

Asal Usul dan Taksonomi Tanaman Gandum

Muhammad Azrai, Nining Nurini Andayani, dan A. Haris Talanca
Balai Penelitian Tanaman Serealia

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum* spp) merupakan bahan pangan serealia yang pertama kali dibudidayakan umat manusia, bersamaan dengan dimulainya usaha bercocok tanam dan memelihara hewan ternak seperti sapi dan biri-biri (Harlan 1992, Charmet 2011, Zohary and Hopf 2000). Fieldman *et al.* (1995) mengemukakan bahwa manusia telah melakukan budi daya gandum lebih awal daripada tanaman padi ataupun jagung. Saat ini, gandum telah menjadi pangan pokok di lebih dari 40 negara dan telah dikonsumsi oleh hampir seluruh penduduk dunia (Williams 1993). Gandum berkembang di wilayah subtropis dan mediteran seperti Rusia, Amerika Serikat, sebelah selatan Kanada, bagian utara sampai tengah China, Turki, India, dan Australia (Nevo *et al.* 2002).

Gandum pada awalnya diintroduksi ke Indonesia awal abad XVIII pada masa pemerintahan kolonial Belanda. Selain Belanda, bangsa Portugis juga mengintroduksi gandum untuk memenuhi kebutuhan pokok masyarakat Portugis yang tinggal di Pulau Timor. Di Indonesia, tanaman gandum dibudidayakan di daerah dengan ketinggian >900m dpl dengan suhu udara optimum rata-rata 22-24°C (Leonard dan Martin 1963).

Asal usul dan awal mula domestikasi tanaman gandum tidak diketahui secara pasti, dan terdapat berbagai macam penafsiran. Kajian aspek biologi dan arkeologi (fosil) sangat membantu menjelaskan asal usul dan awal mula domestikasi tanaman gandum oleh umat manusia. Budi daya gandum pada zaman prasejarah cepat berkembang karena sifat tanaman yang mampu menyerbuk sendiri, dan seiring dengan waktu, masyarakat telah mempunyai kemampuan melakukan seleksi sendiri untuk perbaikan hasil (Nevo *et al.* 2002).

Sejarah menunjukkan bahwa gandum merupakan salah satu tanaman penting sejak 7500 tahun sebelum masehi (Nestbitt 1999). Pada era tersebut gandum ditanam dalam jumlah terbatas di bagian tenggara Turki dan menyebar ke Jordania. Hasil penggalian arkeologi juga menunjukkan asal gandum di sekitar laut Mediterania dan Laut Merah, di wilayah Turki, Siria, Irak dan Iran pada tahun 7500-7300 SM (Weiss *et al.* 2006). Spesies gandum kuno kemudian menyebar ke benua Asia, Eropa, dan Amerika. Gandum memegang peranan penting dalam peradaban umat manusia karena merupakan sumber pangan. Lo Giudice dan Bongomono (2011) menyatakan bahwa gandum telah dibudidayakan oleh masyarakat China pada tahun 2700 sebelum masehi.

Penelitian dan pengembangan gandum secara internasional dilaksanakan oleh CIMMYT (*International Maize and Wheat Improvement Center*). Selain gandum, CIMMYT juga melakukan penelitian dan pengembangan jagung.

CIMMYT bekerja sama dengan sejumlah organisasi internasional yang saat ini menyimpan 40.000 aksesi *Triticeae* termasuk *bread wheat*, *durum wheat* dan *triticale* (gandum hasil persilangan dengan rye). Koleksi plasma nutfah gandum dikumpulkan dari berbagai benua dan digunakan untuk kegiatan pemuliaan untuk membentuk varietas unggul baru.

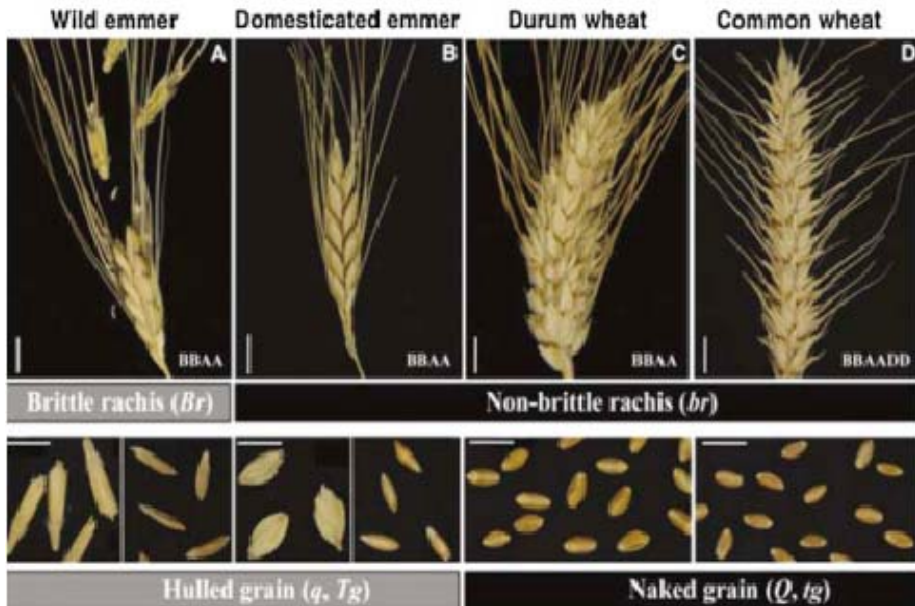
Tulisan ini membahas evolusi, awal penyebaran, taksonomi, dan variasi spesies tanaman gandum.

EVOLUSI TANAMAN GANDUM

Gandum yang banyak dibudidayakan saat ini adalah spesies modern yang telah mengalami evolusi panjang, yang dimulai sejak zaman prasejarah. Konstruksi genom gandum agak rumit, karena adanya spesies *Triticum* yang diploid (dua set kromosom), tetraploid (empat set kromosom) dan ada yang hexaploid (enam set kromosom). Proses evolusi awal gandum dimulai dari persilangan antara gandum diploid liar (*Triticum uartu*) dengan goat grass 1 (*Aegilops speltoides*). Persilangan gandum diploid liar ($2n = 2x = 14$) dengan genom AuAu mengalami proses hibridisasi yang memiliki genom B yang berkerabat dekat dengan goat grass ($2n = 2x = 14$) dengan genom BB sekitar 300.000-500.000 tahun yang lalu (Huang *et al.* 2002, Dvorak and Akhunov 2005).

Hibridisasi antara gandum diploid liar (AuAu) dengan goat grass 1 menghasilkan spesies baru, yaitu gandum emmer liar (*T. dicoccoides*) yang memiliki kromosom $2n = 4x = 28$, dengan genom AuAuBB (Dvorak *et al.* 1993). Hasil penggalian arkeologi menunjukkan gandum liar emmer di Israel dan Iran. Sekitar 10.000 tahun yang lalu, manusia telah mulai melakukan budi daya gandum emmer liar (Peng *et al.* 2011). Proses hibridisasi dan seleksi yang berlangsung secara alami maupun dengan campur tangan manusia menghasilkan generasi kedua spesies gandum baru, yaitu gandum durum atau macaroni (*Triticum durum*) dan spelt (*T. spelt*). *Triticum durum* diperoleh dari proses seleksi dan mutasi gandum emmer yang telah dibudidayakan. Gandum Spelt diperoleh dari proses hibridisasi antara emmer yang telah dibudidayakan dengan spesies goat grass (*Aegilops tauschii*), yang kemudian menghasilkan generasi awal gandum spelt (*T. spelta*) $2n = 6x = 42$ dengan genom AuAuBBDD.

Proses mutasi yang terjadi pada gandum spelt, setelah beratus generasi ditanam menghasilkan spesies gandum modern, yaitu *Triticum aestivum* ($2n = 42$ kromosom) dengan genom AABBDD. Spesies ini merupakan gandum yang paling banyak ditanam di dunia dan digunakan sebagai bahan baku roti, karena mempunyai kadar protein yang tinggi. Gandum ini mempunyai kulit luar berwarna cokelat, biji keras, setiap spikelet terdiri atas 2-5 butir bulir/biji, dan daya serap air tinggi (Charmet 2011). Selain spesies *Triticum aestivum*, gandum macaroni (*Triticum durum*) juga banyak ditanam saat ini, khususnya untuk bahan baku macaroni dan roti yang membutuhkan tepung gandum dengan daya mengembang yang rendah (Nevo *et al.* 2002).



Gambar 1. Malai beberapa spesies gandum: A) emmer liar, B) emmer domestikasi, C) gandum durum, D) common wheat.
 Sumber: Dubcovsky dan Dvock (2007).

AWAL PENYEBARAN TANAMAN GANDUM

Domestikasi spesies tanaman merupakan hasil dari serangkaian proses seleksi dan adaptasi yang membuat tanaman menjadi lebih adaptif, dan kemudian dibudidayakan oleh manusia (Brown 2000). Kegiatan pertanian pada periode domestikasi dicirikan oleh perubahan pola hidup dari mengambil hasil alam secara berpindah menjadi pola bercocok tanam dan beternak. Hal ini telah dilakukan di Fertile crescent, wilayah berbentuk lekukan seperti bulan sabit yang subur yang meliputi wilayah Jordania, Lebanon, Turki, Syria, Irak, dan Israel pada 9600 sampai 8000 tahun sebelum masehi (Salamini *et al.* 2002). Berdasarkan proses evolusi tanaman gandum, hanya ditemukan dua jenis gandum yang didomestikasi dan diseleksi oleh manusia, yaitu gandum einkorn liar (diploid) dan emmer liar (tetraploid).

Budi daya gandum jenis einkorn liar pertama kali dilakukan di pegunungan Karacadag, di bagian tenggara Turki (Heun *et al.* 1997). Keberadaan spesies einkorn teridentifikasi pada zaman Neolitik pada tahun 8600 SM di Cayonu dan tahun 8400 SM di Abu Hureyra. Seiring waktu, spesies einkorn kemudian terseleksi secara alami dan mengalami pergantian okupasi wilayah oleh spesies gandum tetraploid dan hexaploid. Einkorn saat ini masih ditanam dalam luasan sangat terbatas, untuk dijadikan pakan ternak di beberapa negara mediteran (Nesbitt and Samuel 1996, Perrino *et al.* 1996).



Gambar 2. Wilayah fertile crescent yang merupakan awal mula domestikasi spesies gandum
 Sumber: Charmet (2011).

Gandum jenis emmer liar awalnya ditemukan di selatan Levant, berdasarkan penemuan di Iran sekitar tahun 9600 SM (Colledge and Conolly 2007). Selanjutnya spesies ini dibudidayakan secara luas di wilayah lain, seperti Yunani, Siprus dan India pada 6500 SM. Spesies ini kemudian meluas ke Jerman dan Spanyol pada 5000 SM. Masyarakat Mesir kuno telah mengembangkan produk roti dalam skala besar dengan bahan baku gandum (Diamond 1997).

Pada tahun 3000 SM atau 2000 SM, gandum telah masuk ke Inggris dan Skandinavia. Satu millennium kemudian atau tahun 2000 SM, gandum menyebar ke China. Di China, budi daya gandum telah dilakukan pada tahun 2700 SM. Gandum pertamakali masuk Amerika bagian utara seiring dengan perpindahan dari arah Spanyol dan Inggris pada abad ke-16.

Saat ini gandum telah menjadi tanaman penting di banyak negara, terutama di wilayah subtropics, yang dijadikan andalan untuk pemenuhan kebutuhan pangan. Luas tanam gandum dunia saat ini mencapai lebih dari 700 juta hektar (FAO 2013).

TAKSONOMI TANAMAN GANDUM

Tanaman gandum tidak hanya mempunyai kompleksitas dalam aspek genomik (diploid, tetraploid, hexaploid) tetapi juga mempunyai spesies yang sangat banyak. Hal ini menyebabkan pencatatan sejarah klasifikasi gandum lebih lambat dibandingkan dengan jagung dan sorgum.

Catatan sejarah menunjukkan bahwa yang pertama kali melakukan deskripsi tertulis tentang gandum adalah Linnaeus pada tahun 1753 (Clark and Bayles 1942). Linnaeus saat itu mendeskripsikan tujuh spesies gandum yaitu *T. aestivum*, *T. hybernum*, *T. turgidum*, *T. spelta*, *T. monococcum*, *T. repens* dan *T. caninum*. Linnaeus kemudian membagi common wheat menjadi dua spesies, yaitu spesies untuk musim semi (*T. aestivum*) yang dicirikan oleh adanya bulu (*awn*) dan spesies musim dingin (*T. hybernum*) dengan ciri bulu yang kurang (*awnless*).

Pada kurun waktu 1753-1866 tercatat sejumlah nama yang melakukan deskripsi gandum di antaranya Lamarks (1786), Villars (1787), Schrank (1789), Despontaines (1800), Seringe (1819), dan Metzger (1824) dengan melakukan penambahan spesies atau penggabungan beberapa spesies menjadi satu. Selanjutnya Heuze pada tahun 1827 mengklasifikasikan gandum kedalam tujuh spesies, dimana dari 700 spesies yang dikumpulkan, 602 di antaranya masuk ke dalam spesies *T. aestivum*, termasuk common wheat (Clark and Bayles 1942).

Selama periode 1850-1875, Koernieke bersama dengan Werner membuat sistem klasifikasi yang paling lengkap diantara sistem klasifikasi yang telah dibuat sebelumnya (Clark and Bayles 1942). Penggunaan bahasa latin telah diadopsi dalam penamaan grup botani gandum. Sistem klasifikasi Koernieke dan Werner juga menjelaskan dengan rinci tentang sejarah, sinonim, dan lokasi dimana spesies diperoleh. Spesies gandum yang diklasifikasikan adalah sebagai berikut: compactum (21 spesies), turgidum (26 spesies), durum (24 spesies), spelta (12 spesies), dicoccum (20 spesies), polonicum (21 spesies) dan monococcum (4 spesies). Flaksberger pada tahun 1935 melakukan studi yang lebih luas dengan mendeskripsikan asal dan klasifikasi spesies dan varietas gandum di seluruh dunia.

Diantara semua catatan sejarah klasifikasi tanaman gandum sebelumnya, sistem klasifikasi yang dibuat oleh Koernieke dan Werner pada tahun 1855 paling lengkap, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pembuatan sistem klasifikasi modern. Pengembangan sistem klasifikasi modern berdasarkan jenis ploiditas gandum pada tahun 1920 yang kemudian membaginya ke dalam tiga tingkatan ploiditas (diploid, tetraploid dan heksaploid). Terdapat beberapa sistem klasifikasi yang banyak dipakai saat ini, namun sistem yang dipakai di tingkat internasional adalah monograf taksonomi tritikum yang dibuat oleh Dorofeev *et al.* (1979). Selain itu, sistem klasifikasi berbasis genetik dipopulerkan oleh Van Slageren pada tahun 1994.

Hierarki taksonomi tanaman gandum secara umum adalah :

Kingdom	: Plantae
Class	: Monocotyledoneae
Sub class	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Family	: Poaceae
Sub family	: Pooideae
Tribe	: Triticeae
Genus	: Triticum
Species	: <i>T. aestivum</i>

Gandum termasuk kelas Monocotyledoneae (tumbuhan biji berkeping satu) dengan subclass Liliopsida, dari ordo Poales, yang dicirikan oleh bentuk tanaman ternal dengan siklus hidup semusim. Family poaceae atau lebih dikenal sebagai *Gramineae* (rumput-rumputan) memiliki ciri khas berakar serabut, batang berbuku, dan daun sejajar dengan tulang daun. Gandum merupakan tanaman serealia yang termasuk ke dalam family poaceae dengan tribe triticeae (Nevo *et al.* 2002).

VARIASI SPESIES GANDUM

Tanaman gandum setidaknya memiliki 23 spesies (Tabel 1). Data USDA (2002) menunjukkan tanaman gandum tidak hanya mempunyai kompleksitas dalam aspek genetik tanaman (diploid, tetraploid, hexaploid), tetapi juga mempunyai spesies yang sangat banyak sehingga menyulitkan dalam penamaannya. Secara umum penamaan spesies dibagi menjadi dua skema, (1) penamaan model sederhana/tradisional, dan (2) penamaan berdasarkan kekerabatan genetik (Tabel 2).

Dalam satu spesies gandum, peneliti maupun petani membagi lagi setiap kultivar berdasarkan waktu tanam, kandungan nutrisi, kualitas gluten dan warna biji sebagai berikut:

1. Berdasarkan waktu/musim tanam, yaitu gandum musim semi (spring wheat) dan gandum musim dingin (winter wheat) (Bridgwater and Aldirch 1966).
2. Berdasarkan kandungan protein/tekstur, gandum dibagi menjadi soft apabila kandungan protein 10%, dan hard apabila kandungan protein mencapai 15%.

Tabel 1. Kerabat spesies gandum berdasarkan penamaan tradisional.

No	Spesies	No	Spesies
1	<i>T. aestivum</i>	13	<i>T. macha</i>
2	<i>T. aethiopicum</i>	14	<i>T. militinae</i>
3	<i>T. araraticum</i>	15	<i>T. monococcum</i>
4	<i>T. boeoticum</i>	16	<i>T. polonicum</i>
5	<i>T. chartlicum</i>	17	<i>T. spelta</i>
6	<i>T. compactum</i>	18	<i>T. sphaerococcum</i>
7	<i>T. dicoccoides</i>	19	<i>T. timopheevii</i>
8	<i>T. dicoccon</i>	20	<i>T. turanicum</i>
9	<i>T. durum</i>	21	<i>T. turgidum</i>
10	<i>T. ispahanicum</i>	22	<i>T. urartu</i>
11	<i>T. karamyshevii</i>	23	<i>T. vavilovii</i>
12	<i>T. zhukovskyi</i>		

Sumber: Dorofeev *et al.* (1979)

Tabel 2. Kerabat spesies gandum berdasarkan taksonomi genetik.

No	Genome	Nama	No	Genome	Nama
1	A ^m	<i>Triticum monococcum</i> L. subsp. <i>aegilopoides</i>	11	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>turanicum</i>
2	A ^u	<i>Triticum urartu</i> Tumanian	12	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>carthlicum</i>
3	A ^m	<i>Triticum monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i>	13	GA ^m	<i>Triticum timopheevii</i> (Zhuk.) Zhuk. subsp. <i>armeniicum</i>
4	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccoides</i>	14	GA ^m	<i>Triticum timopheevii</i> (Zhuk.) Zhuk. subsp. <i>timopheevii</i>
5	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i>	15	BA ^u D	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>spelta</i> (L.)
6	BA ^u	<i>Triticum ispahanicum</i> Heslot.	16	BA ^u D	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>macha</i>
7	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>paleocolcicum</i>	17	BA ^u D	<i>Triticum vavilovii</i>
8	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>durum</i>	18	BA ^u D	<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>aestivum</i>
9	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>turgidum</i>	19	BA ^u D	<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>compactum</i>
10	BA ^u	<i>Triticum turgidum</i> L. subsp. <i>polonicum</i>	20	BA ^u D	<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>sphaerococcum</i>

Sumber: Aligari and Brandham (2001)

- Berdasarkan kandungan gluten, gandum dibagi menjadi gandum roti (bread wheat) yang digunakan untuk adonan yang elastis, dan gandum durum yang umumnya tidak elastis dan digunakan untuk pasta (spageti, macaroni).
- Berdasarkan warna biji, gandum dibagi menjadi merah, putih dan kuning. Warna merah muncul karena adanya zat fenolik pada lapisan kulit.

Spesies gandum yang paling banyak ditanam saat ini adalah *T. aestivum* dan *T. durum*. *T. aestivum* kadang-kadang juga disebut gandum roti, spesies gandum yang paling banyak ditanam di dunia (mencapai 95%) dan banyak digunakan sebagai bahan baku roti. Biji gandum juga dapat diolah untuk alkohol. Kulit luar (bran) gandum banyak digunakan sebagai bahan baku konsentrat pakan ternak. Gandum (*T. aestivum*) kaya vitamin E dan asam lemak esensial. Ciri-ciri gandum *T. aestivum* adalah mempunyai kulit luar berwarna cokelat, biji keras, dan daya serap air tinggi.

Gandum durum atau kadang-kadang disebut gandum macaroni (*T. durum*) adalah satu-satunya spesies tetraploid yang masih dibudidayakan saat ini. Negara penghasil gandum durum saat ini adalah Timur Tengah, Amerika Utara, dan Eropa Barat. Durum dalam bahasa latin berarti keras, dan spesies ini memiliki biji paling keras. Bagian endosperm gandum durum berwarna kuning dan memiliki kulit berwarna cokelat. Walaupun kandungan protein gandum durum sangat tinggi tetapi kadar glutennya rendah sehingga daya mengembangnya juga rendah. Oleh karena itu, gandum ini tidak digunakan

dalam pembuatan produk roti tetapi pada olahan yang berbentuk pasta seperti macaroni, spageti, dan produk pasta lainnya.

Gandum durum diolah menjadi berbagai macam produk olahan dan menjadi sumber pangan utama. Di Timur Tengah dan Afrika bagian utara, gandum durum diolah menjadi roti bulat berdiameter 20 cm dan bertekstur agak keras. Di Eropa, gandum durum digunakan untuk pizza. Di Amerika Serikat, gandum durum umumnya digunakan untuk spageti dan macaroni.

PENUTUP

Gandum merupakan salah satu jenis tanaman yang pertama kali di domestikasi oleh umat manusia pada sekitar 10.000 tahun yang lalu di wilayah Fertile crescent, meliputi Jordania, Lebanon, Turki, Syria, Irak dan Israel. Pada saat itu telah terjadi perubahan pola hidup umat manusia dari ladang berpindah menjadi pola bercocok tanam dan beternak.

Secara umum, gandum yang dibudidayakan manusia saat ini hanya dua jenis yaitu gandum roti (*T. aestivum*) yang meliputi 95% produksi gandum dunia dan gandum durum (*T. durum*) yang meliputi 5% dari produksi gandum dunia. Kedua spesies gandum tersebut telah mengalami proses evolusi yang panjang sejak zaman prasejarah. Proses evolusi tanaman gandum agak rumit karena faktor ploiditi, dimana adanya spesies diploid ($2n = 14$ kromosom), tetraploid ($2n = 28$ kromosom) dan hexaploid ($2n = 42$ kromosom). Faktor ploiditi sangat penting karena spesies dengan ploiditi yang sama mempunyai tingkat kekerabatan yang lebih dekat di bandingkan dengan ploiditi yang berbeda.

Jumlah spesies gandum saat ini tercatat 23 spesies. Pencatatan klasifikasi gandum dilakukan dengan dua cara, yaitu berdasarkan penamaan tradisional dan informasi genetiknya. Dalam satu spesies, gandum masih dibedakan lagi berdasarkan waktu tanam (musim dingin dan musim semi) kandungan nutrisi, kualitas gluten dan warna biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Aligari, P.D.S. and P.E. Brandham (eds) (2001). Wheat taxonomy: the legacy of John Percival (Linnean Special Issue 3 ed.). London: Linnean Society. p. 190.
- Bridgwater, W. and B. Aldrich. 1966. The Columbia-viking desk encyclopedia. Columbia University. p. 1959.
- Brown. A. H. D. 2000. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. *In: Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity (Eds). Brush S. B., p. 29-48. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.*
- Charmet, G. 2011. Wheat domestication: lessons for the future. *Comptes Rendus Biologies 334 (2011): 212-220. Elsevier.*

- Clark and Bayles. 1942. Classification of wheat varieties grown in the United States in 1949. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Colledge and J. Conolly. 2007. The origins and spread of domestic crops in Southwest Asia and Europe. Left Coast Press, Walnut Creek, California.
- Dubcovsky and Dvock. 2007. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication, *Science* 316:1862-1866.
- Dvorak, J., P. Terlizzi, H.B. Zhang, and P. Resta. 1993. The evolution of polyploid wheats: identification of the A genome donor species. *Genome*, 36:21-31.
- Dvorak, J. and E. Akhunov. 2005. Tempos of gene locus deletions and their relationship to recombination rate during diploid and polyploidy evolution in the *Aegilops-Triticum* alliance. *Genetics* 17: 323-332.
- Dorofeev, V.F., A.A. Filatenko, E.F. Migushova, R.A. Udachin, and M.M. Jakudzi. 1979. Wheat. Flora of cultivated plants. Vol. 1. Kolos. Leningrat, USSR.
- FAO. 2013. Statistical database of food crops. Food Agriculture Organization, Rome Italy. Electronic page <http://faostat.org>.
- Harlan, J.R. 1992. Crop and man. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison.
- Heun, M., R. Schafer-Pregl, D.Klawan, R.Castagna, M.Accerbi, B.Borghi, and F.Salamini. 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science* 278:1312-1314.
- Huang, S., A. Sirikhachornkit, X. Su, J. Faris, B. Gill, R. Haselkorn and P. Gornicki. 2002. Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploid wheat. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 99: 8133-8138.
- Leonard, W.H. and T.H. Martin. 1963. Cereal crops. Mac Millan Co., New York.
- LoGiudice, P. and P. Bongiorno. 2011. Why you need wheat germ. <http://www.InnerSourceHealth.com>.
- Nesbitt, M. 1999. When and where did domesticated cereals first occur in southwest Asia?. In: R.T.J. Cappers & S. Bottema, (Eds). *The dawn of farming in the Near East. Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment* 6, 2002 (1999). Berlin, ex oriente.
- Nesbitt, M. and D. Samuel. 1996. From staple crop to extinction? The archaeology and history of hulled wheats. In: Padulosi S, Hammer K, Heller J. (Eds.): *Hulled wheats, promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 4: proceedings of the first international workshop on hulled wheats*. Castelvecchio Pascoli, Tuscany.
- Nevo, E., A.B. Korol, A. Beiles, and T. Fahima. 2002. Evolution of wild emmer and wheat improvement: population genetics, genetic resources, and genome organization of wheat's progenitor, *triticum dicoccoides*. Springer, Berlin. p. 364.
- Peng, J., D. Sun, and E. Nevo. 2011. Wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, occupies a pivotal position in wheat domestication. *AJCS* 5:1127-1143 Pogna NE, Autran JC, Mellini F.
- Perrino, P., G. Laghetti, L.F. D'Antuono, M. Ajlouni, M. Camberty, A.T. Szabo, and K. Hammer. 1996. Ecogeographical distribution of hulled wheat species. In: *Hulled wheats. Proceedings of the first international workshop on Hulled Wheats*, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy. S. Padulosi, K. Hammer and J.

- Heller. (Eds.): Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Salamini, F., H. Ozkan, A. Brandolini, R. Schafer-Pregl, and W. Martin. 2002. Genetics and geography of wild cereals domestication in the Near East, *Nat. Rev. Genet.* 3(2002):429-441.
- USDA. 2002. Wheat: genetic, market overview, policy and baseline. <http://ers.usda.gov/topics/crops/wheat/background.aspx>
- Williams, P.C. 1993. The world of wheat. *In: Grains and oilseeds: handling, marketing, processing.* Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba, Canada. p. 557-602.
- Weiss, E., M.E. Kiselev, and A. Hartmann. 2006. Autonomous cultivation before domestication. *Science* 312:1608-1610.
- Zohary, D. and M. Hopf. 2000. Domestication of plants in the old world. Oxford University Press, Oxford.