersih mekanis yang banyak digunakan dalam pembersihan biji adalah air screen cleaner, winnowing mekanis, dan silinder separator (Yulianingsih 2012).

## PENGERINGAN BIJI DENGAN ALAT PENGERING

Pengeringan biji gandum bertujuan untuk menurunkan kadar air biji agar aman disimpan. Pengeringan dilakukan sampai kadar air biji turun di bawah 14% selama 48 jam untuk menjaga kualitas biji. Selama pengeringan berlangsung terjadi proses penguapan air pada biji karena adanya panas dari media pengering, sehingga uap air akan lepas dari permukaan biji ke ruangan di sekeliling tempat pengering (Brooker *et al.* 1974).

Penurunan kadar air biji gandum sebelum penyimpanan bertujuan untuk menghindari terjadinya perkecambahan (*sprouting*) dan pembusukan (*spoilage*) biji. Pengeringan biji-bijian dianjurkan sampai kadar air 10-12% sebelum disimpan, agar tidak mudah terserang hama dan terkontaminasi cendawan/jamur, serta mempertahankan volume dan bobot bahan sehingga memudahkan penyimpanan (Handerson and Perry 1982).

Biji gandum mempunyai tingkat ketahanan terhadap laju pengeringan yang tinggi dibandingkan dengan jagung. Walaupun gradient penurunan kadar air gandum lebih tinggi dibanding jagung namun tingkat kerusakan/stress biji gandum akibat pengeringan tidak sebesar biji jagung (Nellist and Bruce 1995).

Pengeringan biji gandum tidak boleh dilakukan dalam jumlah besar sekaligus karena akan mengganggu proses pengeringan dan pengeringan tidak merata sehingga menurunkan kualitas biji gandum (Mc Nell and Overhults 2014). Perubahan suhu pengeringan yang mendadak juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada biji gandum yang berdampak langsung pada mutu yang dihasilkan (Brooker *et al.* 1981). Suhu maksimum mesin pengering yang dianjurkan untuk pengeringan gandum bergantung peruntukan, untuk benih suhu pengeringan maksimum 60°C, untuk bahan pangan 60-65°C, dan untuk pakan ternak maksimum 80-100°C. Jayas dan Ghost (2006) menyatakan bahwa untuk mempertahankan sifat tepung, khususnya untuk roti, pengeringan harus dilakukan pada suhu dibawah 60°C.

Pengeringan biji-bijian khususnya yang menggunakan peralatan mekanis juga menyebabkan terjadinya perubahan warna bahan. Laju perubahan warna bahan berbanding lurus dengan lama proses pengeringan (Culver and Wrolstad 2008). Warna biji dapat menjadi salah satu indikasi lama proses pengeringan biji gandum.

Gandum yang ditanam di Indonesia umumnya dalam skala kecil di Pasuruan, Malino, dan Timor Tengah Selatan. Cara pengeringan gandum di tingkat petani di daerah tersebut adalah menjemur dengan sinar matahari. Penjemuran gandum langsung di lapang dengan bantuan sinar matahari umumnya dilakukan pada malai atau biji sebelum disimpan. Efektivitas penjemuran ditentukan oleh: (1) ketebalan lapisan pengeringan, (2) suhu dan lama pengeringan, (3) bulk density, dan (4) frekuensi pembalikan (FAO 1999, Muhlbauer 1983). Lama penjemuran gandum bervariasi antara 3-5 hari dengan asumsi kondisi cuaca cerah. Dengan kisaran waktu tersebut, kadar air biji akan turun dengan laju penurunan 0,7-1%/hari (Broker *et al.* 1974).

Pengeringan secara mekanis atau menggunakan alat pengering dioperasikan secara mekanis. Beberapa alat pengering mekanis adalah: (a) alat pengering dengan sumber panas energi bahan bakar minyak (solar, minyak tanah, premium); (b) alat pengering dengan sumber panas energi bahan bakar limbah pertanian; (c) alat pengering dengan sumber panas sinar matahari.

Alat pengering jagung juga dapat digunakan untuk mengeringkan gandum, hanya perlu memperhatikan laju aliran udara pengeringan dan ketebalan tumpukan. Laju dan durasi pengeringan dipengaruhi oleh dua faktor penting, yaitu jumlah aliran udara/panas yang dialirkan dan kapasitas mengikat air dari udara. Pengeringan tipe *flat bed* memerlukan laju udara pengeringan berkisar antara 0,5-1,5 m<sup>3</sup>/detik per meter kubik biji gandum yang dikeringkan, sedangkan

Table 3. Kesesuaian sistem pengeringan gandum berdasarkan kadar air biji.

Sistem pengeringan	Kadar air biji (%)
Pengeringan cepat	21-24
Pengeringan bak terbuka	15-20
Bak terbuka tanpa sumber panas	Di bawah 15

untuk pengeringan dengan sistem kontinu memerlukan laju aliran udara 1,5-2,5 m<sup>3</sup>/detik per meter kubik biji gandum (Samuel *et al.* 2003 ).

Ghost *et al.* (2006a) menyatakan bahwa selama pengeringan berlangsung terjadi pergerakan uap air dari endosperm menuju bagian kecambah (germ) melalui sel yang berbentuk seperti ibu jari dari lapisan epitelium dan selanjutnya keluar dari biji. Ghost (2006b) lebih lanjut melaporkan bahwa laju pergerakan uap air pada bagian endosperm biji lebih tinggi dibandingkan dengan bagian kecambah. Laju penguapan air dari biji dapat diketahui dari model pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*) menggunakan hukum ke dua Fiks tentang proses difusi uap air (Mohapatra and Rao 2005).

Badan Litbang Pertanian telah mengembangkan alat pengering multikomoditas (jagung, gandum, sorgum) dengan sumber panas matahari dan kayu bakar (Prabowo *et al.* 2000). Kapasitas pengeringan mencapai 5-10 ton biji atau malai untuk setiap kali pengeringan. Alat ini umumnya digunakan untuk mengeringkan benih jagung dan gandum. Pengering sumber panas matahari hanya dioperasikan pada siang hari, sedangkan pengeringan dengan bahan bakar kayu dioperasikan pada malam hari atau apabila cuaca mendung.

Bangunan pengering terdiri atas atap bangunan yang merupakan komponen utama alat pengering energi surya yang berfungsi sebagai kolektor tenaga surya. Udara panas dari modul kolektor energi surya disalurkan ke ruang pengering melalui saluran mendatar 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.



Gambar 2. Konstruksi alat pengering sumber panas matahari dan kayu.

Tabel 4. Kadar air keseimbangan biji gandum (basis basah) pada berbagai kondisi suhu dan kelembaban.

Suhu °C	Kelembaban relatif (%)									
	10	20	30	40	50	60	65	70	80	90
1,67	7,3	8,9	10,2	11,3	12,3	13,4	14,0	14,7	16,1	18,2
4,40	7,1	8,7	10,0	11,1	12,1	13,2	13,8	14,4	15,9	18,0
10,00	6,8	8,4	9,6	10,7	11,8	12,9	13,4	14,1	15,5	17,6
15,50	6,5	8,1	9,3	10,4	11,4	12,5	13,1	13,7	15,1	17,2
21,10	6,2	7,8	9,0	10,1	11,1	12,2	12,8	13,4	14,8	16,9
26,60	6,0	7,5	8,7	9,8	10,8	11,9	12,5	13,1	14,5	16,6
32,20	5,8	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,2	12,8	14,2	16,3
37,78	5,6	7,1	8,3	9,3	10,3	11,4	12,0	12,6	14,0	16,0

Sumber: ASAE (2002).

Alat pengering dengan sumber panas matahari dan tungku bahan bakar tongkol jagung/kayu dapat mengeringkan biji jagung dan gandum di Balitsereal pada musim hujan dengan suhu pengering pada pukul 08:00-16:00 berkisar antara 30-45°C, kemudian menurun sampai 25°C pada pukul 17:00. Suhu udara pada kotak pengering yang diamati pada panel kolektor panas bagian atap bangunan pengering dan saluran udara pemanas 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 cocok untuk pengeringan benih, dengan kisaran suhu 40-45°C.

Proses pengeringan secara manual atau menggunakan peralatan mekanis dapat menciptakan kondisi kesetimbangan kadar air biji atau *equilibrium moisture content*. Kadar air keseimbangan biji gandum dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban relatif udara di sekitar tempat pengeringan. Biji gandum melakukan respirasi dengan menyerap air dari lingkungan. Biji akan terus menyerap air sampai mencapai titik keseimbangan dengan lingkungan. Tabel 4 menunjukkan nilai kadar air keseimbangan biji gandum pada berbagai suhu dan kelembaban. Sebagai contoh, biji gandum akan mencapai kadar air keseimbangan 14,8% apabila dikeringkan pada suhu udara 21,1°C dan kelembaban relatif 80%.

## PENYIMPANAN

Penyimpanan gandum merupakan rangkaian tahapan proses pascapanen yang bertujuan untuk mempertahankan jumlah dan mutu biji sampai menunggu proses selanjutnya. Penyimpanan umumnya dilakukan setelah biji dikeringkan sampai menunggu proses pengangkutan/penjualan. FAO (1999) menyatakan bahwa biji gandum dengan kadar air 14% tahan disimpan hingga 2-3 bulan.

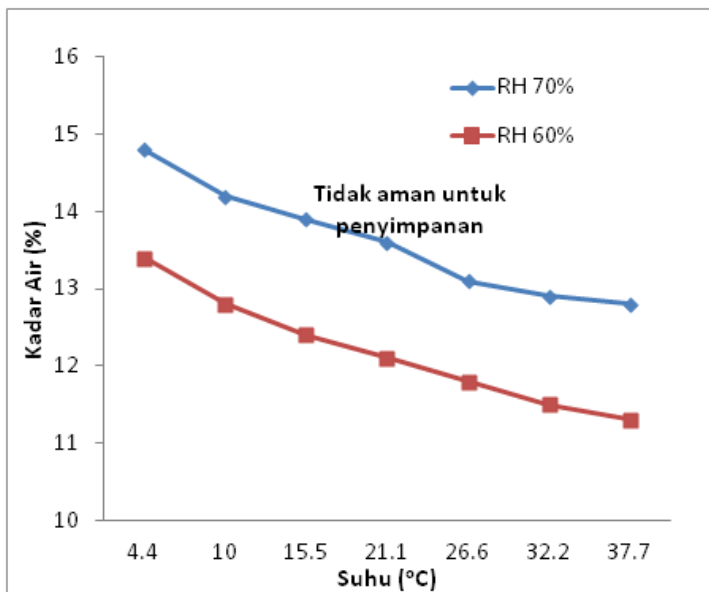


Untuk penyimpanan yang lebih lama, kadar air biji gandum harus diturunkan pada level 13% atau dibawahnya.

Kerusakan biji/tepung gandum selama penyimpanan disebabkan oleh faktor fisik (suhu, kelembaban), biologi (mikroflora, vertebrata) dan teknis (kondisi gudang penyimpanan, metode serta lama waktu penyimpanan). Kondisi yang mendukung perkembangan hama adalah pada suhu sekitar 30°C dengan kelembaban udara berkisar antara 40-80%. Pada suhu diatas 40°C sebagian besar hama yang menyerang biji atau tepung akan mati. Dalam implementasinya, kadar air awal biji dan bahan kemasan merupakan kombinasi yang baik untuk mempertahankan kualitas biji selama penyimpanan.

Penyimpanan gandum di petani umumnya menggunakan fasilitas sederhana, misalnya gudang berdinding kayu atau bambu, ruang sekat berukuran kecil, drum dan lain lain. Kehilangan hasil dengan cara penyimpanan tersebut mencapai 4% (Mc Farlane 1989, Abdullahi and Haile 1991). Karakteristik biji gandum yang berkaitan erat dengan penyimpanan adalah kadar air, aktivitas respirasi biji yang menghasilkan panas, uap air dan CO<sub>2</sub>, densitas serta sifat fisik biji yang melakukan perpindahan panas secara konduksi.

Kuswanto (2003) menyatakan bahwa gudang tempat penyimpanan benih berbeda dengan gudang penyimpanan biji. Gudang untuk penyimpanan benih, selain memenuhi syarat sebagai tempat penyimpanan, suhu dan kelembaban dalam gudang harus dapat diatur agar dapat mempertahankan kualitas dan daya simpan benih, terutama di daerah tropis yang mempunyai suhu dan kelembaban yang tinggi sepanjang tahun.



Gambar 3. Penurunan kadar air biji seiring kenaikan suhu.

Tabel 5. Pengaruh penyimpanan benih gandum terhadap daya kecambah dan kadar air biji gandum.

Perlakuan	0 bulan	2 bulan	4 bulan	6 bulan
Varietas Dewata				
Daya kecambah (%)	84	79	67	66
Kadar air (%)	9,46	9,70	9,80	10,40
Varietas Nias				
Daya kecambah (%)	91	90	88	86
Kadar air (%)	10,46	10,50	10,53	10,62
Varietas Selayar				
Daya kecambah (%)	92	92	91	88
Kadar air (%)	10,21	10,43	10,56	10,73

Sumber: Arief *et al.* (2014).

Penyimpanan benih gandum dengan periode simpan 0-6 bulan cenderung meningkatkan kadar air biji dan penurunan daya berkecambah benih (Tabel 5). Varietas Dewata yang disimpan selama 6 bulan mengalami peningkatan kadar air dari 9,46% pada awal penyimpanan menjadi 10,40% setelah 6 bulan penyimpanan. Daya kecambah benih juga mengalami penurunan dari 84% menjadi 66%.

Selama penyimpanan, biji gandum peka terhadap infestasi hama pascapanen. Hama *S. zeamais* merupakan hama gudang utama pada komoditas serealia. Tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini dapat mencapai diatas 30%. Faktor yang mempercepat perkembangan kumbang bubuk tersebut adalah tingginya kadar air awal penyimpanan, suhu, kelembaban udara, dan rendahnya mutu biji (Bejo 1992). *S. zeamais* umumnya menyerang malai menjelang panen di lapangan dan tempat penyimpanan. Seekor serangga betina dapat meletakkan telur sebanyak 300-500 butir dalam waktu 4-5 bulan dan dalam waktu satu tahun terjadi 5-7 generasi (Anonim 1983). Samuel (1974) dan Anonim (1983) melaporkan bahwa selain *S. zeamais*, serangga *Cryptolestus fuscus*, *Tribolium confusum*, *T. castaneum*, *Rhyzoperta dominica*, *Corcyra chevalonica*, dan *Sitotroga cerealella* juga menyerang biji sorgum dalam penyimpanan.

Untuk mencegah kerusakan biji yang disimpan diperlukan monitoring yang intensif terhadap kondisi ruang penyimpanan dan biji/tepung gandum yang disimpan. Pengamatan terhadap ruang penyimpanan meliputi kondisi aerasi dan peralatan pendingin. Pengamatan juga diperlukan terhadap hama yang muncul dalam gudang penyimpanan. Secara berkala diperlukan fumigasi terhadap biji/tepung yang disimpan. Pengamatan juga harus dilakukan terhadap kualitas biji/tepung secara rutin untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan fungsional selama penyimpanan.

## PENGGILINGAN DAN PENEPUK

Proses produksi tepung terigu yang berkualitas dengan penampilan warna yang menarik memerlukan proses pascapanen yang penting, yaitu penggilingan biji. Penggilingan biji merupakan proses pengecilan ukuran biji gandum menjadi bagian yang lebih halus. Penggilingan bertujuan untuk menghilangkan lapisan aleuron pada biji. Lapisan aleuron meliputi 6-9% dari biji dan umumnya mengandung protein dan serat yang tinggi (Declour and Hosenev 2010).

Seperti halnya padi, gandum yang telah dirontok masih menyisakan lapisan kulit pada bagian luarnya yang harus di buang, atau proses *debranning*. Proses penggilingan mencakup penghapusan lapisan endosperm dari kulit luar, dedak. Fleurat Lessard *et al.* (2007) menyatakan bahwa sebanyak 80% residu pestisida terdapat pada kulit luar biji gandum. Proses *debranning* dengan menghilangkan sekitar 4% lapisan kulit terluar biji mampu menekan kontaminasi mikroba sampai 87% dibanding biji yang tidak digiling/sosoh.

Hemery *et al.* (2007) mengklasifikasikan metode pengupasan kulit terluar biji gandum atau *debranning* menjadi dua, yaitu metode *peeling* (menggunakan prinsip friction/memecah) dan *pearling* (pengupasan kulit dengan menggunakan metode abrasif). Proses *peeling* menggunakan mesin/peeler yang dilengkapi rotor dengan arah yang berlawanan. Interaksi rotor dengan biji pada arah yang saling berlawanan memungkinkan pelepasan lapisan peripheral (*pericarp*) dari biji. Sementara itu proses *pearling* menggunakan metode yang berbeda, yaitu dengan prinsip penggerusan/abrasif dan tekanan udara digunakan untuk melepaskan lapisan peripheral (Dexter and Wood 1996). Tingkat pelepasan lapisan kulit luar biji dapat diatur dengan mengatur jarak antara batu abrasif dengan screen. Pelepasan 4% kulit luar dengan metode *pearling* akan menurunkan kontmainasi mikroba sampai 90% (Mousia *et al.* 2004).

Sebelum digiling dengan metode *peeling* maupun *pearling*, biji memerlukan proses *conditioning* selama beberapa waktu, biasanya melalui perendaman biji selama 12-36 jam. Hal ini memungkinkan penetrasi air hanya pada bagian terluar dan diikuti oleh pelepasan lapisan aleuron. Perlakuan *conditioning* memungkinkan bran menjadi kompak dan biji tidak mudah rusak pada saat digiling. Hal ini berbeda dengan cara konvensional, dimana lapisan *seed coating* dan *aleurone* dihilangkan sekaligus dalam bentuk *bran* (Delcour and Hosenev 2010). Salah satu keuntungan *debranning* adalah dapat memperbaiki tampilan dan kualitas biji gandum.

Proses selanjutnya adalah penepungan endosperma yang telah melalui proses *debranning*. Penepungan memungkinkan diperolehnya hasil ekstraksi yang tinggi dengan kualitas tepung yang baik. Proses ukuran reduksi dilakukan dimana endosperma yang sudah dihancurkan diperkecil lagi menjadi tepung terigu, untuk selanjutnya diayak untuk dipisahkan antartepung dengan kotoran yang terikut pada saat proses penepungan. Proses penepungan yang baik umumnya menghasilkan 74-84% tepung terigu sedangkan *bran* dan *pollard* berkisar antara 20-26% (Wikipedia 2015).

Tepung terigu yang dihasilkan secara umum dibagi menjadi tiga kategori, yaitu (1) tepung berprotein tinggi (*bread flour*), yaitu tepung terigu yang mengandung kadar protein 11%-13%, digunakan sebagai bahan pembuat roti, mi, pasta, dan donat; (2) tepung berprotein sedang/serbaguna (*all purpose flour*) yaitu tepung terigu yang mengandung protein 8-10%, digunakan sebagai bahan pembuat *cake*; dan (3) tepung berprotein rendah (*pastry flour*) yang mengandung protein 6-8%, umumnya digunakan untuk kue yang renyah, seperti biskuit atau kulit gorengan atau keripik.

## PENUTUP

Kualitas tepung/biji gandum ditentukan oleh standar mutu yang digunakan dalam penanganan pascapanen, mulai dari panen, perontokan, pembersihan, pengeringan, penyosohan, hingga penepungan. Kehilangan hasil pada saat *handling* serta penggunaan alat dan mesin dalam proses pascapanen gandum juga sangat penting dalam kaitannya dengan efisiensi hasil pascapanen.

Penanganan pascapanen yang baik pada mata rantai produksi mulai saat panen, pengeringan, perontokan, penyimpanan dan penggilingan akan menghasilkan produk pati dan gluten yang berkualitas, sehingga akan meningkatkan nilai jual produk di pasaran. Gandum dengan kandungan gluten tinggi menjadikannya sebagai bahan pangan utama dalam pembuatan produk roti, mie instan maupun makanan lainnya. Seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan domestik akan komoditas gandum dan rencana pemerintah untuk melepas varietas gandum dataran rendah maka aspek pascapanen perlu mendapat perhatian sehingga produk terigu dalam negeri nantinya akan memenuhi standar kualitas/SNI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A. and A. Haile. 1991. Research on the control of insect and rodent pests of wheat in Ethiopia. *In*: Wheat research in Ethiopia: a historical perspective. Addis Ababa, IAR/CIMMYT.
- Anonim. 1983. Sorghum insect identification handbook. International Crops Research Institute for the Semi arid Tropics. Information Buletin No.12.
- Aptindo. 2013. Konsumsi terigu nasional meningkat 7%. <http://www.imq21.com/news/print/222363/20140414/180110/Aptindo-Indonesia-Mampu-Jadi-Sentral-Produksi-Terigu-Asia-Timur.html>.
- Aqil dan Rahmi. 2014. Deskripsi varietas unggul jagung, sorgum dan gandum. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Aqil, M., C. Rapar, dan Zubachtirodin. 2013. Highlight Balai Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2012.
- Arief, R., F. Koes, dan O. Komalasari. 2013. Laporan akhir tahun UPBS Baai Peneliti Tanaman Serealia.

- ASAE Standards. 2002. D254.4. Moisture relationships of grains. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich. <<http://www.asae.org>>.
- Bejo. 1992. Pengaruh kadar air awal biji jagung terhadap laju infeksi kumbang bubuk.dalam Astanto *et al.* (Eds.). Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Malang Tahun 1991. Balai penelitian Tanaman Pangan Malang. p. 294-298.
- Bloksma, A.H. and W. Bushuk. 1988. Rheology and chemistry of dough. *In* Y. Pomeranz, ed. *Wheat: chemistry and technology*, vol. 2, p. 180. St Paul, MN, USA, American Ass. Cereal Chemists.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker, and C.W. Arkema. 1974. Drying cereal grains. The A VI Publishing Co. Inc, West Port. USA.
- Chaudhry, M.A. 1979. Wheat losses at the threshing and winnowing stages. *Agri. Mechan. Asia, Africa and Latin America*. 10(4):67-70.
- Culver, C.A. and R.E. Wrolstad. 2008. Color quality of fresh and processed foods. (Eds.). ACS Symposium Series 983.
- Delcour, J.A. and R.C. Hosenev. 2010. Principles of cereal science and technology. St. Paul, MN, USA: AACCC International.
- Dexter, J.E. and P.J. Wood. 1996. Recent applications of debranning of wheat prior to milling. *Trends Food Sci. Tech.* 7:35-41.
- FAO. 2015. FAO Cereal Supply and Demand Brief. Tersedia secara online pada <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>.
- FAO. 1999. WHEAT Post Harvest Operations. INPho Post Harvet Compendium. Food and Agriculture Organization of the United Naitons, Rome.
- Firmansyah, I.U., M. Aqil, Suarni, M. Hamdani, dan O. Komalasari. 2010. Penekanan kehilangan hasil pada proses perontokan gandum (1,5%) dan penurunan kandungan taninsorgum (mendekati 0%) pada proses penyosohan. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Serealia. Maros. p. 1-40.
- Fleurat-Lessard, F., M. Chaurand, G. Marchegay, and J. Abecassis. 2007. Effects of processing on the distribution of pirimiphos-methyl residues in milling fractions of durum wheat. *Journal of Stored Products Research* 43:384-395.
- Handerson, S.M. and R.L. Perry. 1982. Agricultural process engineering. Third edition. The AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut.
- Hemery, Y., X. Rouan, V. Luillen-Pellerin, C. Barron, and J. Abecassis. 2007. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced quality. *Journal of Cereal Science* 46:327-247.
- Hruskova, M. and D. Machova. 2002. Changes of Wheat flour properties during short term storage. *Czech Journal of Food Science* 20(4):125-130.
- Hussein, H.S. and J.M. Brasel. 2001. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxinon humans and animals. *Toxicology*, 167, 101e134.
- Jayas, D.S. and P.K. Ghosh. 2006. Preserving quality during grain drying and techniques for measuring grain quality. *In: Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection* (Lorini I; Bacaltchuk B; Beckel H; Deckers D; Sunfeld E; dos Santos J P; Biagi J D; Celaro J C; Faroni L R D A; Bortolini L de O F; Sartori M R; Elias M C; Guedes R N C; da Fonseca R G; Scussel V M, eds), pp 969-981. Brazilian Post-harvest Association, Campinas, Brazil.
- Johnson, D. and L. Townsend. 2009. ID-125: A Comprehensive Guide to Wheat Management in Kentucky.

- Kuswanto, H. 2003. Teknologi pemrosesan, pengemasan dan penyimpanan benih. Kanisius Yogyakarta.
- Mc Neill, S. and D. Overhults. 2014. Harvesting, drying, and storing wheat. Extension Agriculture, University of Kentucky. p. 47-50.
- McFarlane, J.A. 1989. Guidelines for pest management research to reduce stored food losses caused by insects and mites. Overseas Development and Natural Resources Institute Bulletin No. 22. Chatham, Kent, UK.
- Mohapatra, D. and P.S. Rao. 2005. A thin layer drying model of parboiled wheat. Journal of Food Engineering. 66:511-518.
- Mousia, Z., S. Edherly, S.S. Pandiella, and C. Webb. 2004. Effect of wheat pearling on flour quality. Food Res. Int. 37:449-459.
- Muhlbauer, W. 1983. Drying of agricultural products with solar energi. Proceedings of Technical Consultation of European Cooperative Network on Rural Energi, Tel. Aviv, Israel. 3:29-36.
- Nellist, M.E. and D.M. Bruce. 1995. Heated-air grain drying. *In*: Stored Grain Ecosystems. Jayas, D.S., N.D.G.White, W.E.Muir (Eds.). p. 609-660. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Prabowo, A., Y. Sinuseng, dan I.G.P. Sarasutha. 2000. Evaluasi alat pengering jagung dengan sumber panas sinar matahari dan pembakaran tongkol jagung. Hasil Penelitian Kelti Fisiologi. Balitjas, Maros.
- Samuel, G., Mc. Nell and M.D. Mantross. 2003. Harvesting, drying, and storing grain sorghum. College of Agriculture, University of Kentucky.
- Svec, I. and M. Hruskova. 2010. Evaluation of wheat bread features. J. Food Eng., 99: 505-510.
- Taherzadeh, A. and S. Hojjat. 2013. Study of Post-harvest Losses of Wheat in North Eastern Iran. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 4(6): 1502-1505. Science Explore Publication.
- USDA. 2012. Wheat Data. Tersedia secara online pada <http://www.ers.usda.gov/data-products/wheat-data.aspx>.
- Wikipedia. 2015. Wheat. <https://en.wikipedia.org/wiki/Wheat>. Akses 1 September 2015.
- Yulianingsih, R. 2012. Cleaning and Grading. Universitas Brawijaya Malang.

## Indeks Subjek

Benih	161, 203
Benih sumber	161
Mutu fisiologis	213
Teknik produksi	204
Evolusi tanaman	42
Fase pertumbuhan	82
Antesis	95
Bunting	91
Perkecambahan	83, 84
Masak adonan	99
Masak susu	96
Fisiko kimia	62
Gluten	64
Gandum dunia	3
Perdagangan	11
Produsen utama	4
Sentra produksi	3
Sistem produksi	7
Gandum tropika	123
Jenis	138
Pengembangan	123
Pendekatan agronomis	128
Pendekatan fisiologis	127
Kebijakan impor	16
Keseimbangan hara	233
Komposisi gizi	54
Kadar abu	55
Karbohidrat	59
Lemak	58
Mineral dan vitamin	62
Protein	55
Lingkungan tumbuh	3, 123
Curah hujan	123
Suhu udara	124
Morfologi	69
Akar	70
Anakan	74, 86
Batang	72, 87
Biji	78, 101
Bunga	75, 92
Daun	73

Pascapanen	263
Panen	264
Pembersihan biji	267
Pengeringan biji	267
Penggilingan	273
Penyimpanan	270
Perontokan	265
Pemupukan	219
Bahan organik	234
Fosfor	227
Kalium	230
Nitrogen	222
Sulfur	231
Penelitian	27
Gandum tropis	35
Konsorsium penelitian	35
Pengairan	110, 117
Model simulasi	118
Pengembangan	18
Kebijakan	22
Pengalaman	18
Potensi lahan	18
Penyakit tanaman	241
Bakteri	257
Cendawan	242
Virus	259
Perbaikan genetik	139
Pola tanam	108
Spesies	46
Prospek usahatani	12
Struktur biji	52
Sumber daya genetik	154
Taksonomi	44
Varietas	32, 37, 135, 137
Perakitan	142, 153, 185
Adaptasi galur	141
Konstitusi genetik	136
Pemuliaan marka molekuler	165
Alat bantu marker	169
Genomik	172
Rekombinasi	166
Teknologi mutasi	185
Irradiasi sinar gamma	194
Jenis mutagen	189
Katagori mutasi	186