

Yusuf Limbongan



TEKNOLOGI PEMULIAAN TANAMAN

Menginspirasi Inovasi Pertanian

Tentang Penulis



Yusuf Limbongan, dilahirkan di Tana Toraja, Propinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 21 Juni 1967. Pada tahun 1991 penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.

Sejak tahun 1994 penulis diangkat sebagai dosen tetap pada Universitas Kristen Indonesia Toraja. Tahun 1996 penulis menjabat sebagai Ketua Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian UKI Toraja, selanjutnya pada tahun 1998 penulis menjabat sebagai Pembantu Dekan Fakultas Pertanian UKI Toraja. Penulis mengikuti pendidikan magister sains pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian, kekhususan ilmu tanaman, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 1999 hingga 2001. Penulis menjabat sebagai Dekan Fakultas Pertanian UKI Toraja periode 2002 hingga 2005. Penulis menyelesaikan program doktor pada Program Studi Agronomi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Sejak tahun 1993 penulis fokus pada penelitian pemuliaan tanaman, khususnya pengembangan plasmanutfah tanaman padi local dan padi tipe baru. Sampai sekarang penulis masih aktif sebagai dosen pada mata kuliah Teknik Persilangan Buatan, Perancangan Percobaan dan Pemuliaan Tanaman.

TEKNOLOGI PEMULIAAN TANAMAN MENGINSPIRASI INOVASI PERTANIAN

Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

**TEKNOLOGI PEMULIAAN TANAMAN
MENGINSPIRASI INOVASI PERTANIAN**

Penulis : Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Ahmad Yusuf Efendi, S.Pd.

ISBN : 978-623-151-594-0

No. HKI : EC00202389006

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, SEPTEMBER 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

SAMBUTAN
REKTOR UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA

Dengan terbitnya buku berjudul Teknologi Pemuliaan Tanaman ini, kami sambut dengan baik, diiringi rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa. Buku yang ditulis oleh Yusuf Limbongan. ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan utama dalam pembelajaran dan riset dalam bidang pemuliaan tanaman.

Oleh sebab itu, saya mengharapkan semoga kehadiran buku ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Rektor,

Dr. Oktovianus Pasoloran, SE, M.Si. Ak. CA.

KATA PENGANTAR

Selamat datang dalam dunia yang penuh dengan harapan dan inovasi dalam teknologi pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman adalah salah satu disiplin ilmu yang memiliki peran krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan dunia yang terus berkembang, menghadapi perubahan iklim, dan menyelesaikan tantangan berkelanjutan dalam pertanian.

Buku ini, yang berjudul "Teknologi Pemuliaan Tanaman" merupakan sebuah panduan komprehensif yang menggali berbagai aspek teknologi pemuliaan tanaman dari dasar hingga perkembangan terbaru. Kami dengan bangga mempersembahkan buku ini kepada pembaca dari berbagai latar belakang, mulai dari para ilmuwan pertanian hingga petani yang bersemangat dan para mahasiswa yang tertarik dalam dunia pemuliaan tanaman.

Dalam perjalanan melalui halaman-halaman buku ini, disajikan konsep-konsep dasar pemuliaan tanaman seperti seleksi, rekayasa genetik, dan teknik pemuliaan konvensional. Selain itu juga, buku ini mengajak kita untuk menjelajahi bagaimana pemuliaan tanaman dapat mengatasi tantangan global, seperti peningkatan produktivitas pertanian, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan pemeliharaan keanekaragaman genetik.

Buku ini bukan hanya sebuah panduan teoritis, tetapi juga berfungsi sebagai referensi praktis dengan studi kasus, petunjuk, dan panduan untuk membantu pembaca mengaplikasikan konsep-konsep pemuliaan tanaman dalam konteks dunia nyata. Kami berharap buku ini akan memberikan wawasan yang dalam dan inspirasi untuk terlibat dalam upaya pemuliaan tanaman yang mendukung pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan.

Terima kasih kepada semua kontributor, peneliti, dan ilmuwan yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini. Kami juga berterima kasih kepada pembaca yang berdedikasi yang telah memilih buku ini sebagai sumber pengetahuan mereka. Semoga buku ini menjadi panduan yang bermanfaat khususnya dalam pemuliaan tanaman dan berkontribusi pada masa depan pertanian yang lebih cerah.

Selamat menikmati perjalanan pengembangan inovasi dalam menjelajahi teknologi pemuliaan tanaman. Semoga buku ini memberikan kontribusi yang berarti dalam menciptakan dunia pertanian yang lebih baik.

Salam hangat,

Yusuf Limbongan

DAFTAR ISI

SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
PENDAHULUAN.....	1
BAB 1 DASAR-DASAR PEMULIAAN TANAMAN.....	5
A. Konsep Dasar Pemuliaan Tanaman.....	5
B. Prinsip Genetika yang Mendasari Pemuliaan Tanaman.....	6
C. Komponen Genetik dalam Pemuliaan Tanaman: Genotipe dan Fenotipe.....	7
D. Teknik Seleksi Alamiah dan Seleksi Buatan dalam Pemuliaan Tanaman.....	8
BAB 2 SUMBER DAYA GENETIK DAN KERAGAMAN TANAMAN	9
A. Pusat-Pusat Keanekaragaman Tanaman di Dunia	10
B. Koleksi dan Pengelolaan Sumber Daya Genetik Tanaman.....	11
BAB 3 METODE-METODE KONVENSIONAL DALAM PEMULIAAN TANAMAN.....	13
A. Hibridisasi Tanaman dan Peningkatan Varietas Melalui Persilangan.....	13
B. Seleksi Keturunan.....	14
C. Konsep Heritabilitas.....	15
D. Pemuliaan Tanaman Menyerbuk Sendiri.....	18
E. Pemuliaan tanaman menyerbuk silang.	24
F. Karakteristik dan Manfaat Pemuliaan Tanaman Menyerbuk Silang	24
BAB 4 TEKNIK PEMULIAAN MODERN	33
A. Pemuliaan Tanaman Molekuler dan Penggunaan Marker Molekuler.....	33
B. Rekayasa Genetik dalam Pengembangan Varietas Transgenik.....	34
C. Penggunaan Genomik dalam Pemuliaan Tanaman.....	34

BAB 5	FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN DALAM PEMULIAAN TANAMAN	36
	A. Pengaruh Lingkungan terhadap Ekspresi Genotipe ...	36
	B. Pemilihan Varietas yang Sesuai dengan Kondisi Lingkungan	37
	C. Adaptasi Varietas terhadap Perubahan Iklim	38
BAB 6	PEMULIAAN TANAMAN UNTUK KETAHANAN DAN KUALITAS.....	39
	A. Pemuliaan Tanaman untuk Ketahanan terhadap Hama, Penyakit, dan Stres Lingkungan	39
	B. Pemuliaan Tanaman untuk Ketahanan terhadap Penyakit	40
	C. Pemuliaan Tanaman untuk Ketahanan terhadap Stress Lingkungan.....	41
	D. Peningkatan kualitas nutrisi dan Nilai Tambah Produk Tanaman.....	43
BAB 7	ETIKA DAN KEBIJAKAN DALAM PEMULIAAN TANAMAN.....	45
	A. Isu-isu Etika terkait Rekayasa Genetik dan Manipulasi Genetik pada Tanaman	45
	B. Aspek Hukum dan Kebijakan Terkait Varietas Unggul dan Hak Kekayaan Intelektual	46
	C. Kaitan antara Pemuliaan Tanaman dan Keberlanjutan Pertanian.....	47
BAB 8	MASA DEPAN PEMULIAAN TANAMAN	49
	PENUTUP.....	55
	DAFTAR PUSTAKA	58
	TENTANG PENULIS	73



**TEKNOLOGI PEMULIAAN TANAMAN
MENGINSPIRASI INOVASI PERTANIAN**

Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP



PENDAHULUAN

Pengenalan tentang pentingnya pemuliaan tanaman dalam pengembangan varietas unggul.

Pemuliaan tanaman adalah suatu proses ilmiah yang bertujuan untuk menghasilkan varietas tanaman baru yang memiliki karakteristik unggul dibandingkan dengan varietas yang sudah ada. Varietas unggul ini dapat memiliki sifat-sifat seperti hasil panen yang lebih tinggi, ketahanan terhadap hama dan penyakit, adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan, dan kualitas yang lebih baik dari segi gizi, rasa, dan tekstur. Pemuliaan tanaman berperan penting dalam mendukung produktivitas pertanian yang berkelanjutan, keberlanjutan pangan global, dan pemecahan masalah dalam pertanian modern.

Dalam sejarahnya, manusia telah melakukan seleksi alamiah tanaman yang mengarah pada perubahan sifat-sifat tanaman yang diinginkan. Namun, dengan berkembangnya ilmu genetika dan teknologi pemuliaan, manusia dapat lebih terlibat dalam proses seleksi melalui metode-metode seperti persilangan gejala atau manipulasi genetik. Varietas unggul hasil dari pemuliaan tanaman memiliki potensi untuk mengatasi tantangan seperti perubahan iklim, tekanan hama dan penyakit, serta meningkatkan kualitas pangan.

Melalui pemuliaan tanaman, kita dapat menciptakan varietas yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti kekeringan, banjir, atau tanah yang kurang subur. Pemuliaan juga dapat meningkatkan nilai gizi tanaman, seperti mengembangkan varietas padi yang lebih kaya akan zat besi atau gandum yang lebih kaya akan protein. Selain itu, pemuliaan tanaman memiliki peran penting dalam meningkatkan keberlanjutan pertanian dengan mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia melalui varietas yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit.

Tujuan dan manfaat dari pemuliaan tanaman.

Tujuan Pemuliaan Tanaman:

1. Meningkatkan Produktivitas Pertanian: Salah satu tujuan utama pemuliaan tanaman adalah menghasilkan varietas yang memiliki hasil panen yang lebih tinggi. Varietas dengan hasil panen yang lebih besar dapat memberikan sumbangan signifikan terhadap pemenuhan kebutuhan pangan global.
2. Mengembangkan Ketahanan Terhadap Hama dan Penyakit: Pemuliaan tanaman bertujuan untuk menghasilkan varietas yang tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Ini dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida dan meminimalkan kerugian hasil panen akibat serangan patogen.
3. Adaptasi Terhadap Perubahan Lingkungan: Varietas unggul yang dihasilkan melalui pemuliaan tanaman bisa lebih tahan terhadap perubahan lingkungan seperti perubahan iklim, kekeringan, atau banjir. Hal ini penting untuk menjaga keberlanjutan pertanian di masa depan.
4. Peningkatan Kualitas Pangan: Pemuliaan tanaman juga dapat berfokus pada meningkatkan kualitas pangan, seperti rasa, tekstur, dan nilai gizi tanaman. Ini mendukung upaya untuk memberikan makanan yang lebih baik dan bergizi kepada populasi.
5. Pengembangan Varietas Khusus: Pemuliaan tanaman dapat menghasilkan varietas yang disesuaikan dengan kondisi tertentu, misalnya tanaman yang tumbuh di daerah kering atau tanah yang kurang subur.

Manfaat Pemuliaan Tanaman:

1. Keberlanjutan Pangan: Varietas unggul hasil dari pemuliaan tanaman dapat meningkatkan produksi pangan, sehingga mendukung keberlanjutan pangan global.
2. Pengurangan Penggunaan Pestisida dan Pupuk Kimia: Varietas yang tahan terhadap hama dan penyakit dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida, mengurangi dampak lingkungan dan risiko kesehatan.

3. Adaptasi terhadap Perubahan Iklim: Varietas yang lebih tahan terhadap perubahan lingkungan membantu petani menghadapi tantangan perubahan iklim dan menjaga produksi pertanian.
4. Peningkatan Kualitas Pangan: Pengembangan varietas dengan kualitas gizi yang lebih baik dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi dan malnutrisi.
5. Peningkatan Pendapatan Petani: Varietas unggul cenderung memberikan hasil panen yang lebih baik, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pendapatan petani.

Peran pemuliaan tanaman dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan keberlanjutan pangan.

Meningkatkan Produktivitas Pertanian:

Pemuliaan tanaman memiliki peran krusial dalam meningkatkan produktivitas pertanian dengan menghasilkan varietas yang memiliki potensi hasil yang lebih tinggi. Melalui seleksi alamiah atau buatan, tanaman-tanaman yang memiliki karakteristik unggul seperti pertumbuhan lebih cepat, tinggi, serta hasil yang lebih besar dapat dikembangkan. Varietas dengan hasil yang lebih tinggi ini membantu memenuhi permintaan pangan yang terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk.

Keberlanjutan Pangan:

Pemuliaan tanaman juga berperan dalam menjaga keberlanjutan pangan global. Dengan menghasilkan varietas yang tahan terhadap hama, penyakit, dan kondisi lingkungan ekstrem, petani dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan hasil panen mereka. Hal ini penting dalam mengatasi ketidakpastian produksi yang dapat disebabkan oleh perubahan iklim atau serangan patogen yang merusak. Keberlanjutan pangan juga berhubungan dengan keberlanjutan ekonomi, sosial, dan lingkungan, di mana pemuliaan tanaman memainkan peran sentral.

Diversifikasi Pangan:

Pemuliaan tanaman juga memungkinkan diversifikasi pangan. Varietas baru yang memiliki sifat-sifat khusus, seperti kaya akan nutrisi tertentu atau tahan terhadap kondisi lingkungan

tertentu, dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi dan masalah pangan yang spesifik di berbagai wilayah.

BAB

1

DASAR-DASAR PEMULIAAN TANAMAN

A. Konsep Dasar Pemuliaan Tanaman

Pemuliaan tanaman adalah proses ilmiah yang bertujuan untuk menghasilkan varietas baru dengan karakteristik unggul melalui kombinasi sifat-sifat genetik yang diinginkan. Konsep dasar pemuliaan tanaman mencakup beberapa prinsip utama:

1. Keragaman Genetik: Pemuliaan tanaman memanfaatkan keragaman genetik yang ada dalam populasi tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru dengan karakteristik yang diinginkan. Keragaman ini terjadi melalui mutasi, rekombinasi genetik, dan variasi alamiah.
2. Seleksi Alami dan Buatan: Seleksi alami telah terjadi selama ribuan tahun di alam, mengarah pada adaptasi tanaman terhadap lingkungan mereka. Seleksi buatan adalah proses yang diarahkan oleh manusia, di mana individu-individu dengan sifat-sifat yang diinginkan dipilih untuk berkembang biak.
3. Persilangan: Persilangan adalah metode utama dalam pemuliaan tanaman, di mana individu-individu yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan dipilih untuk dikawinkan. Dalam persilangan, sifat-sifat yang diinginkan diharapkan dapat dikombinasikan dalam keturunan.
4. Seleksi Generasi Berikutnya: Setelah persilangan, tanaman keturunan yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan lebih lanjut dipilih untuk generasi berikutnya. Proses ini

BAB

2

SUMBER DAYA GENETIK DAN KERAGAMAN TANAMAN

Keragaman genetik tanaman dan pentingnya mempertahankan sumber daya genetik.

Keragaman genetik tanaman mengacu pada variasi dalam genotipe atau sifat-sifat genetik antara individu-individu dalam spesies tanaman yang sama. Ini mencakup variasi dalam bentuk fisik, struktur, fungsi genetik, dan sifat-sifat lainnya. Keragaman genetik ini memiliki peranan penting dalam keberlanjutan pertanian dan keamanan pangan global.

Pentingnya Mempertahankan Sumber Daya Genetik:

1. Adaptasi Terhadap Lingkungan yang Berubah: Variabilitas genetik memungkinkan tanaman untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berubah, seperti perubahan iklim, kekeringan, atau banjir. Tanaman dengan variasi genetik yang lebih tinggi lebih mampu bertahan dan berproduksi dalam kondisi lingkungan yang sulit.
2. Ketahanan Terhadap Hama dan Penyakit: Keragaman genetik memungkinkan adanya individu-individu yang tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Dengan mempertahankan keragaman genetik, kita dapat mengurangi risiko wabah penyakit atau hama yang dapat mengancam produksi tanaman.
3. Pemuliaan Tanaman: Variabilitas genetik adalah bahan mentah bagi pemuliaan tanaman. Dengan mengumpulkan dan mempertahankan sumber daya genetik, para pemulia tanaman memiliki akses kepada beragam gen dan alel yang dapat

BAB 3

METODE-METODE KONVENSIONAL DALAM PEMULIAAN TANAMAN

A. Hibridisasi Tanaman dan Peningkatan Varietas Melalui Persilangan

Hibridisasi tanaman adalah proses menggabungkan materi genetik dari dua individu tanaman yang berbeda untuk menghasilkan keturunan dengan kombinasi sifat-sifat yang diinginkan. Tujuan utama hibridisasi adalah menghasilkan varietas baru yang memiliki sifat-sifat unggul atau menggabungkan karakteristik yang tidak ada pada varietas asalnya. Proses hibridisasi umumnya melibatkan persilangan antara tanaman induk yang memiliki sifat-sifat komplementer.

Langkah-langkah dalam Hibridisasi dan Peningkatan Varietas:

1. **Pemilihan Induk:** Pemulia memilih tanaman induk yang memiliki sifat-sifat yang ingin digabungkan. Induk yang berkualitas tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, dan memiliki hasil yang baik umumnya dipilih.
2. **Pembuahan Silang:** Proses pembuahan silang melibatkan transfer serbuk sari dari bunga jantan (sumber pollen) ke putik bunga betina (pistil) pada tanaman induk lainnya. Hal ini memungkinkan penyatuan materi genetik dari kedua tanaman.
3. **Pemilihan Keturunan:** Setelah pembuahan, biji-bijian hasil persilangan ditanam. Keturunan yang muncul memiliki keragaman genetik yang lebih tinggi daripada kedua

BAB

4

TEKNIK PEMULIAAN MODERN

A. Pemuliaan Tanaman Molekuler dan Penggunaan Marker Molekuler

Pemuliaan tanaman molekuler adalah pendekatan pemuliaan yang menggunakan informasi genetik dan molekuler untuk mengidentifikasi, mengisolasi, dan memanipulasi gen-gen yang terlibat dalam sifat-sifat tertentu pada tanaman. Salah satu alat penting dalam pemuliaan tanaman molekuler adalah penggunaan marker genetik. Marker genetik adalah tanda-tanda molekuler yang terletak dekat atau dalam gen yang berkorelasi dengan sifat-sifat yang diinginkan. Penggunaan marker genetik memungkinkan pemulia untuk mengidentifikasi dan memilih individu tanaman yang memiliki gen atau kombinasi gen yang diinginkan dengan cepat dan akurat.

Penggunaan Marker Genetik dalam Pemuliaan Tanaman:

Seleksi yang Akurat: Marker genetik memungkinkan pemulia untuk memilih tanaman-tanaman dengan sifat-sifat yang diinginkan dengan lebih akurat dan efisien, karena mereka mengukur karakteristik pada tingkat genetik.

Penanda Identifikasi: Marker genetik dapat digunakan untuk mengidentifikasi individu tanaman yang membawa gen spesifik, bahkan sebelum sifat tersebut terlihat pada tingkat fenotipe.

BAB

5

FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN DALAM PEMULIAAN TANAMAN

A. Pengaruh Lingkungan terhadap Ekspresi Genotipe

Ekspresi genotipe mengacu pada cara gen-gen suatu individu diekspresikan atau "diaktifkan" dalam respon terhadap lingkungan. Namun, ekspresi genotipe tidak selalu tetap; lingkungan memiliki peran penting dalam mengatur sejauh mana gen-gen akan diekspresikan. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, kelembaban, nutrisi, dan tekanan lingkungan dapat mempengaruhi bagaimana gen-gen tertentu diaktifkan atau dinonaktifkan.

Contoh Pengaruh Lingkungan terhadap Ekspresi Genotipe:

Suhu: Suhu dapat mempengaruhi waktu berbunga tanaman atau tahap pertumbuhannya. Pada beberapa tanaman, perubahan suhu dapat mengubah ekspresi gen yang mengatur waktu berbunga.

Cahaya: Cahaya adalah faktor utama dalam regulasi fotosintesis. Tanaman mengatur ekspresi gen yang terkait dengan fotosintesis dan pigmen seperti klorofil dalam respon terhadap jumlah dan jenis cahaya yang tersedia.

Nutrisi Tanah: Ketersediaan nutrisi tanah mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman dapat mengatur ekspresi gen yang terkait dengan penyerapan dan penggunaan nutrisi berdasarkan ketersediaan nutrisi.

BAB

6

PEMULIAAN TANAMAN UNTUK KETAHANAN DAN KUALITAS

A. Pemuliaan Tanaman untuk Ketahanan terhadap Hama, Penyakit, dan Stres Lingkungan

Pemuliaan tanaman untuk ketahanan terhadap hama adalah upaya dalam mengembangkan varietas tanaman yang memiliki sifat-sifat tahan terhadap serangan hama, sehingga dapat mengurangi kerugian hasil panen akibat serangan hama dan mengurangi ketergantungan pada penggunaan pestisida. Metode pemuliaan ini melibatkan identifikasi, pemilihan, dan penggabungan sifat-sifat ketahanan dalam varietas tanaman.

Langkah-langkah Pemuliaan Tanaman untuk Ketahanan Terhadap Hama:

1. Identifikasi Sumber Ketahanan: Identifikasi tanaman-tanaman liar atau varietas yang memiliki ketahanan alami terhadap hama yang diinginkan.
2. Pengujian Ketahanan: Lakukan uji ketahanan untuk mengidentifikasi individu-individu yang memiliki ketahanan terhadap hama yang diinginkan.
3. Persilangan Selektif: Silangkan individu-individu yang memiliki ketahanan terhadap hama untuk menggabungkan sifat-sifat ketahanan dalam generasi berikutnya.
4. Pemantauan dan Seleksi Berulang: Lakukan pemantauan dan seleksi berulang pada setiap generasi untuk memilih individu-individu yang semakin tahan terhadap hama.

BAB

7

ETIKA DAN KEBIJAKAN DALAM PEMULIAAN TANAMAN

A. Isu-isu Etika terkait Rekayasa Genetik dan Manipulasi Genetik pada Tanaman

Rekayasa genetik dan manipulasi genetik pada tanaman telah memunculkan berbagai isu etika yang kompleks dan kontroversial. Beberapa isu utama yang sering dibahas adalah dampak lingkungan, dampak kesehatan manusia, hak paten, keberlanjutan pertanian, dan dampak sosial ekonomi. Berikut adalah penjelasan singkat tentang beberapa isu etika tersebut:

Dampak Lingkungan: Rekayasa genetik dapat memiliki dampak yang tidak terduga pada ekosistem dan organisme non-sasaran. Keberlanjutan lingkungan dan keragaman hayati menjadi perhatian utama, terutama ketika tanaman transgenik melepaskan gen ke lingkungan alami.

Dampak Kesehatan Manusia: Ada kekhawatiran terkait efek jangka panjang dari konsumsi makanan transgenik pada manusia, seperti potensi alergenitas atau efek toksik. Evaluasi kesehatan manusia dan metode uji yang benar menjadi pertimbangan penting.

Hak Paten dan Akses ke Sumber Daya Genetik: Pemilik teknologi rekayasa genetik sering mendapatkan hak paten atas tanaman transgenik mereka. Hal ini memunculkan pertanyaan tentang akses petani tradisional dan negara berkembang terhadap sumber daya genetik yang telah dimodifikasi.

BAB 8

MASA DEPAN PEMULIAAN TANAMAN

A. Tantangan dan Peluang dalam Pengembangan Varietas Tanaman di Era Mendatang.

Di era mendatang, pengembangan varietas tanaman akan menghadapi berbagai tantangan dan peluang yang kompleks. Beberapa tantangan utama yang dihadapi termasuk perubahan iklim, populasi manusia yang terus bertambah, peningkatan permintaan pangan, degradasi lahan, dan keanekaragaman genetik yang terancam. Namun, ada juga peluang besar dalam mengatasi tantangan tersebut dan menghasilkan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap stres lingkungan, lebih produktif, dan lebih bergizi. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut:

Tantangan:

1. *Perubahan Iklim:* Perubahan iklim dapat mengakibatkan kondisi lingkungan yang tidak stabil, seperti cuaca ekstrem, kekeringan, dan banjir. Ini memerlukan pengembangan varietas yang tahan terhadap stres lingkungan yang semakin kompleks.
2. *Peningkatan Permintaan Pangan:* Dengan pertumbuhan populasi manusia dan perubahan pola konsumsi, permintaan pangan terus meningkat. Varietas yang memiliki hasil panen yang lebih tinggi dan kualitas nutrisi yang lebih baik akan diperlukan.
3. *Degradasi Lahan:* Degradasi lahan akibat erosi, degradasi tanah, dan deforestasi dapat mengurangi produktivitas

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. (2007). *Principles of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley & Sons.
- Acquaah, G. (2012). *Principles of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley & Sons.
- Allard, R. W. (1999). *Principles of Plant Breeding*. John Wiley & Sons.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, ecosystems & environment*, 93(1-3), 1-24.
- Benhadi-Marín, J., & López, L. (2017). Plant biotic interactions under global change: towards an integrative approach to evaluate plant-herbivore interactions and their ecosystem consequences. *Global Change Biology*, 23(10), 3879-3896.
- Bergelson, J., & Purrington, C. B. (1996). Surveying patterns in the cost of resistance in plants. *The American Naturalist*, 148(4), 536-558.
- Borejsza-Wysocki, W., & Niedziela, A. (2018). Genetic transformation of fruit crops. In *Biotechnology of Fruit and Nut Crops* (pp. 65-88). CABI.
- Bouis, H. E., & Welch, R. M. (2010). Biofortification – a sustainable agricultural strategy for reducing micronutrient malnutrition in the global south. *Crop Science*, 50(Supplement_1), S-20-S-32.
- Brown, A. H. D., & Marshall, D. R. (1995). Adaptation to environmental stress: A case study in the manipulation of quantitative traits. *Plant Breeding Reviews*, 13(2), 171-213.
- Brush, S. B. (2000). The issues of in situ conservation of crop genetic resources. In *Genes in the field* (pp. 161-190). CRC Press.

- Cassman, K. G., & Liska, A. J. (2007). Food and fuel for all: realistic or foolish? *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 1(1), 18-23.
- Ceccarelli, S., & Grando, S. (1991). Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica*, 57(1), 49-62.
- Chakraborti, D., Sarkar, A., Mondal, S., & Das, S. (2021). Plant Transgenics and Their Role in Crop Improvement: An Overview. *Transgenic Crops for Sustainable Agriculture*, 3-21.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4), 287-291.
- Chittenden, L. M., & Schertz, K. F. (1999). Molecular markers and their use in plant breeding. *AgBiotechNet*, 1(1), 1-10.
- Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B., & Pang, E. C. K. (2005). An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica*, 142(1-2), 169-196.
- Covington, M. F., Maloof, J. N., Straume, M., Kay, S. A., & Harmer, S. L. (2008). Global transcriptome analysis reveals circadian regulation of key pathways in plant growth and development. *Genome Biology*, 9(8), R130.
- Dixon, G. R. (2009). *Vegetable brassicas and related crucifers*. CAB International.
- Duvick, D. N. (1992). Genetic contributions to advances in yield of US maize. *Maydica*, 37(1), 69-79.
- Duvick, D. N. (2005). The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). *Advances in Agronomy*, 86, 83-145.
- Dwivedi, S. L., Ceccarelli, S., Blair, M. W., Upadhyaya, H. D., Are, A. K., Ortiz, R., & Varshney, R. K. (2016). Landrace

germplasm for improving yield and abiotic stress adaptation. *Trends in Plant Science*, 21(1), 31-42.

- Edmeades, G. O., Bolanos, J., & Elings, A. (2003). Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: II. Direct and correlated responses among secondary traits. *Crop Science*, 43(5), 1577-1587.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Pearson Education.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Pearson Education.
- FAO. (1998). *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2006). *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO.
- FAO. (2018). *The State of Food and Agriculture 2018: Migration, Agriculture and Rural Development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fehr, W. R. (1987). *Principles of Cultivar Development: Theory and Technique*. Macmillan.
- Fehr, W. R., & Breese, E. L. (1984). Stabilizing selection for plant yield. *Crop Science*, 24(4), 933-940.
- Fehr, W. R., & Breese, E. L. (1984). Stabilizing selection for plant yield. *Crop Science*, 24(4), 933-940.
- Fehr, W. R., & Caviness, C. E. (1977). Stages of soybean development. *Iowa State Journal of Research*, 52(4), 195-213.

- Fehr, W. R., & Johnston, R. (1980). Heritability and genetic advances from selection in self-pollinated species. *Crop Science*, 20(6), 704-707.
- Feuillet, C., & Keller, B. (2002). Comparative genomics in the grass family: molecular characterization of grass genome structure and evolution. *Annals of Botany*, 89(1), 3-10.
- Fischer, R., & Emans, N. (2000). Molecular Farming of Pharmaceutical Proteins. *Transgenic Research*, 9(4-5), 279-299.
- Fleury, D., & Jefferies, S. (2019). Environmental Stress, In *Plant Breeding. In Advances in Plant Breeding Strategies: Breeding, Biotechnology and Molecular Tools* (pp. 245-272). Springer.
- Fowler, C., & Mooney, P. (1990). *Shattering: Food, politics, and the loss of genetic diversity*. University of Arizona Press.
- Frankel, O. H., & Hawkes, J. G. (1975). *Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow*. Cambridge University Press.
- Frankel, O. H., & Soulé, M. E. (1981). *Conservation and Evolution*. Cambridge University Press.
- Fujita, Y., Fujita, M., Shinozaki, K., & Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011). ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants. *Journal of Plant Research*, 124(4), 509-525.
- Gaurav, A., Singh, N., & Kumar, A. (2014). Self-pollination and Cross-pollination in Plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(12), 279-285.
- Gelvin, S. B. (2017). Agrobacterium-mediated plant transformation: The biology behind the "gene-jockeying" tool. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 81(4), e00060-17.
- 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.

- Gregory, P. J., Johnson, S. N., Newton, A. C., & Ingram, J. S. (2009). Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany*, 60(10), 2827-2838.
- Griffiths, A. J., Miller, J. H., Suzuki, D. T., Lewontin, R. C., & Gelbart, W. M. (2000). *Introduction to Genetic Analysis*. W. H. Freeman.
- Gusta, L. V., & Wisniewski, M. E. (2013). Understanding plant cold hardiness: an opinion. *Physiologia Plantarum*, 147(1), 4-14.
- Halewood, M., Chiurugwi, T., Sackville Hamilton, R., Kurtz, B., Marden, E., Welch, E., ... & Mozafari, J. (2018). Plant genetic resources for food and agriculture: opportunities and challenges emerging from the science and information technology revolution. *New Phytologist*, 217(4), 1407-1419.
- Hallauer, A. R. (1988). Methodology of recurrent selection for improvement of quantitative traits in maize. *Crop Science*, 28(4), 544-549.
- Hallauer, A. R., & Miranda Filho, J. B. (1981). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press.
- Hancock, J. F. (2012). *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*. CABI.
- Hanson, W. D., Robinson, H. F., & Comstock, R. E. (1956). Biometrical studies of yield in segregating generations of crosses between Iowa Stiff Stalk Synthetic and six other maize populations. *Agronomy Journal*, 48(6), 268-272.
- Hartl, D. L., & Clark, A. G. (2007). *Principles of Population Genetics*. Sinauer Associates.
- Hartl, D. L., & Jones, E. W. (2005). *Genetics: Analysis of Genes and Genomes*. Jones & Bartlett Publishers.

- Hiei, Y., Ohta, S., Komari, T., & Kumashiro, T. (1994). Efficient transformation of rice (*Oryza sativa* L.) mediated by *Agrobacterium* and sequence analysis of the boundaries of the T-DNA. *The Plant Journal*, 6(2), 271-282.
- Hijmans, R. J., Spooner, D. M., & Salas, A. R. (2002). Geographical distribution of wild potato species. *American Journal of Botany*, 89(12), 2101-2112.
- Hobbs, P. R., Govaerts, B., & Harris, D. (2008). Crop management research for improving food security in the semi-arid tropics. *Plant and Soil*, 306(1-2), 1-11.
- Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 543-555.
- Horsfall, J. G., & Cowling, E. B. (1980). *Plant Diseases: Identification and Control*. Academic Press.
- Hospital, F., Chevalet, C., Mulsant, P., & Deynze, A. V. (1992). Using markers in gene introgression breeding programs. *Genetics, Selection, Evolution*, 24(2), 173-186.
- James, C. (2010). Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. ISAAA.
- Jansson, S., & Douglas, C. J. (2007). *Populus*: a model system for plant biology. *Annual Review of Plant Biology*, 58, 435-458.
- Khoury, C. K., Bjorkman, A. D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A., ... & Struik, P. C. (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(11), 4001-4006.
- Khush, G. S. (2005). What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. *Plant Molecular Biology*, 59(1), 1-6.
- Krattiger, A. F., & Mahoney, R. T. (2003). Intellectual property rights. *Agricultural biotechnology and the poor*, 159-186.

- Krimsky, S., & Wrubel, R. P. (2016). *Agricultural biotechnology and the environment: Science policy and social issues*. University of Illinois Press.
- Kumar, S., & Sharma, V. K. (2017). Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilience crops: Progress and prospects. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1642.
- Kumar, S., Barone, P., Smith, M., & Dyer, W. E. (2013). A review of molecular markers technologies for plant pest detection and their potential application in plant quarantine. *EPPO Bulletin*, 43(2), 198-211.
- Lamping, M. (2014). Intellectual property and genetically modified plants: A comparative analysis of the patenting of transgenic organisms in the European Union and the United States. *International Journal of Law and Information Technology*, 22(2), 167-201.
- Lande, R., & Arnold, S. J. (1983). The measurement of selection on correlated characters. *Evolution*, 37(6), 1210-1226.
- Lande, R., & Thompson, R. (1990). Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics*, 124(3), 743-756.
- Li, T., Liu, B., Spalding, M. H., Weeks, D. P., & Yang, B. (2012). High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. *Nature biotechnology*, 30(5), 390-392.
- Limbongan Y 2008. Analisis genetik dan seleksi genotipe unggul padi sawah (*Oryza sativa* L.) untuk adaptasi pada ekosistem dataran tinggi". Disertasi Doktor Institut Pertanian Bogor.
- Limbongan Y, Driyunitha, Sjahril R, Riadi M, Jamaluddin I, Okasa A M and Panga N 2021 Heritability and genetic advancement on agronomic characters of Toraja red rice x Inapri-4 white genotypes *Biodiversitas* 3446-3451
- Limbongan Y, Malamassam D and Sjahril R 2019 Identification and characterization of Toraja local rice germplasm. *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science 270 (1),
12-25

- Limbongan YL, Djufry F. 2015. Characterization and observation of five local rice accessions of Toraja Plateau, South Sulawesi. *Buletin Plasma Nutfah* 21 (2): 61-70. DOI: 10.21082/blpn.v21n2.2015.p61-70. [Indonesian]
- Limbongan, Y.L, Trisday Y Parari, Amelia A Limbongan and Menatopan. Agronomic performance and correlation of growth components, yield components and production on 30 F3 lines of new plant type of black rice specific to highland ecosystems. *International IOP Proceeding Scopus*. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1200/1/012031>
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.
- Lonnquist, J. H., & Simmons, S. R. (1979). Use of bulked progeny samples in barley improvement. *Crop Science*, 19(3), 323-326.
- Lorenzana, R. E., & Bernardo, R. (2009). Accuracy of genotypic value predictions for marker-based selection in biparental plant populations. *Theoretical and Applied Genetics*, 120(1), 151-161.
- Lynch, D. H., Vogel, D., & Dill, B. (Eds.). (2014). *Engineering trouble: Biotechnology and its discontents*. University of California Press.
- Lynch, M., & Walsh, B. (1998). *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. Sinauer Associates.
- Mather, K., & Jinks, J. L. (1982). *Biometrical Genetics: The Study of Continuous Variation*. Chapman and Hall.
- Maxted, N., & Kell, S. P. (2009). *Establishment of a Global Network for the In Situ Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Needs*. FAO.

- Maxted, N., Kell, S. P., & Ford-Lloyd, B. V. (2013). *Crop Wild Relatives and Climate Change*. John Wiley & Sons.
- Mayer, J. E., & Pfeiffer, W. H. (2020). Biofortification: Evidence and lessons learned linking agriculture and nutrition. In *Biofortification* (pp. 1-29). Springer.
- Miranda Filho, J. B., & Carena, M. J. (2005). Reciprocal recurrent selection in maize. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 5(3), 299-306.
- Morris, G. P., Ramu, P., Deshpande, S. P., Hash, C. T., Shah, T., Upadhyaya, H. D., ... & Buckler, E. S. (2013). Population genomic and genome-wide association studies of agroclimatic traits in sorghum. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(2), 453-458.
- Nelson, R. R. (2018). Breeding for disease resistance. In *Plant Breeding Reviews* (pp. 277-350). Springer.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W., Schönbeck, F., & Weber, A. (1994). *Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops*. Elsevier.
- Paarlberg, R. (2010). *Food politics: What everyone needs to know*. Oxford University Press.
- Palmer, N. A., Gepts, P., & Lu, B. R. (2016). Genomics of plant genetic resources: an introduction. *Plant genetic resources*, 14(3), 211-215.
- Peng, S., Khush, G. S., Virk, P., Tang, Q., & Zou, Y. (2008). Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Research*, 108(1), 32-38.
- Perez-Jaramillo, J. E., Carrion, V. J., Bosse, M., Ferrao, L. F. V., De Hollander, M., Garcia, A. F., ... & Raaijmakers, J. M. (2017). Linking rhizosphere microbiome composition of wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* to genotypic and root phenotypic traits. *ISME journal*, 11(11), 2244-2257.

- Phillips, P. W. (2008). Intellectual property rights in agricultural biotechnology. Cambridge University Press.
- Piepho, H. P., & Williams, E. R. (2005). A note on the power of the Friedman test for blocked rankings. *Biometrical Journal*, 47(3), 387-392.
- Pierce, B. A. (2012). *Genetics: A Conceptual Approach*. W. H. Freeman.
- Poehlman, J. M., & Sleper, D. A. (1995). *Breeding Field Crops*. Iowa State University Press.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465.
- Rajjou, L., Lovigny, Y., & Groot, S. P. C. (2008). Global gene expression profiling of the Arabidopsis embryo identifies important plant genes involved in the induction of desiccation tolerance. *Molecular Plant*, 1(5), 875-894.
- Ray, D. K., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., & West, P. C. (2015). Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*, 6, 1-7.
- Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*, 8(6), e66428.
- Reynolds, M. P., & Langridge, P. (2016). Physiological breeding. *Current Opinion in Plant Biology*, 31, 162-171.
- Reynolds, M. P., Quilligan, E., Aggarwal, P. K., Bansal, K. C., Cavalieri, A. J., Chapman, S. C., ... & Vadez, V. (2016). An integrated approach to maintaining cereal productivity under climate change. *Global Food Security*, 8, 9-18.
- Reynolds, M., & Langridge, P. (2016). Physiological Breeding. In *Achieving Sustainable Cultivation of Wheat* (Vol. 2, pp. 79-99). Burleigh Dodds Science Publishing.

- Sharma, H. C. (1998). Heliothis/Helicoverpa management: emerging trends and strategies for future research. *Insect Science and its Application*, 18(2-3), 161-183.
- Sharma, P. C., & Jain, M. (2018). *Role of Biotechnology in Agriculture: Molecular Strategies*. Springer.
- Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., & Reynolds, M. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*, 5(3), 291-317.
- Shull, G. H. (1908). The composition of a field of maize. *American Breeders Association*, 4, 296-301.
- Simmonds, N. W. (1979). *Principles of Crop Improvement*. Longman Group.
- Simmonds, N. W. (1991). Selection procedures and plant breeding methods. In *Plant breeding: principles and prospects* (pp. 162-175). Chapman and Hall.
- Sioen, I., Allegaert, K., Pietra, R., Metsu, D., Verdonck, F., De Maeyer, M., ... & De Henauw, S. (2017). The influence of stressors in the field on the micronutrient content in cereals. *Food Chemistry*, 235, 161-167.
- Sleper, D. A., & Poehlman, J. M. (2006). Breeding soybeans for improved nutritional quality. In *Breeding Soybeans for Improved Production* (pp. 115-143). Springer.
- Smith, C. M., & Clement, S. L. (2012). *Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches* (Vol. 51). Springer Science & Business Media.
- Snustad, D. P., & Simmons, M. J. (2015). *Principles of Genetics*. John Wiley & Sons.
- Spillane, C., Gepts, P., & Daniela, S. (2007). *Legumes in the Omic Era*. Springer Science & Business Media.

- Sprague, G. F., & Tatum, L. A. (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, 34(10), 923-932.
- St. Clair, D. A. (2010). Quantitative disease resistance and quantitative resistance loci in breeding. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 247-268.
- Stansfield, W. D. (2010). *Theory and Problems of Genetics*. McGraw-Hill Education.
- Stout, M. J., & Thaler, J. S. (2010). Mutations in jasmonate biosynthesis genes affect honeybees and even microbes. *Frontiers in Plant Science*, 1, 41.
- Tanksley, S. D., & McCouch, S. R. (1997). Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science*, 277(5329), 1063-1066.
- Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818-822.
- Thompson, P. B. (2007). *Agricultural ethics: Research, teaching, and public policy*. Springer Science & Business Media.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260-20264.
- Tubiello, F. N., Soussana, J. F., & Howden, S. M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19686-19690.
- Uauy, C., Distelfeld, A., Fahima, T., Blechl, A., & Dubcovsky, J. (2006). A NAC Gene regulating senescence improves grain protein, zinc, and iron content in wheat. *Science*, 314(5803), 1298-1301.
- van de Wouw, M., Kik, C., & van Hintum, T. (2010). Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta

- analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 120(6), 1241-1252.
- Varshney, R. K., & Dubey, A. (2009). Novel genomic tools and modern genetic and breeding approaches for crop improvement. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 18(2), 127-138.
- Varshney, R. K., Nayak, S. N., May, G. D., & Jackson, S. A. (2009). Next-generation sequencing technologies and their implications for crop genetics and breeding. *Trends in Biotechnology*, 27(9), 522-530.
- Varshney, R. K., Terauchi, R., & McCouch, S. R. (2014). Harvesting the promising fruits of genomics: applying genome sequencing technologies to crop breeding. *PLoS biology*, 12(6), e1001883.
- Vavilov, N. I. (1951). The origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13(1-6), 1-366.
- Velasco, L., & Becker, H. C. (eds.). (2012). *Handbook of Plant Breeding*. Springer.
- Vos, I. A., Verhoeff, K., & Dicke, M. (2001). Effects of direct and indirect defenses in barley on life history of an adapted and a nonadapted chewing herbivore. *Journal of Chemical Ecology*, 27(4), 731-747.
- Walter, J., Nagy, L., Hein, R., & Rascher, U. (2019). Be smart about SMART experiments: Ten golden rules for obtaining reliable transcriptomic data using RNA-seq. *Journal of Experimental Botany*, 70(6), 1767-1778.
- Wani, S. H., Sanghera, G. S., Gosal, S. S., & Wani, A. A. (2011). Biotechnology and drought tolerance. *Journal of Crop Improvement*, 25(1), 102-122.
- Weir, B. S. (1990). *Genetic data analysis II: Methods for discrete population genetic data*. Sinauer Sunderland, MA.

- Weir, B. S., & Hartl, D. J. (2007). *Principles of Population Genetics*. Sinauer Associates.
- Wellington, R., & Kresovich, S. (2012). *Plant Breeding and Genomics: Experiences from the Industry*. Springer Science & Business Media.
- Witcombe, J. R., & Hollington, P. A. (1999). How can selection for adaptation to agronomic conditions in upland rice be improved?. *Field Crops Research*, 64(1-2), 75-91.
- Wu, Y., & Xia, T. (2006). Molecular control of grain size in rice. *Journal of Experimental Botany*, 57(4), 1037-1046.
- Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2006). Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 781-803.
- Zamir, D. (2013). Where have all the crop phenotypes gone? *PLoS Biology*, 11(10), e1001595.
- Zhang, B., & Yin, Z. (2019). Biotechnology in maize breeding: Current status, potential, and future. *Journal of Integrative Plant Biology*, 61(12), 1216-1234.
- Zhang, H., & Zhou, X. (2013). Breeding for drought and salt tolerant barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties: A review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 63(5), 428-437.
- Zhang, H., Mittal, N., Leamy, L. J., Barazani, O., & Song, B. H. (2017). Back to the wilds: Tapping evolutionary adaptations for resilient crops through systematic hybridization with crop wild relatives. *American Journal of Botany*, 104(10), 1357-1370.
- Züghart, W., & Kogge, W. (2010). Ethical principles and guidelines for the development and utilization of genetically modified crops. *EPPO Bulletin*, 40(1), 95-100.

Zuo, J., Niu, Q. W., Frugis, G., & Chua, N. H. (2002). The WUSCHEL gene promotes vegetative-to-embryonic transition in Arabidopsis. *Plant Journal*, 30(3), 349-359.

TENTANG PENULIS



YUSUF LIMBONGAN, dilahirkan di Tana Toraja, Propinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 21 Juni 1967. Pada tahun 1991 penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.

Sejak tahun 1994 penulis diangkat sebagai dosen tetap pada Universitas Kristen Indonesia Toraja. Tahun 1996 penulis menjabat sebagai Ketua Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian UKI Toraja, selanjutnya pada tahun 1998 penulis menjabat sebagai Pembantu Dekan Fakultas Pertanian UKI Toraja. Penulis mengikuti pendidikan magister sains pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian, kekhususan ilmu tanaman, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 1999 hingga 2001. Penulis menjabat sebagai Dekan Fakultas Pertanian UKI Toraja periode 2002 hingga 2005. Penulis menyelesaikan program doktor pada Program Studi Agronomi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Sejak tahun 1993 penulis fokus pada penelitian pemuliaan tanaman, khususnya pengembangan plasmanutfah tanaman padi local dan padi tipe baru. Sampai sekarang penulis masih aktif sebagai dosen pada mata kuliah Teknik Persilangan Buatan, Perancangan Percobaan dan Pemuliaan Tanaman.



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202389006, 4 Oktober 2023

Pencipta
Nama : **Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP.**
Alamat : Jl. Poros Tikala, RT/RW 001, Kel. Tikala, Kec. Tikala, Kabupaten Toraja Utara, Propinsi Sulawesi Selatan, Tikala, Toraja Utara, Sulawesi Selatan, 91833
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta
Nama : **Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP.**
Alamat : Jl. Poros Tikala, RT/RW 001, Kel. Tikala, Kec. Tikala, Kabupaten Toraja Utara, Propinsi Sulawesi Selatan, Tikala, Toraja Utara, Sulawesi Selatan 91833
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Teknologi Pemuliaan Tanaman Menginspirasi Inovasi Pertanian**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 30 September 2023, di Purbalingga
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, dihitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan : 000521961

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasananto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:
Dalam hal permohonan memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.