



PEMULIAAN TANAMAN DAN TEKNOLOGI BENIH: TEORI DAN PRAKTIK

Editor: Nurul Rahmadesni, S. Hum.

Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih: Teori dan Praktik

Dr. Tantri Palupi, S.P., M.Si., dkk.
Editor: Nurul Rahmadesni, S. Hum.

PT CIPTA DIGITAL EDUKASI

Anggota IKAPI: No. 666/DKI/2026



Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih: Teori dan Praktik

Penulis	: Dr. Tantri Palupi, S.P., M.Si., Samsul Ma'arif, S.P., M.Si., Nur Arifin, S.P., M.Si., Yukarie Ayu Wulandari, S.P., M.Si., Asnawati, S.Hut., M.Si., Dr. Hendra Alfi, S.P., M.P., Dr. Ir. Muhamad Noor Azizu, S.P., M.Si., Ega Faustina, S.P., M.Si., Dr. Eka Susila N., S.P., M.P., dan Asri Mulya Ashari, S.P., M.P.
ISBN	: 978-634-7777-83-6 (PDF)
Penyunting Naskah	: Nurul Rahmadesni, S.Hum.
Tata Letak	: Nurul Rahmadesni, S.Hum.
Desain Sampul	: Novikean Keysah Sanisri

Penerbit

PT Cipta Digital Edukasi

Jl. Wijaya Ii/Wijaya Grand Centre Blok G-15, Desa/Kelurahan Pulo, Kec. Kebayoran Baru, Kota Adm. Jakarta Selatan, Provinsi DKI Jakarta, Kode Pos: 1216

E-Mail : penerbitcde@gmail.com

Website : cideka.com

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul *Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih: Teori dan Praktik* dapat hadir dan dinikmati oleh para pembaca. Buku ini membahas berbagai konsep dan penerapan pemuliaan tanaman serta teknologi benih yang berperan penting dalam mendukung peningkatan kualitas dan produktivitas tanaman.

Disusun dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, buku ini ditujukan untuk masyarakat umum yang ingin mengenal lebih jauh tentang pengembangan varietas tanaman dan pengelolaan benih yang baik. Materi yang disajikan diharapkan dapat menambah wawasan serta pemahaman pembaca mengenai bidang pertanian.

Semoga buku ini memberikan manfaat, memperluas pengetahuan, dan menjadi sumber inspirasi bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap dunia tanaman dan pertanian. Selamat membaca.

Jakarta, Juni 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB 1: Pengantar Pemuliaan Tanaman.....	1
Dr. Tantri Palupi, S.P., M.Si.	1
1.1 Sejarah dan Evolusi Pemuliaan Tanaman	1
1.2 Tujuan dan Ruang Lingkup Pemuliaan	4
1.3 Pusat Asal dan Domestikasi Tanaman	7
1.4 Plasma Nutfah sebagai Sumber Daya Genetik.....	10
1.5 Karir dan Peluang dalam Breeding	13
1.6 Latihan Soal Essay	17
BAB 2: Dasar-Dasar Genetika untuk Pemulia.....	19
Samsul Ma'arif, S.P.,M.Si.	19
2.1 Struktur DNA dan Ekspresi Gen	19
2.2 Hukum Mendel dan Penyimpangannya	26
2.3 Genetika Kuantitatif: Konsep Dasar.....	32
2.4 Heritabilitas dan Seleksi Respon.....	40
2.5 Sambungan dan Persimpangan.....	47
2.6 Latihan Soal Esai (5 Pertanyaan)	53
BAB 3: Metode Pemuliaan Tanaman Menyerbuk Sendiri	55

Nur Arifin, S.P., M.Si.	55
3.1 Karakteristik Tanaman Menyerbuk Sendiri	55
3.2 Peningkatan Keragaman Genetik	59
3.3 Seleksi dalam Pemuliaan Tanaman.....	63
3.4 Seleksi Massa dan Seleksi Galur Murni.....	63
3.5 Metode Pedigree (Silsilah), Bulk, dan Single seed descen (keturunan benih tunggal)	67
3.6 Metode Backcross (Silang Balik).....	69
3.7 Latihan.....	69
BAB 4: Metode Pemuliaan Tanaman Menyerbuk Silang.....	70
Yukarie Ayu Wulandari, S.P., M.Si.....	70
4.1 Karakteristik Tanaman Menyerbuk Silang.....	70
4.2 Seleksi Massa Dan Seleksi Berulang	73
4.3 Varietas Komposit.....	76
4.4 Varietas Sintetis.....	77
4.5 Varietas Hibrida Dan Heterosis.....	80
4.6 Skema Peningkatan Populasi.....	84
4.7 Latihan Soal.....	87
BAB 5: Pemuliaan Tanaman Vegetatif.....	89
Asnawati, S.Hut., M.Si.	89
5.1 Karakteristik dan Keunikan Tanaman Vegetatif	90

5.2 Seleksi Klonal.....	93
5.3. Pemuliaan Mutasi untuk Tanaman Sayuran.....	96
5.4. Seleksi In Vitro.....	99
5.5. Variasi Somaklonal	103
5.6 Latihan Soal 5 Essay	106
BAB 6: Bioteknologi Dalam Pemuliaan.....	108
Dr. Hendra Alfi, S.P., M.P.	108
6.1 Eksistensi Pemuliaan Konvensional: Kontribusi dan Keterbatasan Teknis	110
6.2 Transformasi Paradigma Pemuliaan Tanaman: Dari Konvensional Menuju Era Bioteknologi.....	112
6.3 Dinamika Bioteknologi dalam Pemuliaan Tanaman: Transformasi Presisi dan Inovasi Omiks.....	114
6.4 Taksonomi Teknologi: Evolusi dan Perkembangan Mutakhir Teknik Bioteknologi dalam Pemuliaan Tanaman	118
6.5 Rekayasa Genetika: Arsitektur Molekuler dalam Transformasi Sifat Tanaman	122
6.6 KESIMPULAN	124
BAB 7: Pengantar Ilmu Benih	127
Dr. Ir. Muhamad Noor Azizu, S.P., M.Si.	127
7.1 Definisi dan Pentingnya Benih Berkualitas.....	127
7.2 Morfologi dan Anatomi Benih	130

7.3 Perkembangan Benih.....	133
7.4 Komposisi Kimia Benih	136
7.5 Klasifikasi Benih	139
7.6 Latihan Soal Essay	142
BAB 8: Produksi Benih Berkualitas	144
Ega Faustina, S.P., M.Si.	144
8.1 Sistem Perbenihan Nasional.....	144
8.2 Kelas-Kelas Benih.....	146
8.3 Standar Lapangan dan Roguing	148
8.4 Panen dan Penanganan Benih.....	150
8.5 Pengolahan dan Pengelompokan Benih	151
8.6 Latihan Soal Esai (5 Pertanyaan)	153
BAB 9: Pengujian dan Sertifikasi Benih	155
Dr. Eka Susila N., S.P., M.P.	155
9.1 Pengambilan Sampel Benih.....	155
9.2 Uji Kemurnian dan Analisis Fisik.....	159
9.3 Uji Daya Berkecambah	161
9.4 Uji Vigor Benih	164
9.5 Sertifikasi Benih dan Labelisasi	167
9.6 Latihan Soal.....	170
BAB 10: Penyimpanan dan Distribusi Benih	171

Asri Mulya Ashari, S.P., M.P.	171
10.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Viabilitas	171
10.2 Kondisi Penyimpanan Optimal	176
10.3 Perawatan Benih Sebelum Penyimpanan	180
10.4 Pengemasan Benih	186
10.5 Distribusi Dan Pemasaran Benih.....	189
10.6 LATIHAN SOAL.....	192
DAFTAR PUSTAKA	194
PROFIL PENULIS	221

DAFTAR PUSTAKA

- Abadía, M. B., Castillo, L. A., Alonso, Y. N., Monterubbianesi, M. G., Gisele Maciel, A., & Bartosik, R. E. (2024). Germination and Vigor of Maize Seeds : Pilot-Scale Comparison of Low-Oxygen and Traditional Storage Methods. *Agriculture*, 14(1268), 1–14.
- Acquaah, G. (2012). *Principles of Plant Genetics and Breeding* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Adetunji, A. E., Adetunji, T. L., Varghese, B., Naidoo, S., & Pammenter, N. W. (2021). Oxidative stress, ageing and methods of seed invigoration: An overview and perspectives. *Agronomy*, 11(12), 2369. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122369>
- Agustiansyah, Timotiwu, P. B., Pramono, E., & Maryeta, M. (2021). Pengaruh Priming pada Vigor Benih Cabai (*Capsicum annum* L .) yang Dikecambahkan pada Kondisi Cekaman Aluminium. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol.*, 21(3), 204–211.
- Alam, O., & Purugganan, M. (2024). Domestication and the evolution of crops: Variable syndromes, complex genetic architectures, and ecological entanglements. *Plant Cell*, 36(2), koae013. <https://doi.org/10.1093/plcell/koae013>

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science.
- Alemayehu, S., Abera, F. A., Ayimut, K. M., Darnell, R., Mahroof, R., Harvey, J., & Subramanyam, B. (2023). Effects of Storage Duration and Structures on Sesame Seed Germination, Mold Growth, and Mycotoxin Accumulation. *Toxins*, 15(39), 1–17.
- Alimuddin, S., Ralle, A., & Asmilawati. (2025). Seed Priming of Stored Soybean (*Glycine max* L.) Using *Moringa oleifera* Leaf Extract. *Jurnal Agrotek*, 9(2), 183–192.
- Allard, R. W. (1999). *Principles of Plant Breeding* (2nd ed.). Wiley.
- Anand, A., Subramanian, M., & Kar, D. (2023). Teknik pemuliaan untuk menghasilkan peningkatan genetik yang lebih tinggi. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1076094. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1076094>
- Asnawati & Listiawati, A. (2024). Keragaan dan Karakter Fase Pertumbuhan In Vitro Putatif Mutan Anggrek Hitam Kalbar Hasil Induksi Mutasi Secara Kimia. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 11(1), 64–72. <https://doi.org/10.33084/daun.v11i1.6854>
- Asnawati, & Listiawati, A. (2025). Modification of generic growing media in the context of producing quality chrysanthemum seeds with tissue culture technology. *Brazilian Journal of Development*, 11(10), e82842. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n10-036>

- Asnawati, A., Mustaqim, M., & A. Listiawati. (2023). Pertumbuhan Anggrek Hitam pada Simulasi Cekaman Kekeringan Menggunakan Polietilen Glikol secara In Vitro. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 10(2), 205–214. <https://doi.org/10.33084/daun.v10i2.5338>
- Bado, S., Yamba, NGG, Sesay, JV, Laimer, M., & Forster, BP (2018). Pemuliaan mutasi tanaman untuk peningkatan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif: Keberhasilan dan tantangan. *Agronomi* , 8(12), 28. <https://doi.org/10.1079/pavsnmr201712028>
- Bakhtavar, M. A., Afzal, I., & Basra, S. M. A. (2019). Moisture adsorption isotherms and quality of seeds stored in conventional packaging materials and hermetic Super Bag. *PloS One*, 14(2), 1–11.
- Barcaccia, G., Farinati, S., Draga, S., Betto, F., Palumbo, F., Vannozzi, A., & Lucchin, M. (2023). Wawasan dan kemajuan terkini tentang kemandulan jantan pada tanaman: Teknologi pemuliaan presisi baru berdasarkan aplikasi penyuntingan genom. *Frontiers in Plant Science* , 14, 1223861. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1223861>
- Begna, T. (2021). Conventional Breeding Methods Widely used to Improve SelfPollinated Crops. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*. 7(1):1-16.
- Benatti, TR, Ferreira, FM, da Costa, RML, Moraes, MLT, & Tambarussi, E. (2025). Mempercepat jalur seleksi klon

- eukaliptus melalui uji keturunan hasil kloning dan data molekuler. *Journal of Experimental Botany*, 76(4), 342. <https://doi.org/10.1186/s13007-025-01342-3>
- Bernardo, R. (2010). *Breeding for Quantitative Traits in Plants* (2nd ed.). Stemma Press.
- Bhardwaj, S., Kumari, M., Chethan, T., Hosamani, M., Paul, M., Moirangthem, A., ... & Verma, S. (2025). Kemajuan dalam mikropropagasi dan kultur jaringan untuk tanaman hortikultura: Sebuah tinjauan. *Biologi Sel Tumbuhan dan Biologi Molekuler*, 26(11), 1210039. <https://doi.org/10.56557/pcbmb/2025/v26i11-1210039>
- Birchler, J. A., Yao, H., & Chudalayandi, S. (2010). Unraveling heterosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(Suppl 1), 11757–11758. <https://doi.org/10.1073/pnas.1008779107>
- Bird, A. (2002). DNA methylation patterns and epigenetic memory. *Genes & Development*, 16(1), 6–21. <https://doi.org/10.1101/gad.947102>
- Bird, A. (2007). Perceptions of epigenetics. *Nature*, 447, 396–398. <https://doi.org/10.1038/nature05913>
- Bohra, A., Tiwari, A., Kaur, P., Ganie, S. A., Raza, A., Roorkiwal, M., Mir, R. R., Fernie, A. R., Šmkal, P., & Varshney, R. K. (2022). The key to the future lies in the past: Insights from grain legume domestication and improvement should inform

- future breeding strategies. *Plant Cell Physiology*, 63(7), 1068-1087. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcac086>
- Bradshaw, J. (2022). Sejarah singkat dampak genetika kentang pada pemuliaan kultivar kentang tetraploid untuk perbanyakan umbi. *Penelitian Kentang*, 65, 17. <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09517-w>
- Branković-Radojević, D., Milijanović, M., & Petrović, T. (2023). Perbedaan dalam aturan pengujian benih nasional dan internasional. *Ilmu dan Teknologi Benih*, 51(2), 25-35.
- Bunjkar, A., Walia, P., & Sandal, S. S. (2024). Unlocking genetic diversity and germplasm characterization with molecular markers: Strategies for crop improvement. *Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering*, 27(6), 8873. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i6873>
- Callipo, P., Schmidt, M., Strack, T., Robinson, H., Vasudevan, A., & Voss-Fels, KP (2025). Memanfaatkan keragaman klonal pada tanaman anggur: Dari wawasan genomik hingga aplikasi pemuliaan modern. *Genetika Teoritis dan Terapan*, 138, 986. <https://doi.org/10.1007/s00122-025-04986-w>
- Carvalho, ER, Reis, VUV, Carvalho, MLM, Rocha, DK, Caetano, CC, & Fernandes, N. (2024). Validasi metodologi uji perkecambahan menggunakan kertas gulung plus vermikulit untuk benih kedelai yang telah diberi perlakuan. *Jurnal Ilmu Benih*, 46(8), 282001.
- Casacuberta, J., Jackson, S. A., Panaud, O., Purugganan, M. D., & Wendel, J. F. (2016). Evolution of plant phenotypes, from

- genomes to traits. *G3: Genes|Genomes|Genetics*, 6(3), 25502. <https://doi.org/10.1534/g3.115.025502>
- Charlesworth, D., & Willis, J. H. (2009). The genetics of inbreeding depression. *Nature Reviews Genetics*, 10, 783–796. <https://doi.org/10.1038/nrg2664>
- Chen, ST, Li, MW, Wong, HY, Wong, F., Wu, T., Gai, J., Han, T., & Lam, H. (2022). Peraturan jaminan mutu benih dan sistem sertifikasi dalam produksi kedelai—Perspektif Tiongkok dan internasional. *Pertanian* , 12(5), 624.
- Chen, X. (2010). Small RNAs and their roles in plant development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 26, 21–44. <https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-100109-104132>
- Chiaravallotti, I., Lin, J., Arief, V., Jahufer, Z., Osorno, J., McClean, P., & HoyosVillegas, V. (2024). Simulasi berbagai skenario strategi pemuliaan pada kacang buncis untuk menilai akurasi seleksi genomik dan pembaruan model. *Genetika Teoretis dan Terapan* , 137(2), 20388.
- Choi, K., & Henderson, I. R. (2015). Meiotic recombination hotspots. *Nature Reviews Genetics*, 16, 297–311. <https://doi.org/10.1038/nrg3930>
- Cieslak, O.J.,• Thomas H. Tai, T.H., Kumlehn, J., Till, B.J. 2017. Biotechnologies for Plant Mutation Breeding. Springerlink.
- Collard, B. C. Y., & Mackill, D. J. (2008). Marker-assisted selection: An approach for precision plant breeding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 557–572. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2170>

- Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B., & Pang, E. C. K. (2005). An introduction to markers, QTL mapping and marker-assisted selection. *Euphytica*, 142, 169–196. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-1681-5>
- Copeland, L. O., & McDonald, M. B. (2012). *Principles of Seed Science and Technology* (4th ed.). Springer New York, NY.
- Corbineau, F. (2024). The Effects of Storage Conditions on Seed Deterioration and Ageing : How to Improve Seed Longevity. *Seeds*, 3, 56–75.
- Cotae, OV, do Amaral, CS, & de Carvalho, MM (2025). Mengoptimalkan produksi benih kedelai: Mengintegrasikan DMAIC dan penyiangn untuk peningkatan efisiensi. *International Journal of Lean Six Sigma* , 16(1), 133–150. <https://doi.org/10.1108/ijlss-09-2024-0208>
- Crouch, D. J. M., & Bodmer, W. F. (2020). Polygenic inheritance, GWAS, polygenic risk scores, and the search for functional variants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(45), 28005–28012. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005634117>
- Dai, J., Wen, Z., Ali, M., Huang, J., Liu, S., Zhao, J., Pinheiro, F., Yang, C., Wang, B., Ye, L., Guan, X., & Zhou, J. (2025). SeedGerm-VIG: Sebuah pipeline terbuka dan komprehensif untuk mengukur kekuatan benih pada gandum dan tanaman sereal lainnya menggunakan analisis fenotip dinamis yang didukung pembelajaran mendalam. *GigaScience*, 14(10), giaf129.

- de Medeiros, AD, León, MJZ, Silva, LJ, Oliveira, AMS, & Dias, DCFS (2020). Hubungan antara morfologi internal dan kualitas fisiologis biji paprika selama pematangan buah dan penyimpanan. *American Journal of Plant Sciences*, 11(7), 1021.
- Dewi, E.S. 2016. Buku ajar Mata Kuliah Pemuliaan Tanaman Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Faperta Unimal. Lhokseumawe
- Doshi, J., Patel, V., Patel, JB, & Patel, JA (2024). Kuantifikasi peningkatan kualitas dalam pengolahan benih gandum. *Jurnal Teknik Pertanian*, 55(4), 1536.
- Duvick, D. N. (1999). Heterosis: Feeding people and protecting natural resources. *Genetics*, 152, 145–151.
- Elshire, R. J., Glaubitz, J. C., Sun, Q., Poland, J., Kawamoto, K., Buckler, E. S., & Mitchell, S. E. (2011). A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach. *PLoS ONE*, 6(5), e19379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019379>
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics* (4th ed.). Longman.
- Fang, D., Zhao, X., Pan, Y., Qiao, J., Xu, Y., Chai, E., & Li, Y. (2025). Kriteria penyaringan untuk benih *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. berkualitas tinggi dari Dataran Tinggi Ordos. *Laporan Ilmiah*, 15, 5736.
- Fathoni, A., Hidayat, R., & Santoso, J. (2025). Kualitas fisik dan fisiologis benih padi varietas Inpari 32 pada umur panen, jenis kemasan, dan durasi penyimpanan yang berbeda. *Jurnal*

- Pertanian Tropis & Ilmu Lingkungan* , 14(5), 1869–1881. <https://doi.org/10.23960/jtepl.v14i5.1869-1881>
- Finkelstein, R. (2013). Absciscic acid synthesis and response. *The Arabidopsis Book*, 11, e0166. <https://doi.org/10.1199/tab.0166>
- Flint-Garcia, S. A., Thornsberry, J. M., & Buckler, E. S. (2003). Structure of linkage disequilibrium in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 54, 357–374.
- Ganigara, BS, Doddagoudar, S., Hiremath, U., Hosamani, A., & Maruti, K. (2024). Pengaruh pengelompokan ukuran biji terhadap parameter fisiologis pada kacang pigeon pea cv. GRG152. *Jurnal Biologi Terapan & Bioteknologi* , 27(1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i111678>
- Gazzana, D., Avinio, RS, Tonetto, T., Malheiros, AC, Lencina, KH, & Bisognin, D. (2024). Pemilihan *Acacia mearnsii* untuk perbanyakan dengan cabang kecil. *Pedesaan Ciência* , 54(4), 0103-8478. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220081>
- Geneti, D. (2024) ‘A review of coping with climate change: Role of plant breeding for food and agriculture’, *Journal of Environment and Earth Science*, 14(2), pp. 10–18.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818.
- Gomez-Fernández, A. (2025). Reconstructing the evolutionary history of herbaceous crops through trait-based

- ecology. *American Journal of Botany*, 112(10), 70107. <https://doi.org/10.1002/ajb2.70107>
- Grattapaglia, D., Silva-Junior, O. B., Resende, R. T., Cappa, E. P., Müller, B. S. F., Tan, B., & El-Kassaby, Y. A. (2018). Quantitative genetics and genomics to accelerate tree breeding. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1693. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01693>
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2015). *Introduction to Genetic Analysis* (11th ed.). W.H. Freeman.
- Guloksuz, T., Eker, AH, & Demir, I. (2026). Uji daya tumbuh benih untuk memprediksi kualitas benih setelah penyimpanan pada kumpulan benih bayam. *Ilmu dan Teknologi Benih* , 54(1), 1-15.
- Guzzon, F., Costich, D. E., Afzal, I., Barquero, L. B., Antonio, A., Vargas, M., Ramírez, E. V., Bello, P., Dahal, P., Cano, C. S., Espinosa, C. Z., Imran, S., Patolo, S., Tukia, T. N., & Asbrouck, J. Van. (2024). Applications of dry chain technology to maintain high seed viability in tropical climates. *PeerJ*, 1–34. <https://doi.org/10.7717/peerj.18146>
- Hare, K., Alizadeh, M., Singh, D., Singh, U., Chauhan, N., Eftekhari, M., & Sadh, RK (2016). Variasi somaklonal dan aplikasinya dalam peningkatan tanaman hortikultura. *Jurnal Bioteknologi* , 5(2), 389-407. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0389-7>
- Hartl, D. L., & Clark, A. G. (2007). *Principles of Population Genetics* (4th ed.). Sinauer Associates.

- Hasan, N., Choudhary, S., Naaz, N., Sharma, N., & Laskar, R. A. (2021). Recent advances in marker-assisted breeding. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19, 231. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00231-1>
- Heffner, E. L., Sorrells, M. E., & Jannink, J.-L. (2009). Genomic selection for crop improvement. *Crop Science*, 49, 1–12. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.08.0512>
- Henderson, C. R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction. *Biometrics*, 31, 423–447.
- Hickey, J. M., Chiurugwi, T., Mackay, I., Powell, W., & others. (2019). Genomic prediction unifies animal and plant breeding programs to form platforms for biological discovery. *Nature Genetics*, 51, 1297–1303. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0470-5>
- Hickey, L. T., et al. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. *Nature Biotechnology*, 37(7), 744-754.
- Hickey, L. T., Hafeez, A. N., Robinson, H., Jackson, S. A., Leal-Bertioli, S. C., Tester, M., and Wulff, B. B. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. *Nature Biotechnology*, 37(7), 744-754. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0152-9>
- Hospital, F. (2005). Selection in backcross programmes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360, 1503–1511. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1670>
- Hunter, M. C., Smith, R. G., Schipanski, M. E., Atwood, L. W., & Mortensen, D. A. (2017). Agriculture in 2050: Recalibrating

- targets for sustainable intensification. *BioScience*, 67(4), 386-391.
- Indrianti, MA, Hala, J., Mokoginta, M., Ervandi, M., & Fahrullah. (2021). Studi sertifikasi benih padi di pusat pengawasan sertifikasi benih Provinsi Gorontalo. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* , 819(1), 012074.
- ISTA, I. S. testing A. (2024). International Rules for Seed Testing 2024. In *International Rules for Seed Testing* (Vol. 6, Issue January, p. 14). The Internasional Seed testing Association (ISTA). <https://doi.org/https://doi.org/10.15258/istarules.2023.I>
- Itoh, J., & Sato, Y. (2023). Understanding plant development for plant breeding. *Breeding Science*, 73(1), 1-9. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.73.1>
- Jiang, C., & Zeng, Z.-B. (1995). Multiple trait analysis of genetic mapping for quantitative trait loci. *Genetics*, 140, 1111–1127.
- Justice, O. L., Bass, L. N., & Rusli, R. (1994). *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih* (2nd ed.). Raja Grafindo Persada.
- Kartasapoetra, A. G. (1991). *Hama Hasil Tanaman dalam Gudang* (2nd ed.). Rineka Cipta.
- Kaur, M., Kaur, N., Singh, T. P. A. L., & Singh, R. (2020). Effect of Packaging Materials on Seed Quality Attributes of Basmati Rice during Seed Storage under Ambient Environmental Conditions. *Seed Res*, 48(1), 42–48.
- Kaviyarasu, P., Sujatha, K., Albert, VA, Ragavan, T., & Anand, G. (2025). Standarisasi teknik prosedur pengujian benih pada

- sunnhemp (*Crotalaria juncea*) var ADT 1. *Tanaman*, 14(8), 6088.
- Kawakatsu, T., & Ecker, J. R. (2019). Diversity and dynamics of DNA methylation. *Plant Cell Physiology*, 60(1), 1–12.
- Khajeh-hosseini, M., Cheshmeh-sefidi, R., & Yaghoubi, F. (2025). Evaluation of camelina (*Camelina sativa*) seed quality during storage in relation to seed moisture and temperature. *Seed Science and Technology*, 53(1), 91–104.
- Kole, C. (Ed.). (2021). *Genomic designing for biotic stress resistant cereal crops*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75875-2>
- Kouser, HM, Patil, NB, Shudeer, Bankar, AH, Changdeo, WB, & Kumar, M. (2024). Tinjauan tentang Penyeimbangan Upaya Seleksi Genomik untuk Pemuliaan Tanaman Allogami. *Biologi Sel Tumbuhan dan Biologi Molekuler*, 25(11), 128899. <https://doi.org/10.56557/pcbmb/2024/v25i11-128899>
- Kouzarides, T. (2007). Chromatin modifications and their function. *Cell*, 128, 693–705. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2007.02.005>
- Krist, A., & Nagy, J. (2025). Sebuah fajtakitermeszts rendszere, metodikja. *Zöldségvédelmi*, 1(1), 487. <https://doi.org/10.12666/zv1ar487>
- Kumar, DE (2025). Aplikasi teknologi sekuensing generasi berikutnya (NGS) untuk pemuliaan yang efisien, jaminan mutu dan pengujian benih. *Penelitian Benih*, 53(2), 1-20.

- Kumar, S., Jacob, S., Mir, R. R., Vikas, V., Kulwal, P., Chandra, T., Kaur, S., Kumar, U., Kumar, S., Sharma, S., Singh, R., Prasad, S., Singh, A., Singh, A. K., Kumari, J., Saharan, M., Bhardwaj, S., Prasad, M., Kalia, S., & Singh, K. (2022). Indian wheat genomics initiative for harnessing the potential of wheat germplasm resources for breeding disease-resistant, nutrient-dense, and climate-resilient cultivars. *Frontiers in Genetics*, 13, 834366. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.834366>
- Kurnia, T. D., Pudjihartati, E., & Hasan, L. T. (2016). Bio-Priming Benih Kedelai (Glycine Max (L .) Merrill) untuk Meningkatkan Mutu Perkecambahan. *Biota*, 1(2), 62–67.
- Kuswanto, H. (2003). *Teknologi Pemrosesan Pengemasan dan Penyimpanan Benih*. Kanisius.
- Labroo, MR, Studer, AJ, & Rutkoski, J. (2021). Heterosis and Hybrid Crop Breeding: A Multidisciplinary Review. *Frontiers in Genetics* , 12, 643761. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.643761>
- Lara, SN, Shimelis, H., Laing, M., Mohammed, M., & Mathew, I. (2020). Metodologi untuk hibridisasi pada tanaman yang sebagian besar melakukan penyerbukan sendiri: Sebuah tinjauan. *Ilmu Tanaman*, 60(6), 2860-2880.
- Law, J. A., & Jacobsen, S. E. (2010). Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns. *Nature Reviews Genetics*, 11, 204–220. <https://doi.org/10.1038/nrg2719>

- Lestari, EG (2016). Kombinasi variasi somaklonal dan mutagenesis untuk peningkatan tanaman. *Jurnal Biologi Indonesia* , 8(1), 38-44. <https://doi.org/10.21082/jbio.v8n1.2012.p38-44>
- Li, A., Hao, C., Wang, Z., Geng, S., Jia, M., Wang, F., Han, X., Kong, X., Yin, L., Tao, S., Deng, Z., Liao, R., Sun, G., Wang, K., Ye, X., Jiao, C., Lu, H., Zhou, Y., Liu, D., Fu, X., Zhang, X., & Mao, L. (2022). Wheat breeding history reveals synergistic selection of pleiotropic genomic sites for plant architecture and grain yield. *Molecular Plant*, 15(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2022.01.004>
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., et al. (2021). *Molecular Cell Biology* (9th ed.). W.H. Freeman.
- Lynch, M., & Walsh, B. (1998). *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. Sinauer Associates.
- Lyu, J. I., et al. (2013). Integration of conventional and molecular breeding: A new strategy for crop improvement. *Plant Breeding and Biotechnology*, 1(4), 319-328.
- Lyzenga, W. J., Pozniak, C., & Kagale, S. (2021). Advanced domestication: Harnessing the precision of gene editing in crop breeding. *Plant Biotechnology Journal*, 19(5), 958-970. <https://doi.org/10.1111/pbi.13576>
- Ma'sumah, Moeljani, I. R., & Sutini. (2024). Study of Types of Packaging Materials and Storage Temperature on The Quality of Soybean Seeds (*Glycine max* L . Merrill). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 13(4), 1160–1170.

- Majumder, S., Igamberdiev, A., & Debnath, S. (2025). Variasi somaklonal dan fidelitas klonal dalam mikropropagasi komersial: Tantangan dan perspektif. *Agronomi*, 15(6), 1489. <https://doi.org/10.3390/agronomy15061489>
- Manojkumar, D. S., & Padmavathi, S. (2026). Effect of Different Seed Priming on Seed Quality and Storability of Sesame (*Sesamum indicum* L .). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 29(2), 272–279.
- Marcos Filho, J. (2015). Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4), 363-374. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>
- Meitankeisangbam, B., Singh, T. B., Devi, Y. M., & Devi, S. C. (2024). Physiological impacts of seed ageing on germination and seedling vigour in Brassica species. *International Journal of Multidisciplinary Research and Reviews*, 6(6), 32518. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i06.32518>
- Messyana., Asnawatii, T Palupi., 2024. Pengaruh Nutrisi Hidroponik Terhadap Perbanyakan Tanaman Krisan Secara In Vitro. *Jurnal Agros* 26(2): 2340-2346
- Metzker, M. L. (2010). Sequencing technologies—the next generation. *Nature Reviews Genetics*, 11, 31–46. <https://doi.org/10.1038/nrg2626>
- Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide markers. *Genetics*, 157, 1819–1829.

- Michael, T. P., & Jackson, S. A. (2013). The first 50 plant genomes. *The Plant Genome*, 6(2).
<https://doi.org/10.3835/plantgenome2013.03.0001>
- Milivojević, M., Ripka, Z., & Petrović, T. (2018). Perubahan aturan ISTA dalam pengujian perkecambahan benih di awal abad ke-21. *Jurnal Manajemen Proses*, 18(1), 40-50.
- Mulyani, Y., Ilyas, S., & Machmud, M. (2019). Pengembangan Bioformulasi sebagai Perlakuan Benih untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Bakteri dan Meningkatkan Hasil Benih Padi. *Scientific Repository*.
- Mutambauki, K., & Likhayo, P. (2021). Efikasi berbagai teknologi penyimpanan kantong hermetik terhadap hama serangga dan kejadian aflatoksin pada biji jagung simpanan. *Bulletin of Entomological Research*, 111(4).
- Muzahidur, M., Bhuiyan, R., Noman, I. R., Aziz, M., Rahaman, M., Islam, R., Tofayel, M., Manik, G., & Das, K. (2025). *Transformation of Plant Breeding Using Data Analytics and Information Technology: Innovations , Applications , and Prospective Directions*. 17(1), 1–10.
- N'Danikou, S., Nickas, J., Shango, A. J., & Kilasi, N. (2024). Derivation of seed viability constants (K E and C W) and prediction of longevity of Solanum aethiopicum seeds. *Seed Science and Technology*, 52(2), 193–203.
- Nadeem, M. (2024). Kualitas benih kapas dan fisiologi penyimpanan dalam kaitannya dengan teknik panen dan penyimpanan pasca

- panen. *Jurnal Internasional Pertanian dan Biosains* , 15(2), 2298. <https://doi.org/10.17957/ijab/15.2298>
- Nagaraju, D. (2023). Perspektif benih dan sertifikasi benih dalam ketahanan pangan dan pertumbuhan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Internasional untuk Penelitian Multidisiplin*, 5(6), 8413.
- Nagaraju, D. (2023). Perspektif benih dan sertifikasi benih dalam ketahanan pangan dan pertumbuhan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Internasional Penelitian dan Analisis Multidisiplin* , 5(6), 8413. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.8413>
- Naidoo, S., Laurie, S., Booyse, M., Shimelis, H., Laing, M., & Mphela, W. (2024). Seleksi klonal generasi awal ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) menggunakan skema pemuliaan yang dipercepat. *Euphytica* , 220, 24. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03276-0>
- Nelwadker, RR, & Deshpande, VK (2022). Uji daya tumbuh benih: Tinjauan umum. *Jurnal Internasional Penelitian Lanjutan dalam Sains dan Teknologi Komunikasi*, 5(6), 5680.
- Newton, A. C., Akar, T., Baresel, J. P., Bebeli, P. J., Bettencourt, E., Bladenopoulos, K., Czembor, J. H., Fasoula, D. A., Katsiotis, A., Koutis, K., Koutsika-Sotiriou, M., Kovcs, G., Larsson, H., Pinheiro de Carvalho, M. A., Rubiales, D., Russell, J., dos Santos, T. M. M., & Patto, M. C. V. (2009). Cereal landraces for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for*

- Sustainable Development*, 30(2), 237-269. <https://doi.org/10.1051/agro/2009032>
- Olaoni, S., Luthra, K., & Atungulu, G. (2024). Dampak ketebalan biji terhadap perkecambahan dan vigor benih padi. *Applied Engineering in Agriculture*, 15(7), 757. <https://doi.org/10.13031/aea.15757>
- Olaoni, S., Luthra, K., & Atungulu, G. (2025). Use of X-ray imaging to elucidate impacts of drying conditions and storage on seed rice germination and vigor. *Drying Technology*, 2538177. <https://doi.org/10.1080/07373937.2025.2538177>
- Pathirana, R. (2021). Mutations in plant evolution, crop domestication and breeding. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 24(3), 5551. <https://doi.org/10.4038/tare.v24i3.5551>
- Perdana, M. A., Moeljani, I. R., & Soedjarwo, D. P. (2023). Pengaruh Masa Simpan dan Suhu Simpan Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Coating Kedelai. *Jurnal Agrium*, 20(1), 1–7.
- Phillips, P. C. (2008). Epistasis—the essential role of gene interactions. *Nature Reviews Genetics*, 9, 855–867. <https://doi.org/10.1038/nrg2452>
- Pothuvaal, 2025 Genetic Technology, Transforming the Future. Educohack Press. https://books.google.co.id/books?id=4oY7EQAAQBAJ&pg=PT38&dq=genetic+technology&hl=id&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwjBoKvq4Z-UAXvWltAFHbVPA0YQ6AF6BAgLEAM

- Prapto Yudono. (2021). *Ilmu dan Teknologi Benih Rekalsitran Tanaman Buah dan Perkebunan*. Gadjah Mada University Press.
- Prasad, SR, Chauhan, JS, & Sripathy, KV (2017). Tinjauan sistem dan strategi jaminan mutu benih nasional dan internasional untuk meningkatkan rantai produksi benih tanaman pangan di India. *Jurnal Ilmu Pertanian India*, 87(3), 68592.
- Qiang He, Huafeng Deng, Pingyong Sun, Wuhan Zhang, Fu Shu, Junjie Xing, Zhirong Peng (2020). Hybrid Rice. Engineering, Volume 6, (9) :967-973
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.08.005>.
- Quadrana, L., & Colot, V. (2016). Plant transgenerational epigenetics. *Annual Review of Genetics*, 50, 467–491.
<https://doi.org/10.1146/annurev-genet-120215-035254>
- Rafalski, A. (2010). Association genetics in crop improvement. *Current Opinion in Plant Biology*, 13, 174–180.
<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.12.004>
- Rai, PK, Sahi, VP, Singh, BA, Dayal, A., Bara, BM, & Reddy, MLSS (2025). Optimasi ukuran saringan untuk meningkatkan kualitas benih dan perkecambahan pada genotipe gandum (*Triticum aestivum* L.) AAIW6 dan AAIW9. *Penelitian Benih* , 53(1), 9. <https://doi.org/10.56093/sr.v53i1.9>
- Razzaq, A., Kaur, P., Akhter, N., Wani, S. H., & Saleem, F. (2019). Next-generation breeding strategies for climate-resilient crops. *Agronomy*, 9(11), 728.
<https://doi.org/10.3390/agronomy9110728>

- Reed, RC, Iqbal, R., Sundaresan, V., & Khanday, I. (2025). Menemukan kembali pewarisan: Perbanyak klonal tanaman melalui biji dengan apomiksis. *Critical Reviews in Plant Sciences* , 44(1), 2519701. <https://doi.org/10.1080/07352689.2025.2519701>
- Reis, V. U. V., Carvalho, E. R., & Khanday, I. (2026). Seed treatment technologies: Effects on physical, functional, and physiological seed quality. *Plant Science*, 365, 113013.
- Roca, P., Shrestha, S., Adhikari, SP, Neupane, A., Shreepaili, B., & Bista, MK (2024). Tinjauan tentang estimasi parameter genetik, asosiasi sifat, dan analisis multivariat untuk peningkatan tanaman. *Jurnal Internasional Agronomi dan Penelitian Pertanian* , 9(3), 29-45.
- Sajad, S. oed. (1993). *Dari Benih kepada Benih* (1st ed.). Grasindo.
- Salse, J., R. L. Barnard, C.V. Fourrey, and H. Rouached. 2024. Strategies for breeding crops for future environments. Trends in Plant Science [Volume 29, Issue 3](#), March 2024, Pages 303-318. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2023.08.007>
- Sampaio, F. R., Mora-Ocampo, I. Y., Silva, F. A., Oliveira, K. R., Pirovani, C., & Barbosa, R. M. (2025). Identification of subtle differences in the physiological quality of commercial soybean seed lots using shotgun proteomics during germination. *Agronomy*, 15(3), 609. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030609>
- Sandhu, K., Merrick, L., Sankaran, S., Zhang, Z., & Carter, A. (2022). Prospectus of Genomic Selection and Phenomics in

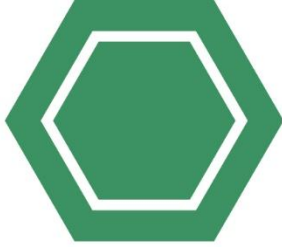
- Cereal, Legume and Oilseed Breeding Programs. *Frontiers in Genetics* , 12, 829131.
- Satheesan, A., CM, J., Tk, K., AV, S., V, J., Settu, K., Athikkayi, A., & Nageri, F. (2023). Trichoderma viride based seed biopriming strategies for quality seedling production in East Indian Sandalwood. *Research Square*, 1–23.
- Saxena, KB, Dalvi, VA, Pandey, MK, Gangashetty, PI, Srivastava, RK, Saxena, RK, Kumar, RV, & Sharma, S. (2025). Populasi Hibrida: Metode pemuliaan baru untuk tanaman legum (Leguminosae) yang sering diserbuki silang. *Plant Breeding Reviews* , 13279. <https://doi.org/10.1111/pbr.13279>
- Selemani, S., Madege, R., & Nzogela, Y. (2025). Incidence of seed-borne fungi of stored sunflower seeds (*Helianthus annuus*) in Tanzania and their influence on seed viability and vigor. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1534929. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1534929>
- Sharma, A., Shahzad, B., Rehman, A., Bhardwaj, R., Landi, M., & Zheng, B. (2019). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. *Molecules*, 24(13), 2452. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>
- Singh, A., & Pandey, MK (2024). Kemajuan dalam Pemuliaan Okra (*Abelmoschus esculentus* L.): Mengintegrasikan Genomik untuk Peningkatan Tanaman. *Jurnal Biologi Pertanian dan Terapan* , 27(5799). <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i5799>

- SJ, B., DS, U., Doggalli, G., Dasanal, K., Kavya, & GR, V. G. (2024). Effect of seed treatments on storability in onion seeds (*Allium cepa* L.). *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(3), 583–586.
- Slatkin, M. (2008). Linkage disequilibrium—understanding the evolutionary past. *Nature Reviews Genetics*, 9, 477–485. <https://doi.org/10.1038/nrg2361>
- Sori, A., Bishaw, Z., Fikre, A., Dejene, M., & Kaske, K. (2025). Penilaian kualitas benih buncis (*Cicer arietinum* L.) yang disimpan di lahan pertanian di Ethiopia tengah. *Ilmu Kacangkacangan*, 70020.
- Souza, L. R. de, Lima, L. K. S., Aud, F. F., Junghas, T. G., Costa, E. M. R., Santos, I. S. dos, Sampaio, S. R., Zanon Santana Goncalves, T. L. S., & Jesus, O. N. de. (2024). Physiological quality of *Passiflora edulis* Sims seeds evaluated by different processing methods, storage times and packages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 53(5), 1890–1907. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01140671.2024.2424851>
- Springer, N. M., & Schmitz, R. J. (2017). Exploiting epigenetic variation in crop improvement. *Nature Reviews Genetics*, 18, 563–575. <https://doi.org/10.1038/nrg.2017.45>
- Susila, E., Hardaningsih, W dan Srimaningsih, M. (2025). Bahan Ajar Mata Kuliah Ilmu Benih Tropis. Magister Terapan Ketahanan Pangan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. 2025.

- Sutopo, L. (2002). *Teknologi Benih (edisi revisi)*. PT. Radja Grafindo Persada.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yuniarti, R. (2016). Teknik Pemuliaan Tanman. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tehulie, NS, Mekonnen, F., Mekonnen, A., Hassen, A., Ebrahim, S., & Abebe, S. (2025). Pengembangan, Pemeliharaan, Keunggulan dan Prestasi Varietas Komposit dan Sintetis: Sebuah Tinjauan. *Penelitian Pertanian* , 289. <https://doi.org/10.18805/ag.rf-289>
- Tessema, L., Kakuhenzire, R., & McEwan, MA (2025). Jaminan mutu bibit kentang di Ethiopia: Analisis sistem dan pertimbangan praktik jaminan mutu yang dinyatakan. *Pertanian* , 15(5), 517. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050517>
- Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818–822. <https://doi.org/10.1126/science.1183700>
- Tilakraj Singh, T. (2025). Status kualitas benih padi petani di distrik perbukitan Manipur. *Arsip Internasional Kesehatan dan Biosains* , 37(2), 6.
- Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818.
- Traykov, V., & Hristova-Cherbadzhi, M. (2025). Penggunaan heterosis pada pemuliaan jagung dan bunga matahari. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* , 53(03). <https://doi.org/10.61308/neci5303>

- Triani, N. (2021). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Daya Berkecambah Benih Leci (*Litchi chinensis* , Sonn .). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 05(1), 346–352.
- Usman, M., Hussain, N., & Afzal, I. (2024). Penyimpanan hermetis menjaga kualitas benih dan meminimalkan kehilangan daya tumbuh benih pada kapas (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Botany* , 56(6), 1–12. [https://doi.org/10.30848/pjb2025-2\(24\)](https://doi.org/10.30848/pjb2025-2(24))
- Uzair, M., Abbas, A., Rehman, A., & Haider, MZ (2024). Teknologi modern untuk meningkatkan tanaman pangan. *Dasar-dasar Biokimia dan Bioteknologi untuk Penelitian Keberlanjutan Jurnal* , 2(1). <https://doi.org/10.64013/bbasrjlifess.v2024i1.31>
- Varshney, R. K., Bohra, A., Roorkiwal, M., Barmukh, R., Cowling, W. A., Chitikineni, A., and Siddique, K. H. (2021). Fast-forward breeding for a food-secure future. *Trends in Genetics*, 37(12), 1124–1136. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2021.08.002>
- Varshney, R. K., Graner, A., & Sorrells, M. E. (2005). Genomics-assisted breeding for crop improvement. *Trends in Plant Science*, 10, 621–630. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.004>
- Visscher, P. M., Hill, W. G., & Wray, N. R. (2008). Heritability in the genomics era. *Nature Reviews Genetics*, 9, 255–266. <https://doi.org/10.1038/nrg2322>
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular structure of nucleic acids. *Nature*, 171, 737–738. <https://doi.org/10.1038/171737a0>

- Weitbrecht, K., Müller, K., & Leubner-Metzger, G. (2011). First off the mark: Early seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 62(8), 3185-3210. <https://doi.org/10.1093/jxb/err030>
- Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508-513.
- Wolkis, D., Carta, A., Rezaei, S., & Hay, F. R. (2025). Seed longevity : analysing post-storage germination data in R to fit the viability equation. *Seed Science Research*, 35, 33–40.
- Yasin Sonhaji, M., Surahman, M., Ilyas, S., & Giyanto. (2013). Perlakuan Benih untuk Meningkatkan Mutu dan Produksi Benih serta Mengendalikan Penyakit Bulai pada Jagung Manis. *J. Agron. Indonesia*, 41(3), 242–248.
- Yu, J., & Buckler, E. S. (2006). Genetic association mapping and genome organization. *Current Opinion in Biotechnology*, 17, 155–160.
- Zhang, J., Xing, Z., Gu, F., Wang, Y., Wang, T., & Chen, J. (2024). Perubahan mikrobiota pada permukaan benih dan daya tumbuh benih jagung (*Zea mays*) dalam kondisi berbeda. *PLOS ONE* , 19(11), e0311258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311258>
- Zhang, S., Zeng, H., Ji, W., Yi, K., Yang, S., Mao, P., Wang, Z., Yu, H., & Li, M. (2022). Pengujian vigor benih alfalfa secara non-destruktif berbasis teknologi pencitraan multispektral. *Sensor*, 22(7), 2760.
- Zhao, J., He, Y., Huang, S., & Wang, Z. (2021). Advances in the identification of quantitative trait loci and genes involved in



Buku *Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih: Teori dan Praktik* menyajikan pembahasan mengenai upaya pengembangan varietas tanaman unggul serta pengelolaan benih yang berkualitas untuk mendukung produktivitas pertanian. Materi dalam buku ini menguraikan berbagai konsep dasar hingga penerapan yang berkaitan dengan perbaikan sifat tanaman dan produksi benih yang bermutu.

Disusun dengan bahasa yang mudah dipahami, buku ini membantu pembaca mengenal proses pemuliaan tanaman, teknik produksi benih, pengujian mutu, hingga penyimpanan benih yang tepat. Buku ini cocok untuk masyarakat umum, praktisi pertanian, maupun siapa saja yang ingin menambah wawasan tentang pentingnya benih unggul dalam mendukung ketahanan dan kemajuan sektor pertanian.

