



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG PEMULIAAN DAN GENETIKA TANAMAN**

**INOVASI VARIETAS HIBRIDA NASIONAL
BERDAYA SAING MEWUJUDKAN SWASEMBADA
JAGUNG BERKELANJUTAN**



**OLEH:
MUHAMMAD AZRAI**

**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 28 JANUARI 2022**





**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG PEMULIAAN DAN GENETIKA
TANAMAN**

**INOVASI VARIETAS HIBRIDA
NASIONAL BERDAYA SAING
MEWUJUDKAN SWASEMBADA
JAGUNG BERKELANJUTAN**

**Oleh:
MUHAMMAD AZRAI**



**KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 28 JANUARI 2022**

INOVASI VARIETAS HIBRIDA NASIONAL BERDAYA
SAING MEWUJUDKAN SWASEMBADA JAGUNG
BERKELANJUTAN

MUHAMMAD AZRAI
@ IAARD PRESS, 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2022

Katalog Dalam Terbitan (KTD)

AZRAI, MUHAMMAD

Inovasi varietas hibrida nasional berdaya saing mewujudkan swasembada jagung berkelanjutan/penulis, Muhammad Azrai; penyunting, Hasil Sembiring, Fahmuddin Agus, dan. Bambang Subiyanto -- Jakarta: IAARD Press, 2022..

viii, 95 hlm; ill.; 21 cm

ISBN: 978-602-344-323-9

1. Jagung hibrida, 2. Inovasi, 3. Swasembada
I. Judul II. Subiyanto, B. III. Sembiring, H.

635.67*631.527.5

Penyunting Naskah	: Hasil Sembiring,, Fahmuddin Agus, Bambang Subiyanto
Penata Letak	: Niki Awalloedin
Perancang Cover	: Tim Kreatif IAARD Press

IAARD Press
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jln. Ragunan 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp.: +62-21-7806202, Faks: +62-21-7800644
Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id
Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

BIODATA RINGKAS



Muhammad Azrai, lahir di Walenreng, Bone, Sulawesi Selatan, 20 Januari 1972, anak pertama dari enam bersaudara, dari Bapak Mahmud (alm) dan Ibu Nurkaya. Menikah dengan Asni dan dikaruniai dua anak.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 55/M tahun 2017 pada 25 September 2017, yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung sejak 1 Desember 2017.

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia Nomor: 106/KPTS/KP.240/H/1/2022 tanggal 18 Januari 2022 tentang Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan pidato Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri tahun 1984 di Walenrang, Sekolah Menengah Pertama Negeri tahun 1987 di Cina, Kab. Bone, Sekolah Menengah Atas Negeri tahun 1990 di Watampone, dan mengikuti jenjang Diploma di Universitas Hasanuddin tahun 1994. Gelar Sarjana Pertanian (SP) diperoleh dari Universitas Hasanuddin tahun 1997, gelar Magister Pertanian (MP) dalam bidang Pemuliaan Tanaman didapatkan dari Universitas Padjadjaran tahun 2002, dan gelar doktor (Dr) dari Institut Pertanian Bogor tahun 2007 pada bidang studi pemuliaan tanaman dan bioteknologi.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: Program Penyetaraan dan Peningkatan Kemampuan Peneliti Tingkat S1 Non-Pemuliaan dalam Ilmu dan Teknologi Pemuliaan di UNPAD, Bandung

Tersedianya lahan suboptimal yang belum dimanfaatkan juga berpotensi menjadi areal pengembangan lumbung jagung baru¹¹⁹. Berdasarkan pemetaan kesesuaian VUH jagung di Indonesia, teridentifikasi wilayah potensial untuk pengembangan jagung hibrida yang mencapai 10 juta ha atau dengan luas panen sekitar 15 juta ha per tahun. Pemanfaatan lahan tersebut umumnya terkendala cekaman abiotis, diantaranya kekeringan, kemasaman tanah, miskin hara, genangan, naungan dan kelangkaan pupuk. Apabila dalam pengembangan jagung hibrida ke depan dapat mencapai setengah dari luas lahan tersebut, akan memberi potensi tambahan produksi sekitar 35 juta ton. Selain itu, penelitian jagung hibrida jenis impor yaitu tipe biji *dent* untuk industri pangan yang kaya tepung dan minyak, jagung berpigmen maupun jagung fungsional lainnya diharapkan dapat menggantikan impor jenis jagung tersebut^{120, 121, 122}.

5.2. Tantangan Pengembangan Varietas dan Penyediaan Benih

Pengembangan varietas dan benih VUH jagung di Indonesia selama ini dihadapkan pada berbagai tantangan. Umumnya VUH jagung yang dilepas di Indonesia sesuai untuk lahan optimal, sedangkan program luas tambah tanaman diarahkan pada lahan baru yang umumnya berupa lahan sub optimal. Hal ini sebagai akibat alih fungsi lahan subur ke sektor di luar pertanian yang semakin meningkat. Lahan-lahan sub optimal sarat dengan kendala cekaman abiotis¹²³. Perubahan iklim global yang berdampak pada peningkatan suhu, diikuti dengan banjir dan kemarau yang ekstrem, pergeseran pola distribusi hujan yang semakin sulit diprediksi serta ledakan organisme pengganggu utama pada tanaman jagung seperti penyakit bulai, busuk batang, hawar daun dan hama ulat tentara atau *fall army worm* (FAW) yang sering menyebabkan

(1999-2000), *Exchange Visit Program and Training Course on Molecular Marker Applications in Plant Breeding* di Indian Agricultural Research Institute (IARI), Pusa Campus New Delhi India (2002), *On-job training the AMBIONET Service Lab of CIMMYT* di IRRI Philippines (2005), *Statistics and exchange visit of Maize Research Activity* di Kunming, PRC (2007), *The Asian Regional Advanced Training Course on Breeding Maize Hybrids for Rainfed Environments* di ICRISAT India (2009), *International Course on "Maize Molecular Breeding* di CIMMYT, Mexico (2010), *Annual Meeting Generation Challenge Program (GCP)* (Hyderabad India 2011, Lisbon Portugal 2013, Rayong Thailan 2014), *Launch of the Maize and Wheat CGIAR Research Programs*, Mexico (2012). *The Integrated Breeding Multi-Year Course* di Wageningen Belanda (2012), *Course on Plant Variety Protection and DUS Testing* di KOICA, Korea Selatan (2012), dan *Quantitative Methods In Plant Breeding Course* di The National Institute of Agricultural Botany Cambridge (2013).

Bekerja sebagai peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Serealia sejak tahun 1999. Penanggung Jawab Penelitian dan Pengembangan Jagung Hibrida dimulai tahun 2006 hingga sekarang, dan sebagai Kepala Balai Penelitian Tanaman Serealia dalam periode 2017-2021. Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Muda tahun 2004, Ajun Peneliti Muda tahun 2005, Peneliti Madya tahun 2008, Peneliti Ahli Utama tahun 2017 dan aktif kembali tahun 2021.

Menulis 156 karya tulis ilmiah, baik ditulis sendiri maupun dengan penulis lain dalam bentuk buku, bagian dari buku, jurnal, prosiding, dan pedoman umum. Sebanyak 53 dari 156 karya tulis tersebut ditulis dalam bahasa Inggris.

Sebagai peneliti telah menghasilkan 42 varietas unggul jagung, yang terdiri atas 35 varietas jagung hibrida dan 7 varietas

bersari bebas, 24 diantaranya sebagai pemulia utama. Ikutserta dalam pembinaan kader ilmiah, diantaranya sebagai Pembimbing Tesis dan Disertasi, Penguji Luar Komisi mahasiswa S2 dan S3 di UNHAS, IPB, dan UB.

Menjadi anggota organisasi profesi ilmiah Himpunan Peneliti Indonesia - Himpenindo (2018-sekarang), Ketua Bidang III Perhimpunan Agronomi Indonesia Komda Sulsel (2016-sekarang), Ketua Bidang Litbang Perhimpunan Alumni IPB Komda Sulsel (2015-2021), Pengurus PERIPI: Kompartemen Kerja sama dan Hubungan Luar Negeri (2010-2013), Kompartemen Pengembangan dan Komersialisasi (2013-2017), Ketua Kompartemen Penelitian dan IPTEK (2018-2022), dan Anggota Dewan Pakar Asosiasi Perbenihan Nasional (2022-2027). Aktif sebagai anggota Tim Penilai dan Pelepas Varietas Tanaman Pangan Nasional mulai tahun 2007 sampai sekarang.

Menerima tanda lulus predikat 'Cum Laude' dari Rektor pada Program Magister Pertanian Universitas Padjajaran pada tahun 2002, lulus sebagai Doktor Terbaik pada wisuda tahap II di IPB tahun 2007. Mendapatkan penghargaan sebagai Peneliti Berprestasi dari Menteri Pertanian RI tahun 2011, 2015, dan 2017, Satyalancana Karya Satya X Tahun dari Presiden RI tahun 2013, penghargaan Inovasi Ketahanan Pangan dari Gubernur Sulawesi Selatan pada tahun 2014, Anugerah Kekayaan Intelektual Luar Biasa dari Kemenristek dan Dikti tahun 2014 dan Penerima Royalti Hak Kekayaan Perlindungan Varietas Tanaman dari Kementerian Pertanian RI pada periode 2016 - 2021.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	iii
DAFTAR ISI	vi
PRAKATA PENGUKUHAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. DINAMIKA PERKEMBANGAN PERAKITAN JAGUNG HIBRIDA DI INDONESIA	3
2.1. Pemanfaatan Heterosis untuk Komersial Breeding (1908- 1980)	3
2.2. Adopsi Jagung Hibrida di Indonesia (1981 - 1985)	4
2.3. Pengembangan Jagung Hibrida Hasil Pemuliaan Konvensional (Tahun 1986-2013)	4
2.4. Pengembangan Jagung Hibrida Berbasis Molekuler Menuju Teknologi Pemuliaan 4.0 (2014 - Sekarang)	5
2.5. Pengembangan Varietas Jagung Hibrida ke Depan	6
III. PERAKITAN VARIETAS UNGGUL DAN PRODUKSI BENIH JAGUNG HIBRIDA	7
3.1. Potensi dan Identifikasi Sumber Daya Genetik (SDG)	7
3.2. Pembentukan Galur-galur Tetua dan Varietas Unggul Hibrida	8
3.3. Produksi Benih Hibrida	9
IV. INOVASI TEKNOLOGI MENDUKUNG PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA SATU JUTA HEKTAR	11
4.1. Teknologi Perakitan Jagung Hibrida	11
4.2. Inovasi Teknologi Jagung Hibrida	12
4.3. Inovasi Industri Benih Jagung Hibrida	14

V. POTENSI, TANTANGAN, DAN PELUANG PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA SATU JUTA HEKTAR	17
5.1. Potensi Pengembangan Jagung Hibrida	17
5.2. Tantangan Pengembangan Varietas dan Penyediaan Benih	18
5.3. Peluang Pengembangan Jagung Hibrida	19
VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI PERAKITAN DAN PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA	21
6.1. Arah Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida	21
6.2. Sasaran Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida	22
6.3. Strategi Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida	22
VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	24
7.1. Kesimpulan	24
7.2. Implikasi Kebijakan	24
VIII. PENUTUP	25
UCAPAN TERIMA KASIH	26
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	50
DAFTAR KARYA TULIS ILMIAH	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	82

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrohmanirrohim

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian, dan hadirin yang saya hormati,*

Marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Taala*, yang atas ridho-Nya pagi ini kita dapat berkumpul di tempat yang mulia ini dalam keadaan sehat walafiat. Pada kesempatan berbahagia ini pula, dengan segala kerendahan hati, perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah dalam rangka pengukuhan Profesor Riset bidang Pemuliaan dan Genetika Tanaman pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Sesuai dengan latar belakang ilmu dan penelitian yang saya tekuni selama ini, orasi ilmiah yang disampaikan ke hadapan majelis dan hadirin berjudul:

**“INOVASI VARIETAS HIBRIDA NASIONAL BERDAYA
SAING MEWUJUDKAN SWASEMBADA JAGUNG
BERKELANJUTAN”**

I. PENDAHULUAN

*Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri
Pertanian dan hadirin yang saya hormati,*

Perkembangan produktivitas jagung di Indonesia terus mengalami peningkatan dengan rata-rata 1,2% per tahun yaitu dari 1,46 ton/ha pada tahun 1980 hingga 5,52 ton/ha pada tahun 2019. Peningkatan produktivitas tersebut berkorelasi positif dengan kesadaran petani dalam penggunaan benih bermutu dari varietas jagung hibrida berdaya hasil tinggi. Namun demikian, kebutuhan jagung nasional belum tercukupi, khususnya jenis tipe *dent* untuk industri pangan karena belum diproduksi di Indonesia sehingga masih diimpor. Neraca volume ekspor-impor jagung dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2011-2020) menunjukkan perkembangan yang fluktuatif dan cenderung negatif. Volume impor tertinggi sebesar 3,5 juta ton pada tahun 2015 dan terendah pada tahun 2017 yang berkisar antara 715 ribu ton hingga 1,44 juta ton pada tahun 2019. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan jagung dalam negeri cukup tinggi, baik untuk pangan, maupun pakan^{1,2}.

Dalam mewujudkan program swasembada jagung berkelanjutan yang dicapai sejak tahun 2017 dan untuk mendukung Indonesia menjadi lumbung pangan tahun 2045, diperlukan strategi perakitan varietas unggul hibrida (VUH) jagung berdaya hasil tinggi yang adaptif pada berbagai agroekosistem yang beragam di lingkungan optimal dan sub optimal³. Faktor lingkungan menentukan ekspresi gen terhadap keragaan hasil panen jagung hibrida^{4,5}. Selain itu, faktor manajemen pertanaman dan teknologi produksi spesifik lingkungan perlu mendapat perhatian khusus. Beberapa teknologi yang ada saat ini dapat disinergikan untuk mendukung peningkatan produktivitas sesuai target lingkungan pengembangan yang beragam dan sarat kendala cekaman biotik

dan abiotik, cuaca dan iklim, ketinggian tempat, penanganan panen dan pascapanen serta tingkat pengetahuan dan keterampilan petani^{6,7}.

Ketidaktersediaan benih bermutu pada saat diperlukan juga merupakan permasalahan yang sering dialami oleh banyak petani, terutama di pedesaan luar Jawa^{8,9}. Hal tersebut merupakan salah satu faktor pembatas pencapaian target produksi jagung nasional. Kemudahan memperoleh benih bermutu dari varietas unggul dalam waktu dan jumlah yang tepat merupakan insentif yang diperlukan petani untuk meningkatkan produktivitas jagungnya sehingga diperlukan industri benih yang kuat berbasis *insitu*^{10,11,12}.

Kegiatan produksi benih jagung hibrida berbasis *insitu* melibatkan banyak tenaga kerja terampil di pedesaan sehingga akan berdampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan petani dan pendapatan daerah¹³. Program ini dapat mempercepat perwujudan Indonesia menjadi negara yang mandiri benih^{14,15}. Hal ini didukung dengan tersedianya VUH jagung hasil pemuliaan dalam negeri dengan keunggulan yang beragam, dan sebagian besar telah dilisensi oleh perusahaan benih nasional^{16,17}.

Orasi ini memaparkan perkembangan VUH jagung nasional yang adaptif pada agroekosistem yang beragam di Indonesia, strategi dan perkembangan pemuliaan yang berdaya saing global, program perbenihan untuk mewujudkan kemandirian dan kedaulatan benih nasional, serta pemikiran atau gagasan tentang inovasi teknologi jagung mewujudkan swasembada berkelanjutan.

II. DINAMIKA PERKEMBANGAN PERAKITAN JAGUNG HIBRIDA DI INDONESIA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Penelitian jagung hibrida di Indonesia pertama kali dilakukan pada tahun 1913 kemudian dilanjutkan pada tahun 1950an¹⁸. Penggunaan VUH jagung di Indonesia mulai berkembang setelah dilepasnya hibrida introduksi pada tahun 1983 hingga saat ini. Dinamika perkembangan perakitan jagung hibrida di Indonesia dapat dibagi menjadi lima periode.

2.1 Pemanfaatan Heterosis untuk Komersial Breeding (1908- 1980)

Laporan awal pemanfaatan fenomena heterosis untuk tujuan komersial pertama kali dilaporkan oleh Beal, kemudian dilanjutkan oleh George Shull mengaplikasikan ide dari Hukum Mendell untuk mempelajari tentang keturunan pada jagung yang akhirnya membawa kepada revolusi hibrida¹⁹. Pada tahun 1908, George Shull mengevaluasi tanaman jagung dari benih *selfing* yang menunjukkan penurunan vigor²⁰, namun hibrida F1 nya lebih vigor daripada tetuanya²¹. Fenomena ini disebut sebagai efek heterosis akibat heterozigositas tinggi²². Pemanfaatan heterosis lebih dari dua lokus penanda karakter target membuat hibrida F1 lebih unggul dibanding tetuanya^{23,24,25}. Heterosis terbesar diperoleh jika galur-galur tetuanya mempunyai tipe yang jelas beragam pada lokus karakter kuantitatif (*Quantitative Trait Loci*, QTL)^{26,27,28}. Hal ini menyebabkan sehingga varietas jagung hibrida umumnya memberikan hasil yang nyata lebih unggul dari varietas komposit.

Pemanfaatan heterosis pada jagung hibrida di Amerika Serikat telah berlangsung sukses sejak tahun 1935, jauh sebelum revolusi hijau²⁹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VUH

jagung yang dikombinasikan dengan teknologi yang tepat berkontribusi sekitar 50% dalam kurun waktu 1930-1980³⁰. Pengembangan VUH jagung di Indonesia pada tahun 1950an - 1970an dengan meyilangkan populasi introduksi varietas Petra dan Kalingga dengan hasil 20-40% lebih unggul dibandingkan dengan tetuanya³¹.

2.2 Adopsi Jagung Hibrida di Indonesia (1981 - 1985)

Program penelitian jagung hibrida nasional disusun sejak tahun 1983 kemudian dimantapkan pada tahun berikutnya dengan bekerja sama industri benih multinasional yang memiliki permodalan, teknologi, serta sistem diseminasi yang kuat³². VUH jagung yang dilepas di Indonesia pada periode ini, berasal dari introduksi silang puncak varietas C1 oleh PT Cargill dengan hasil rata-rata 5,8 ton/ha (1983), hibrida introduksi silang tiga jalur varietas P1 oleh PT Pioneer dengan hasil rata-rata 5,5 ton/ha (1985). Hibrida silang tunggal pertama dilepas di Indonesia adalah varietas IPB-4 oleh Institut Pertanian Bogor dengan rata-rata 5,4 ton/ha (1985)³³.

2.3 Pengembangan Jagung Hibrida Hasil Pemuliaan Konvensional (Tahun 1986-2013)

Perubahan pola permintaan jagung mendorong percepatan adopsi benih VUH dan teknologi pendukung yang semakin intensif seiring dengan semakin gencarnya promosi dan penyuluhan oleh industri benih jagung multinasional. Perdagangan benih jagung hibrida didominasi oleh Syngenta (Swiss), Bayer (Jerman), BASF (Jerman), Dupont (USA), Monsanto (USA), dan DOW (USA) yang menguasai 60 persen pangsa pasar dunia^{34,35}. Penelitian jagung hibrida di Asia, termasuk Indonesia mulai gencar dilakukan melalui jalinan kerjasama antara negara penghasil jagung dunia³⁶.

VUH jagung yang dilepas pada periode ini sebanyak 32 varietas yang terdiri atas 12 hibrida silang tiga jalur (STJ) yaitu Semar 1-10 dan Bima 19 - 20 serta 20 hibrida silang tunggal (ST) yaitu Bima 1-18 dan Bima Putih 1-2. Hibrida STJ Semar 1 dan Semar 2 yang dilepas pada tahun 1992 dengan produktivitas masing-masing 5,3 ton/ha dan 5,0 ton/ha, lebih rendah dari produktivitas VUH introduksi silang ganda yaitu Pioneer 3 (6,4 ton/ha) yang dilepas pada tahun yang sama. Varietas Semar 1 - 10 tidak berkembang luas sebagai akibat kurang mampu berkompetisi dengan perusahaan benih multinasional terutama dalam hal promosi³⁷. Alih teknologi varietas jagung hibrida Balitbangtan oleh perusahaan benih swasta nasional mulai dilakukan pada hibrida Bima 1 - 9, Bima 14 dan Bima 16, meskipun dalam skala produksi benih masih rendah. Varietas hibrida Bima lainnya dilisensi pada periode berikutnya. Kegiatan pemuliaan jagung hibrida fungsional juga dilakukan pada periode ini^{38,39,40}. Jenis jagung fungsional tersebut adalah kualitas protein tinggi (*Quality Protein Maize*, QPM)⁴¹, kadar vitamin A dan antosianin tinggi⁴². Selain itu, dihasilkan beberapa kandidat jagung dengan kandungan amilopektin tinggi atau jagung pulut untuk pangan^{43,44}. Varietas Bima 12Q dan Bima 13Q merupakan VUH jagung fungsional pertama dilepas di Indonesia⁴⁵.

2.4 Pengembangan Jagung Hibrida Berbasis Molekuler Menuju Teknologi Pemuliaan 4.0 (2014 - Sekarang).

Inovasi VUH jagung yang dikembangkan pada periode ini diarahkan pada lingkungan yang lebih spesifik, toleran cekaman abiotis (nitrogen rendah, kekeringan, genangan air, dan naungan). Penguatan riset jagung hibrida terus ditingkatkan melalui penerapan teknologi modern seperti percepatan perakitan varietas unggul baru menggunakan metode *multiparent advanced generation intercross* (MAGIC) *populations* berbasis teknologi marka molekuler, *double haploid* (DH) dan teknologi 4.0 untuk fenotiping dan pengelolaan data^{46,47,48}.

Sejumlah VUH jagung berdaya saing tinggi dihasilkan pada periode ini, diantaranya Nakula Sadewa (Nasa) 29⁴⁹ yang di-*launching* oleh Presiden Joko Widodo tahun 2016. Beberapa VUH jagung yang dilepas pada tahun berikutnya diantaranya JH 29, JH 31, JH 37 dan JH 45^{50,51}. Varietas tersebut mendapat respon yang tinggi dari pengguna. Hingga tahun 2021, inovasi jagung hibrida yang telah dihasilkan Balitbangtan Pertanian sebanyak 54 varietas. Varietas terbaru yang dilepas tahun 2021 adalah hibrida ST toleran genangan air hingga 10 hari yaitu: (1) JHG 01: potensi hasil 13,35 ton/ha pada kondisi normal dan 6,87 ton/ha pada kondisi tergenang ≤ 10 hari⁵², (2) JHG 02 (kerjasama dengan IPB): potensi hasil 12,51 ton/ha pada kondisi normal dan 7,22 ton/ha pada kondisi ≤ 10 hari⁵³. Perkembangan pemanfaatan jagung hibrida pada era ini cukup pesat melalui jalinan kerjasama alih teknologi dengan berbagai perusahaan swasta nasional yang menghasilkan benih semakin berkualitas dan kompetitif.

2.5 Pengembangan Varietas Jagung Hibrida ke Depan

Perakitan jagung hibrida ke depan akan difokuskan pada peningkatan potensi hasil dan daya adaptasi pada agroekosistem yang beragam dengan menggunakan varietas spesifik lingkungan dan teknologi produksi benih yang efisien dan berkualitas premium berbasis *insitu*. Hal ini akan mempercepat penyediaan varietas unggul baru yang mampu memberikan peningkatan hasil nyata pada kondisi optimal dan sub optimal. Dengan demikian akan terjadi peningkatan produksi jagung nasional sebagai dampak dari peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam yang dapat menjamin tercukupinya kebutuhan jagung nasional⁵⁴.

III. PERAKITAN VARIETAS UNGGUL DAN PRODUKSI BENIH JAGUNG HIBRIDA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Hibrida dibuat dengan menyilangkan dua atau lebih galur tetua yang berdaya gabung baik. Turunan pertama (F1) persilangan kedua galur murni lebih superior (efek heterosis) untuk suatu karakter yang ditargetkan dan bernilai ekonomis lebih tinggi, terutama hasil panen^{55,56}. Benih hibrida hanya dapat digunakan pada generasi pertama karena akan mengalami penurunan superioritasnya pada generasi berikutnya.

3.1. Potensi dan Identifikasi Sumber Daya Genetik (SDG)

Perakitan varietas tanaman memerlukan SDG dengan keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas tinggi yang dapat bersumber dari varietas lokal, hibridisasi, mutasi, dan transgenik yang telah berlangsung secara alami, varietas komersial, serta galur dan populasi introduksi dari luar negeri^{57,58,59}. Karakterisasi SDG dapat dilakukan berdasarkan sifat morfologi (akar, batang, daun, bunga, tongkol dan biji), fisiologis, genetis, sitologis, dan molekuler (kromosom)^{60,61,62}.

Perakitan galur jagung hibrida diawali dengan identifikasi karakter SDG sesuai dengan target seleksi seperti sumber gen ketahanan penyakit bulai, melalui penyaringan pada nurseri bulai^{63,64,65}. Identifikasi gen donor untuk toleransi cekaman abiotis diperoleh dari hasil penyaringan^{66,67,68}. Karakter produktivitas tinggi diperoleh dari populasi dasar melalui identifikasi potensi SDG berdasarkan evaluasi daya hasil pada beberapa lokasi dan musim^{69,70,71}. Data hasil identifikasi SDG disusun dalam bentuk kelompok heterotik berdasarkan marka

molekuler^{72,73}, morfologi atau analisis numerik dan grafis dari kemampuan daya gabungnya⁷⁴.

3.2. Pembentukan Galur-galur Tetua dan Varietas Unggul Jagung Hibrida

Galur-galur tetua jagung adalah genotipe homozigot yang diperoleh melalui penyerbukan sendiri (*selfing*) dan seleksi beberapa generasi. Penyerbukan sendiri mengakibatkan terjadinya segregasi pada lokus yang heterozigot, frekuensi genotipe yang homozigot semakin bertambah dan genotipe heterozigot semakin berkurang. Galur murni diperoleh melalui penyerbukan sendiri selama 7-8 generasi (S7-S8) dengan tingkat homozigositas pada generasi S8 mencapai 99,6%. Galur-galur murni tersebut pada umumnya telah seragam dan stabil untuk karakter morfologi dan fisiologi. Seleksi galur dilakukan pada lingkungan target, sesuai dengan tujuan pemuliaan serta evaluasi daya gabung umum (DGU) pada generasi awal dan daya gabung khusus (DGK) pada generasi menengah dan lanjut pada beberapa lingkungan yang beragam^{75,76,77}.

Galur murni dapat dibentuk dari populasi dasar yang terdiri atas kumpulan gen yang telah diperbaiki dengan beberapa siklus seleksi, varietas bersari bebas, rekombinasi hibrida dan galur^{78,79}. Pembentukan galur dari varietas bersari bebas, populasi, rekombinasi galur-galur lain atau hibrida pada dasarnya melalui seleksi tanaman dan tongkol selama silang diri. Seleksi juga dilakukan pada bentuk tanaman yang baik dan tahan terhadap hama dan penyakit utama, toleran terhadap cekaman abiotis, serta produktivitas yang tinggi^{80,81}. Pembentukan galur dari galur lain dilakukan dengan cara kombinasi dua atau lebih galur disebut seleksi kumulatif, atau persilangan galur dengan populasi untuk daya gabung umum. Hibrida hasil persilangan tersebut dapat digunakan sebagai populasi dasar dalam pembentukan galur lebih lanjut⁸².

Keberhasilan program perakitan VUH jagung tergantung pada perolehan genetik unggul per unit waktu. Beberapa galur tetua hibrida telah dihasilkan, antara lain memiliki karakter tahan terhadap penyakit bulai (Nei9008 dan MAL 03), toleran cekaman kekeringan (MR 14, Nei9008, MAL 03, G1044-30, CI301032, CI272022, DYW 15, DYW 34, dan CLYN 231), toleran naungan (CY 15, MAL 03, dan B11209), toleran genangan (Mgold dan DKL9001), dan toleran pemupukan N rendah (CLYN dan HLN). Galur Mr 14 memiliki daya gabung umum dan khusus baik, sehingga digunakan sebagai tetua jantan pada beberapa hibrida yaitu VUH ST Bima 4 - Bima 6, Bima 9 - Bima 16, JH 27, JH 234, HJ 21, dan HJ 28. Galur Nei9008 selain sebagai tetua betina hibrida ST Bima 3 dan JH 36 juga sebagai tetua jantan STJ Bima 19 URI dan Bima 20 URI⁸³.

Dalam kurun waktu tahun 2019 - 2021, telah dilepas 8 VUH jagung dengan keunggulan yang beragam di lingkungan suboptimal dengan potensi hasil >12,5 ton/ha di lingkungan optimal dan > 6 t/ha di sub optimal. Varietas tersebut adalah Jharing 1 (toleran kekeringan), Jhana 1, Jhana 234 dan Jhana 333 (toleran naungan <35%), JHG01 dan JHG02 (toleran genangan ≤10 hari), Jharing 1, JH 30, dan JH 32 (toleran kekeringan), JH33 dan JH34 (toleran pemupukan N rendah) serta Nasa 29, JH 29, dan JH 31 (adaptif dataran menengah-tinggi). VUH tersebut juga memiliki ketahanan terhadap penyakit bulai yang paling berbahaya pada tanaman jagung di daerah tropis⁸⁴.

3.3. Produksi Benih Hibrida

Setelah VUH jagung dilepas, langkah berikutnya adalah bagaimana varietas tersebut dapat berkembang luas ke petani melalui penyediaan benih dalam jumlah, jenis, waktu, dan mutu yang tepat⁸⁵. Produksi dan distribusi benih berkualitas sangat menentukan keberhasilan pengembangan suatu VUH jagung. Proses produksi benih jagung hibrida berkualitas ditentukan

oleh teknik produksi dan pengendalian mutunya. Paket teknologi produksi benih jagung hibrida, kontrol mutu genetik dan fisiologi dengan menggunakan program kecerdasan buatan telah dihasilkan melalui serangkaian penelitian⁸⁶.

Penggunaan paket teknologi produksi benih jagung hibrida diantaranya kombinasi pupuk makro (NPK), mikro (Boron, Kalsium, Magnesium) dan zat pengatur tumbuh (ZPT) dapat meningkatkan produksi dan viabilitas serbuk sari mencapai 95,3%^{87,88}. Optimalisasi rasio jantan dan betina menyesuaikan tingkat kemampuan penyerbukan galur tetua jantan^{89,90}. Sinkronisasi penyerbukan dengan pengaturan waktu tanam tetua dan bantuan penyerbukan dengan menggunakan penyemprotan serbuk sari mampu mengatasi permasalahan polinasi sehingga pengisian biji calon benih menjadi lebih sempurna⁹¹. Monitoring kemurnian genetik galur tetua juga dilakukan secara berkala dengan menggunakan marka molekuler *Simple Sequence Repeat* (SSR)⁹². Pengendalian mutu produksi benih di lahan dilakukan dengan menggunakan drone untuk memonitor kemurnian genetik tanaman dari tipe simpang, mencegah penyerbukan bunga jantan pada tanaman betina dari kegiatan *detasseling*, memonitor tingkat kesuburan tanaman dan taksasi hasil panen benih. Dengan demikian, kegiatan produksi benih lebih efektif dan efisien⁹³. Informasi terkait status kegiatan produksi di lahan, panen dan prosesing calon benih, manajemen stok tetua dan hibrida, serta distribusinya menggunakan aplikasi teknologi berbasis android dengan nama SiMulia. Percepatan hilirisasi dan komersialisasi benih VUH jagung ke petani dilakukan bekerja sama dengan >35 mitra lisensi sejak tahun 2016 – sekarang dengan distribusi mencapai 25.521 ton benih ke seluruh Indonesia.

IV. INOVASI TEKNOLOGI MENDUKUNG PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA SATU JUTA HEKTAR

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Pengembangan varietas dan penyediaan benih dalam negeri sangat terkait dengan kinerja pemuliaan dan perkembangan industri perbenihan nasional. Peningkatan kapasitas inovasi dan teknologi yang lebih baik berimplikasi terhadap percepatan perakitan galur dan pelepasan VUH, serta penyediaan benih bermutu untuk mengoptimalkan produktivitas dan perluasan areal tanam. Hal tersebut dapat mendukung program pengembangan VUH jagung hasil pemuliaan dalam negeri seluas satu juta hektar sesuai kesepakatan dengan legislatif agar swasembada jagung nasional dapat berkelanjutan.

4.1. Teknologi Perakitan Jagung Hibrida

Keberhasilan pengembangan teknologi jagung hibrida ditentukan oleh kemampuan eksploitasi heterosis materi genetik dan kemudahan produksi benihnya⁹⁴. Setiap tahapan kegiatan perakitan jagung hibrida telah menghasilkan komponen kebaruan. Penelitian kerja sama riset dengan negara penghasil jagung di Asia telah menghasilkan marka SNIPs yang dapat digunakan untuk percepatan seleksi galur-galur elit toleran kekeringan⁹⁵. Seleksi dengan menggunakan penanda molekuler hasilnya lebih baik dan stabil karena tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan⁹⁶.

Kombinasi pemuliaan konvensional dan molekuler mampu mempercepat pencapaian target seleksi⁹⁷. Kegiatan pemuliaan jagung dalam negeri telah mengaplikasikan pola heterotik berbasis marka molekuler dalam bentuk kelompok gen (*gene pool*) berdasarkan tingkat toleransinya terhadap cekaman

abiotis dan biotis serta kelompok kekerabatannya⁹⁸. Karakterisasi molekuler tersebut sekaligus digunakan mengidentifikasi galur-galur yang memiliki tingkat homozigositas pada generasi yang lebih awal sehingga mengurangi generasi *selfing*⁹⁹. Penyaringan galur tahan penyakit utama juga diterapkan pada saat seleksi¹⁰⁰. Beberapa hibrida terseleksi lebih unggul hasilnya sebesar 20-35% dari VUH jagung eksisting berdasarkan hasil evaluasi daya gabung^{101,102}.

Inovasi riset berbasis genom terus dikembangkan dan telah dihasilkan 4 populasi stabil yang tersusun dari 16 galur dengan karakter yang beragam untuk perakitan galur unggul yang lebih superior serta adaptif pada cekaman abiotis dan biotis. Dalam rangka percepatan proses tersebut, diinisiasi pemanfaatan teknologi DH dari galur *inducer* haploid TY001 *temperate*, disilangbalikkan dengan galur-galur elit dalam negeri dan diperoleh *inducer* tropis yang serbuk sarinya lebih banyak dan nilai *Haploid Index Rate* (HIR) yang tinggi.

Seleksi galur berdaun tegak dan sempit juga dilakukan untuk menghasilkan ideotipe tanaman yang lebih efisien fotosintesis, toleran kekeringan, pemupukan nitrogen rendah dan naungan serta dapat ditanam pada populasi padat di lingkungan optimal¹⁰³. Galur-galur generasi awal hingga lanjut telah dihasilkan. Berdasarkan hasil evaluasi DGK, terseleksi 10 hibrida yang sedang diuji multilokasi untuk pelepasan VUH^{104,105}.

4.2. Inovasi Teknologi Jagung Hibrida

Inovasi teknologi terus berkembang sebagai upaya melahirkan VUH jagung yang memiliki kebaruan keunggulan untuk menjawab tantangan riil di lapangan¹⁰⁶. Kondisi iklim global yang sering berubah dan sulit diprediksi, diantisipasi dengan perakitan VUH jagung adaptif pada lingkungan kering beriklim kering (Jharing, JH 30, JH 32, dan 36), kering masam

(JH 27 dan JH 37), genangan (JHG01 dan JHG02), pemupukan N rendah (JH 33 dan JH 34), toleran naungan (Jhana 1, Jhana 234, Jhana 333 dan JH 45) serta varietas beradaptasi luas dari dataran rendah sampai tinggi (Nasa 29, JH 29 dan JH 31)¹⁰⁷. Hal ini membuktikan bahwa riset pemuliaan VUH yang dihasilkan bukan hanya berupa invensi, namun berupa inovasi untuk melayani kebutuhan dan memecahkan permasalahan petani jagung Indonesia yang semakin beragam.

Jumlah invensi yang dihasilkan sampai tahun 2021, sebanyak 35 VUH (Lampiran 1). Beberapa diantara invensi tersebut telah dilisensi oleh perusahaan benih nasional sejak tahun 2016 sampai saat ini (Lampiran 2). Sebanyak 13 varietas yang diproduksi dan dikomersialisasikan benihnya dengan luasan sekitar 64 ribuan ha pada tahun 2015, meningkat menjadi sekitar 320 ribuan ha pada tahun 2016 dan 380 ribuan ha pada tahun 2017. VUH jagung yang diproduksi dan dikomersialisasikan benihnya pada tahun 2018 berkurang menjadi 10 varietas, namun luas penyebarannya meningkat menjadi 425 ribuan ha, didominasi 3 varietas (86%) yaitu Bima 19 URI, Bima 20 URI, dan Bima 27. Sejak tahun 2019, terjadi pergeseran penggunaan varietas dengan VUH jagung terbaru dan lebih berdaya saing yaitu HJ 21, JH 37, dan Nasa 29. Jumlah produksi benih pada tahun 2019 sebesar 270 ribuan ha dan meningkat menjadi 315 ribuan ha pada tahun 2020 yang didominasi oleh JH 37 dan Nasa 29.

Mitra lisensi yang terlibat pada kegiatan korporasi perbenihan di Tubang, Jawa Timur mampu mengeksport *over stock* benih varietas JH 37 ke Thailand dengan volume 14 ton pada tahun 2020. Hal tersebut merupakan salah satu bukti nyata kontribusi hasil pemuliaan anak bangsa dalam mendukung program strategis nasional “Gerakan tiga kali ekspor (Gratieks)”. Selain Thailand, Filipina juga sepakat mengimpor benih jagung JH 37 dari Sulawesi Utara melalui Mindanao pada

periode yang sama, namun karena pandemi covid 19 yang tinggi pada saat itu, impor tertunda. Persiapan ekspor benih tersebut sedang dalam pengurusan kelengkapan dokumen.

Sumbangan benih domestik dari VUH jagung hasil pemuliaan dalam negeri yang dikomersialisasikan oleh mitra lisensi pada periode 2016-2020 sebanyak 25.521 ton dengan total nilai penjualan mencapai 816,7 milyar rupiah. Benih sejumlah tersebut menyebar pada lahan seluas 1,874 juta ha¹⁰⁸. Minat petani semakin tinggi terhadap VUH jagung nasional karena mampu berdaya saing global dengan penyediaan benih yang semakin bermutu¹⁰⁹. Oleh karena itu, dalam tiga tahun ke depan, mitra lisensi VUH jagung nasional diharapkan mampu meningkat penyediaan benih untuk luas lahan satu juta ha per tahun dengan menggunakan varietas unggul terbaru yang berdaya saing tinggi sebagai upaya mendukung program luas tambah tanam, diantaranya Nasa 29, JH 29, JH 31, JH 33, JH 34, JH 37, JH 45, JHG 01, JHG 02, Jharing 1 dan Jhana 1.

4.3. Inovasi Industri Benih Jagung Hibrida

Produksi benih merupakan titik unkit utama dalam pengembangan jagung hibrida. Benih bermutu berperan penting dalam proses bisnis dan industrialisasi jagung hibrida nasional. VUH jagung hasil rakitan anak bangsa mengalami peningkatan popularitas dan mampu berkompetisi dengan VUH jagung mutinasional¹¹⁰.

Melalui kegiatan diseminasi dan hilirisasi inovasi, telah dilahirkan banyak kelompok penangkar dan inkubasi bisnis produsen benih baru yang menggunakan VUH jagung nasional. Dukungan pemerintah daerah untuk menumbuhkembangkan penangkar dan perluasan areal produksi benih semakin meningkat. Penyediaan benih tetua yang semakin berkualitas diikuti dengan pendampingan teknologi yang semakin intensif dan massif kepada mitra lisensi pada program korporasi

perbenihan berbasis *insitu* sejak tahun 2019 sampai saat ini di Lampung, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Kegiatan ini terbukti mampu meningkatkan kapasitas pemangku kepentingan di daerah tersebut khususnya petani penangkar dalam penyediaan benih berkualitas, baik dari segi mutu, jumlah, waktu, harga, dan tempat. Program perbenihan berbasis *insitu* terus didorong untuk mewujudkan desentralisasi dan kemandirian perbenihan jagung hibrida nasional di luar Jawa Timur¹¹¹.

Pengembangan inovasi VUH jagung dalam negeri telah memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan industri benih nasional dalam hal penyediaan logistik benih bagi program-program strategis pemerintah untuk menjaga swasembada jagung berkelanjutan. Mitra lisensi VUH jagung nasional berupaya semaksimal mungkin memenuhi logistik benih bermutu bagi petani sesuai jenis dan jumlah yang dibutuhkan pada waktu dan lokasi yang tepat¹¹². Kesepakatan program bantuan benih jagung Pemerintah dan Legislatif pada tahun 2017 untuk alokasi 40% menggunakan benih VUH jagung hasil inovasi dalam negeri merupakan salah satu tonggak pencapaian kontribusi yang membanggakan. Dukungan kebijakan dari pemerintah terkait harga benih yang sama antara jagung hibrida nasional dengan multinasional dalam pengadaan bantuan benih sangat diharapkan agar industri benih nasional tetap bergairah dan eksis, bahkan berkembang pesat demi terwujudnya kemandirian benih nasional mendukung swasembada jagung berkelanjutan¹¹³.

Sebagai upaya mendukung akselerasi produksi benih jagung hibrida ke depan dan untuk mencapai luas target tanam 1 juta ha per tahun diperlukan benih tetua sebanyak 250 ton. Proses produksi benih tetua yang berkualitas dan berdaya saing tinggi dilakukan dengan mengadopsi teknologi revolusi industri

4.0. Kegiatan monitoring *standing crop*, *roguing* dan *detasseling* saat ini telah menggunakan drone. Monitoring kesehatan dan kesuburan tanaman dengan menggunakan kamera infrared/multispektral berdasarkan nilai NDVI serta pola spasial klorofil tanaman. Tahapan prosesing benih mulai dari seleksi tongkol, pengeringan, pemipilan, *grading*, pengemasan serta penyimpanan benih memerlukan peralatan modern dan otomatis termasuk pengembangan otomatisasi berbasis *Internet of Thing* (IoT)¹¹⁴ sehingga dukungan pendanaan dari pemerintah sangat diperlukan.

V. POTENSI, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA SATU JUTA HEKTAR

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Penelitian dan pengembangan jagung hibrida yang mencakup pengelolaan plasma nutfah, perakitan varietas serta penyediaan benih sumber merupakan faktor yang vital dalam menggerakkan industri benih dalam negeri¹¹⁵. Walaupun dalam proses pengembangannya ditemui berbagai tantangan dan kendala, namun prospek pengembangan jagung hibrida nasional ke depan masih terbuka lebar mengingat potensi hasil hibrida yang tinggi¹¹⁶. Selain itu, optimalisasi pemanfaatan lahan eksisting dan penambahan areal tanam baru masih berpeluang besar untuk meningkatkan produksi jagung nasional.

5.1. Potensi Pengembangan Jagung Hibrida

Potensi pengembangan VUH jagung ke depan masih cukup besar dengan tingkat adopsi petani saat ini sebesar 76,87%, sisanya berupa varietas komposit sebesar 5,84% dan varietas jagung lokal sebesar 17,29% dari luas panen 5,1 juta ha pada tahun 2020¹¹⁷. Produktivitas rata-rata VUH jagung sebesar 5,95 t/ha, varietas komposit sebesar 4,94 t/ha dan varietas lokal sebesar 3,60 t/ha dengan rata-rata nasional sebesar 5,74 t/ha¹¹⁸. Peralihan pemanfaatan benih varietas komposit dan lokal ke benih hibrida terus meningkat dan diharapkan menjadi 90% dalam dua tahun ke depan. Dengan demikian akan terjadi peningkatan produktivitas jagung nasional menjadi 6,21 t/ha atau tambahan produksi jagung nasional sebesar 0,27 t/ha atau setara dengan peningkatan produksi jagung nasional sebesar 1,4 juta ton dengan basis data luas panen 5,16 juta ha pada tahun 2020.

kekegagalan panen di beberapa sentra pengembangan jagung nasional^{124,125,126}.

Perakitan dan penyediaan VUH jagung spesifik agroekosistem merupakan tantangan utama dalam pengembangan VUH jagung, mengingat target lingkungan berkaitan langsung dengan ekspresi potensi genetik dari varietas yang dikembangkan¹²⁷. Fasilitas pendukung baik berupa SDM yang ahli dan terampil serta fasilitas yang belum memadai merupakan tantangan dalam percepatan penyediaan varietas sesuai dengan target lingkungan dan preferensi petani yang semakin beragam. Demikian pula halnya fasilitas penyediaan benih tetua VUH jagung hibrida nasional yang masih membutuhkan pengembangan dalam penyediaan benih tetua premium untuk kebutuhan mitra lisensi yang semakin besar dan beragam.

Kebijakan pemerintah sangat diperlukan agar para investor tertarik menanam investasi untuk produksi benih di luar Jawa Timur sehingga terjadi desentralisasi perbenihan berbasis provinsi sentra jagung¹²⁸. Industri benih jagung nasional juga harus didukung dengan peraturan perundang-undangan dan kebijakan yang lebih baik untuk mendorong iklim yang kondusif dalam proses produksi dan distribusi benih jagung mewujudkan swasembada berkelanjutan. Untuk itu, diharapkan sinergitas yang lebih harmonis antara institusi pemerintah terkait dan pelaku industri perbenihan jagung hibrida dalam negeri.

5.3 Peluang Pengembangan Jagung Hibrida

Peluang pengembangan jagung hibrida nasional ke depan cukup besar. Program terobosan melalui identifikasi lahan-lahan potensial yang belum dimanfaatkan dan belum harmonisnya kerjasama dengan kementerian ataupun institusi lain sebagai pemilik lahan potensial tersebut. Proyeksi kebutuhan jagung tahun 2045 untuk bahan baku pakan industri

dan peternak mandiri sebesar 33,8 juta ton atau 74% dari total penggunaan jagung nasional sebesar 46,7 juta ton¹²⁹ dengan luas lahan panen 7,78 juta ha dan produktivitas rata-rata nasional minimal 6 t/ha. Hal ini merupakan peluang bagi pengembangan VUH jagung nasional seluas satu juta ha menggunakan varietas yang telah populer.

Kebutuhan benih pada budidaya jagung hibrida adalah 15-20 kg/ha sehingga untuk lahan seluas 7,78 juta ha membutuhkan benih sebanyak 116 ribu ton - 156 ribu ton per tahun. Kapasitas produksi benih F_1 rata-rata sebesar 1,75 ton/ha sehingga setiap tahun diperlukan lahan seluas 66 ribu - 89 ribu ha untuk produksi benih VUH jagung. Benih dari VUH jagung yang telah populer diterima oleh masyarakat diantaranya Nasa 29, JH 29, JH 37, dan JH 45 perlu dioptimalkan pemanfaatannya, sedangkan varietas potensi hasil tinggi yang adaptif pada lingkungan cekaman abiotis dalam rangka perluasan areal tambah tanam yaitu JH 31, JH 33, JH 34, JHG01, JHG02, Jharing 1 dan Jhana 1, perlu didorong, dipromosikan dan dihilirisasikan.

VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI PERAKITAN DAN PENGEMBANGAN JAGUNG HIBRIDA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

VUH jagung merupakan indikator utama dalam mengimplementasikan paket teknologi budidaya mendukung peningkatan produksi nasional. Jagung memiliki peran yang strategis dan menjadi prioritas nasional karena kebutuhan terhadap komoditas tersebut terus meningkat, baik untuk menjamin swasembada yang berkelanjutan, maupun sebagai komoditas ekspor. Oleh karena itu, diperlukan pemikiran tentang arah, sasaran, dan strategi pengembangan VUH jagung yang tepat.

6.1. Arah Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida

Kegiatan perakitan jagung hibrida diarahkan pada percepatan perakitan VUH baru dengan mengoptimalkan teknologi genome editing (*chromosome doubling protocols and genotyping*) menggunakan marka *Single Nucleotide Polymorphisms* (SNPs) dikombinasikan dengan eksploitasi heterosis dari koleksi SDG dan *double haploid* (DH). Kegiatan pemuliaan partisipatif dengan melibatkan pihak swasta perlu didorong untuk percepatan perakitan VUH baru sehingga masalah klasik pembiayaan penelitian dari pemerintah yang terbatas dapat teratasi¹³⁰. Peningkatan ketahanan terhadap OPT utama, khususnya penyakit bulai, busuk batang dan hama FAW juga perlu mendapatkan perhatian.

Perakitan dan pengembangan VUH jagung tipe *dent* yang sebagian besar diproduksi di USA dengan kandungan pati lunak tinggi sebagai bahan kebutuhan industri pangan (tepung, pati dan minyak)^{131,132} perlu dipercepat untuk menekan impor. Efisiensi proses produksi dan untuk menjaga kualitas benih

perlu dikembangkan teknologi perakitan galur mandul jantan sehingga tidak memerlukan pencabutan bunga jantan pada tanaman betina saat memproduksi benih¹³³. Hal ini akan menjadi daya tarik bagi petani milenial sebagai penangkar sehingga program desentralisasi perbenihan mendukung kemandirian benih dan kemantapan swasembada jagung nasional dapat terwujud.

Arah pengembangan jagung hibrida nasional ke depan sesuai dengan model *scaling up* penyediaan benih eksisting yang saat ini diantaranya produksi dan penyediaan benih berbasis *insitu* di setiap provinsi sentra pengembangan¹³⁴. Model alih teknologi perlu diubah menjadi lisensi eksklusif, terutama untuk VUH jagung yang baru dilepas guna memberikan stimulus dan iklim yang sehat bagi industri benih nasional dalam mempromosikan varietas dan benihnya serta mengembangkan usaha dari segi kualitas dan kuantitas.

6.2. Sasaran Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida

Sasaran perakitan VUH sejalan dengan prioritas riset nasional untuk jagung yaitu berdaya hasil tinggi (13,75 ton/ha pada lingkungan optimal) serta toleran cekaman abiotik dan biotik. Sasaran peningkatan produktivitas aktual VUH jagung nasional untuk lima tahun ke depan menjadi 6,5 ton/ha atau peningkatan produktivitas 0,75 ton/ha per tahun. Hal ini didukung oleh ketersediaan VUH jagung yang kualitas dan produktivitasnya berdaya saing global pada agroekosistem yang beragam. Untuk itu diperlukan kebijakan pemerintah agar benih dari VUH jagung tersebut diproduksi dan digunakan lebih massif dan massal oleh petani¹³⁵.

6.3. Strategi Perakitan dan Pengembangan Jagung Hibrida

Salah satu indikator utama yang menjadi tolak ukur dari kemajuan kegiatan perakitan dan pengembangan VUH jagung

adalah seberapa banyak varietas yang telah dilepas dan dapat digunakan serta telah dimanfaatkan oleh petani. Percepatan pelepasan VUH jagung baru dengan menerapkan teknologi marka molekuler, DH yang dikombinasikan dengan *field breeding* menggunakan *high throughput plant phenotyping* (HTPP) karakter agronomi tanaman jagung berbasis analisis multi spektra^{136,137,138}. Pemanfaatan teknologi DH memungkinkan produksi galur homozigot dalam waktu yang lebih cepat, menghemat 3-4 tahun dari perakitan galur secara konvensional. Teknologi DH yang dikombinasikan dengan analisis genome berbasis SNIPs berperan dalam melakukan seleksi berdasarkan target sifat genetik yang tepat sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

Pengembangan populasi dari gabungan 16 galur yang memiliki karakter dan keunggulan yang beragam, diantaranya potensi hasil tinggi, toleransi cekaman abiotis dan tahan terhadap cekaman biotis dalam satu populasi diperlukan untuk mengefisienkan waktu seleksi galur murni yang stabil. Pengembangan VUH jagung nasional yang adaptif pada lahan suboptimal merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan luas tambah tanam pada lahan kering beriklim kering, naungan, kering masam, daerah rawan genangan sesaat, lahan lebak, serta bagi petani yang sulit mengadakan pupuk urea^{139,140,141}. Hal ini akan mendukung program pengembangan satu juta hektar VUH jagung hasil inovasi anak bangsa.

VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

7.1. Kesimpulan

Pemuliaan VUH jagung sampai dengan tahun 2021, telah dihasilkan invensi sebanyak 35 varietas dengan keunggulan yang beragam, 13 varietas diantaranya telah diproduksi benihnya oleh mitra lisensi yang telah menyebar pada lahan seluas 1,874 juta ha dengan kontribusi rata-rata 10% per tahun dari luas panen nasional. Desentralisasi produksi benih pada setiap provinsi sentra memberi kepastian pemenuhan kebutuhan benih VUH jagung bersertifikat dan bermutu tinggi yang tepat varietas, mutu, jumlah, waktu, harga, dan lokasi. Program pengembangan VUH jagung yang sesuai dengan lingkungan tumbuh pada lahan satu juta ha berpotensi menyumbangkan peningkatan produksi jagung nasional hingga 5-6 juta ton per tahun sehingga swasembada jagung berkelanjutan dapat terwujud.

7.2. Implikasi Kebijakan

Pengembangan VUH jagung perlu didukung kebijakan pemerintah: (1) penguatan sistem riset nasional dan hilirisasinya, terutama dalam hal pembiayaan, pengembangan SDM yang adaptif dan responsif dengan teknologi mutakhir serta sarana dan prasarana yang sesuai kebutuhan peneliti; (2) mengutamakan benih hasil inovasi VUH jagung dalam negeri untuk pengadaan benih bantuan yang diproduksi secara *insitu* sehingga mendorong terwujudnya swasembada berkelanjutan; dan (3) mendorong tumbuh kembangnya investasi perbenihan di sentra-sentra pengembangan jagung.

VIII. PENUTUP

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati,

Pengembangan VUH jagung berdaya saing tinggi berbasis inovasi dan teknologi modern yang adaptif pada berbagai agroekosistem serta mampu beradaptasi pada perubahan iklim global merupakan salah satu terobosan dalam mewujudkan program pemerintah menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia pada tahun 2045 dan swasembada berkelanjutan. Hal ini antara lain memerlukan dukungan ketersediaan VUH jagung secara mandiri dan ditunjang oleh kebijakan yang memadai. Minat perusahaan benih nasional untuk melisensi secara eksklusif VUH jagung hasil inovasi nasional yang semakin tinggi merupakan modal utama dalam percepatan hilirisasi.

Program desentralisasi produksi benih VUH jagung yang melibatkan mitra lisensi, lembaga litbangjirap (Penelitian, pengembangan, pengkajian, penerapan) serta pemerintah pusat dan daerah pada setiap provinsi sentra jagung perlu mendapatkan perhatian bersama. Desentralisasi perbenihan merupakan salah satu solusi bagi penyelesaian masalah pengadaan benih jagung nasional dalam menjamin ketepatan waktu, jumlah, mutu, dan jenis yang diharapkan berdampak positif terhadap peningkatan produksi dan kesejahteraan petani, baik petani jagung maupun petani penangkar benih. Penyediaan benih ke depan diarahkan pada pemanfaatan lahan satu juta hektar yang akan dikembangkan menggunakan VUH jagung terbaru hasil inovasi lembaga penelitian nasional yang berdaya saing global pada berbagai agroekosistem, dan dilakukan secara *in situ* dalam bentuk korporasi petani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Bapak Menteri Pertanian, dan hadirin yang saya hormati,

Perkenankan saya menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT, atas segala karunia dan rahmatNya, sehingga orasi ilmiah ini dapat berlangsung sebagaimana mestinya. Pada kesempatan ini saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, atas penetapan saya sebagai Peneliti Ahli Utama di Kementerian Pertanian. Terima kasih dan penghargaan disampaikan pula kepada Menteri Pertanian, Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Sekretaris Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan atas dukungan dan kesempatan yang diberikan kepada saya dalam meniti karier sebagai peneliti dan menyampaikan orasi ilmiah ini.

Terima kasih juga disampaikan kepada Majelis Profesor Riset Kementerian Pertanian, Prof. Dr. Tahlim Sudaryanto (Ketua), Prof. Dr. Elna Karmawati (Sekretaris), Prof. Dr. Hasil Sembiring, Prof. Dr. Ismeth Inounu, dan Prof. Dr. Fahmuddin Agus sebagai anggota yang telah mengkoordinasikan proses penelaahan naskah dan terselenggaranya pengukuhan Profesor Riset pada hari yang berbahagia ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan pula kepada Tim Penelaah Naskah Orasi Prof. Dr. Bambang Subiyanto, Prof. Dr. Hasil Sembiring, dan Prof. Dr. Fahmuddin Agus, atas koreksi, saran, dan masukannya yang sangat konstruktif sehingga naskah ini layak diorasikan.

Kepada Prof. Dr. Hasil Sembiring, Prof. Dr. I Nyoman Widiarta, Prof. Dr. Made Jana Mejaya, Prof. Dr. Satoto, dan Prof. Dr. Agustina Asri Rahmianna, sebagai penelaah bahan

orasi lingkup Puslitbang Tanaman Pangan disampaikan terima kasih atas masukan, saran, dan dukungannya sehingga naskah orasi ini memenuhi syarat untuk proses lebih lanjut.

Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Serealia pada masanya yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melanjutkan studi S3, meniti karier, dan berkarya sebagai peneliti. Kepada Dr. Firdaus Kasim (alm), juga disampaikan penghargaan atas segala dukungan dan bimbingannya dalam pengembangan karier saya sebagai peneliti. Terima kasih juga dihaturkan kepada Pimpinan dan Peneliti CIMMYT yang telah memberikan kesempatan kepada saya dalam berbagai training, workshop, pertemuan di tingkat regional dan intrenasional serta keterlibatan dalam jalinan kerjasama riset jagung internasional.

Terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan peneliti dan seluruh karyawan dan karyawanati Balai Penelitian Tanaman Serealia dan Pusat Peneltian dan Pengembangan Tanaman Pangan atas kebersamaan, dukungan, dan kerja samanya, terkhusus kepada peneliti dan teknisi yang terlibat langsung membantu penyusunan orasi ilmiah ini.

Kepada semua guru dan dosen yang telah mendidik saya, mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi, terkhusus kepada wali kelas, ketua dan anggota komisi pembimbing yang tidak dapat disebut satu persatu, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas ilmu pengetahuan yang telah diajarkan.

Terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga diberikan kepada kedua orang tua saya: ayahanda Mahmud (alm) dan ibunda Hj. Nurkaya, A, Md., atas kasih sayang, didikan dan doanya yang tiada henti. Terima kasih dan penghargaan juga diberikan kepada mertua yang terhormat Bapak Drs. H. Nurdin Saleng dan ibu Dra. Hj. Berlian untuk doa restunya. Selanjutnya salam hormat diberikan kepada adik-adik

beserta keluarga masing-masing yang saya sayangi, terima kasih atas dukungan semangat, kebersamaan, dan doanya.

Pada hari yang berbahagia ini, saya ucapkan terima kasih yang istimewa kepada istri tercinta Dr. Asni MHI, serta anak-anak kami, Muhammad Rais Kamil dan Muhammad Alfi Rizky atas dukungan moril, dorongan, semangat, dan doanya yang tiada henti.

Terima kasih disampaikan juga kepada penyelenggara orasi ilmiah, para undangan dan hadirin atas perhatian dan partisipasinya pada Pengukuhan Professor Riset ini .

Akhirnya dengan mengucapkan Alhamdulillah Robbil 'Alamin, saya akhiri orasi ilmiah ini. Dengan kerendahan hati yang tulus saya menyampaikan permohonan maaf kepada Bapak Ibu dan Sdr/i apabila dalam penyampaian orasi ilmiah ini terdapat kekurangan. Terima kasih, semoga Allah SWT melimpahkan rahmat, hidayah, karunia, dan kesehatan kepada kita semua.

Wabillahirtaufiq Walhidayah

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. [PUSDATIN] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Outlook Komoditas Pertanian Sub-Sektor Tanaman Pangan. Kacang Tanah. Kementerian Pertanian, Jakarta, 2020.
2. [KEMENDAG] Kementerian Perdagangan. Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional. Dalam: Prabowo DW (Ed). Pusat Pengkajian Perdagangan Dalam Negeri, Jakarta, 2020.
3. Sulaeman A.A, Simatupang P, Las I, Jamal E, Hermanto, Kariyasa K, Syahyuti, Sumaryanto S, Suwandi, Subagyo K. Sukses Swasembada: Indonesia Menjadi Lumbung Pangan Dunia 2045. Dalam: Sudaryanto T., Suryana A, Hermanto (Eds). IAARD Press, Jakarta, 2018.
4. Sujiprihati S, **Azrai M**, Yuliandry A. Keragaan genotipe jagung bermutu protein tinggi (QPM) di dua tipologi lahan yang berbeda. Jurnal Agrotropika 2006; 11(2): 90-100.
5. **Azrai M**, Kasim F, Hidayat J.R. Stabilitas jagung hibrida. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2006; 25(3): 163-169.
6. Dresselhaus T, Hückelhoven R. Biotic and abiotic stress responses in crop plants. Agronomy Journal 2019; 8(11): 1-6.
7. Suwardi dan **Azrai M**. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap hasil genotipe jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia 'Meningkatkan Peran Penelitian Serealia Menuju Pertanian Industri'. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 2013:139-147.

8. Subandi, Ismail I.G., Hermanto. Jagung: Teknologi Produksi dan Pascapanen. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 1998.
9. Saenong S, **Azrai M**, Arief R, Rahmawati. Pengelolaan Benih Jagung. *Dalam* Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 2007: 145-174.
10. **Azrai M**, Aqil M, Arief R, Koes F, dan Arvan RY. Teknologi Produksi Benih Jagung Hibrida. IAARD Press dan Absolute Media, Jakarta, 2018.
11. Widiarta I.N, Subekti N.A, Harsono A, Nugrahaeni N, Marwoto, Sundari T, Prayogo Y, **Azrai M**, Adnan M, Arief R, Aqil M, Bahtiar, Koes A, dan Agustiwi H.T. Pengembangan Model Kawasan Mandiri Benih Padi, Jagung dan Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, 2015.
12. Mugnisyah. WQ, dan Setiawan A. Produksi Benih. Bumi Aksara, Jakarta, 1995.
13. Bahtiar, Zanuddin B, and **Azrai M**. Advantages of hybrid corn seed production compared to corn grain. *International Journal of Agriculture System (IJAS)* 2020; 8(1): 44-56.
14. Bahtiar dan **Azrai M**. Challenges and opportunities for the development of national hybrid seed production in the agribusiness perspective in Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ Science*. 484 012135. IOP Publishing 2020.
15. Setiani C, Wulanjari M, Prasetyo T, Pemberdayaan petani menuju desa mandiri benih. *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan* 2018; 3(2): 46-54.

16. **Azrai M**, Aqil M, Arvan RY, Talanca AH. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2017. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, Sulawesi Selatan, 2018.
17. **Azrai M**, Aqil M, Arvan RY, dan Mirsam H. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2018. Maros, Sulawesi Selatan, 2019.
18. Moentono, MD. Pembuatan dan produksi benih jagung hibrida. *Bulletin Teknik Puslitbangtan* 1984; 119-162.
19. Shull GH. The composition of a field of maize. *Journal of Heredity* 1908; 4(1): 296-301.
20. Shull GH, The genotypes of maize. *The American Naturalist Journal* 1910; 45 (532): 234-252.
21. Jones. Continued inbreeding in maize. *Journal of Genetics* 1938; 24: 462-473.
22. Jones. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. *Connecticut Agric. Exp. Sta. Bull.* 1918; 207: 5-100.
23. Hallauer, A.R. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press, Ames 1981.
24. Nur A, Iriany RN, **Azrai M**. Penampilan karakter agronomi galur jagung pada cekaman kekeringan. *Jurnal Agrivigor* 2007; 6(3): 226-235.
25. **Azrai M**, Aqil M, Efendi R, Suwardi, Andayani N.N. Heterotic groups and combining ability of yellow maize inbreds with three commercial hybrids. *Research on Crops Journal* 2018; 19(3):458-464.
26. Priyanto SB, **Azrai M**, Makkulawu A.T. Parameter genetik dan korelasi karakter komponen hasil jagung

- hibrida. Buletin Penelitian Tanaman Serealia 2017; 1(2): 9-15.
27. George MLC, Prasanna BM, Rathore RS, Setty TAS, Kasim F, **Azrai M**, Vasal S, Balla O, Hautea D., Canama A, Regalado E, Vargas M., Khairallah M, Jeffers D, and Hoisington D. Identification of QTLs conferring resistance to downy mildews of maize in asia. *Journal of Theoretical and Applied Genetics* 2003;107 (3): 544-551
 28. **Azrai M**, Kasim F. Analisis varians dan heritabilitas ketahanan galur jagung rekombinan terhadap penyakit bulai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2003; 22 (1): 31-35.
 29. Hallauer, A.R. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. *Proceeding Annual Corn Sorghum Research Conference, Chicago USA* 1975; 30: 150-165.
 30. Donald N. Duvick. Biotechnology in the 1930s: the development of hybrid maize. *Journal of Nat. Rev. Genet.* 2001; 2: 69-74.
 31. Timothy DH, Harvey PH, and Dowsnell CR. Development and Spread of Improved Maize Varieties and Hybrids in Developing Countries. Bureau for Science and Technology, Agency for International Development, United States 1988.
 32. Ratulle MT, **Azrai M**, Aqil. M. Maize Research and Development in Indonesia: Progress, Challenges, and Opportunities. *Proceeding 12th Asian Maize Conference and Expert Consultation on Maize for Food, Feed, Nutrition, and Environmental Security. CIMMYT, Mexico DF and APAARI, Bangkok, 2014: 311-318.*

33. **Azrai M.** Jagung hibrida genjah: Prospek pengembangan menghadapi perubahan iklim. *IPTEK Tanaman Pangan* 2013; 8(2): 90-96.
34. Safitri. RP, Riana FD, Widyawati W. Perilaku dan kinerja pasar benih jagung (*Zea mays* L.) di Amerika Serikat, India, dan Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)* 2021; 5(4): 2614 -4670.
35. Syahrudin K., **Azrai M**, Nur A, Abid M. A review of maize production and breeding in Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 484 (1), 012040. IOP Publishing 2020.
36. Hasanuddin A, Bahar F, Laponangi AM, Baco D, **Azrai M**, Aqil M, Sama S, Arvan RY. Sejarah Perkembangan Balai Penelitian Tanaman Serealia. Absolute Media Yogyakarta 2019.
37. Biba MA. Preferensi petani terhadap jagung hibrida berdasarkan karakter agronomik, produktivitas, dan keuntungan usahatani. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2016; 35(1): 81-88.
38. **Azrai M**, Mejaya IMJ, dan Gaffar MYH. Pemuliaan Jagung Khusus. *Dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 2007: 96-109.
39. **Azrai M**, Mejaya IMJ, dan Aswidinnoor H. Daya gabung galur-galur jagung berkualitas protein tinggi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2014; 33(3):137-147.
40. **Azrai M**. Penampilan varietas jagung unggul baru bermutu protein tinggi di Jawa dan Bali. *Buletin Plasma Nutfah* 2004; 10(2): 49-55.

41. **Azrai M**, Kasim F, Pabendon MB, Wargiono J, Hidayat JR, dan Komaruddin. Penampilan beberapa genotipe jagung protein mutu tinggi (QPM) pada lahan kering dan lahan sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2004; 23 (3):123-131.
42. Gaffar MHY, Isnaeni M, Faesal, **Azrai M**. Interaction between genotypes, environment and season (G x E x S) on anthocyanin corn in lowland zone of Indonesia. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 157, 012045. IOP Publishing 2018.
43. Ampa IT, **Azrai M**, Masniawati A. Karakteristik fenotipik dan pengelompokan galur jagung pulut hibrida *Zea mays* L. *Jurnal Biologi Makassar* 2017; 2(2): 52-64.
44. Saleh Z, Musa Y, Badaruddin MF, Riadi M, Efendi R, **Azrai M**. Diallel cross of six inbred waxy corn (*Zea mays* L.). *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research* 2018; 38(2): 254-261.
45. Karim HA, Gaffar MYH, Kandatong H, Hasan, Hikmahwati, Fitrianti. Uji produktivitas berbagai varietas jagung (*Zea mays* L.) hibrida dan nonhibrida yang sesuai pada agroekosistem Kabupaten Polewalimandar. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian* 2020; 5(1): 25-29.
46. Jamaluddin, Riadi M, Rafiuddin, Effendi R, dan **Azrai M**. Growth and production diversity of prolific maize lines in different population density and application nitrogen fertilizer (*Zea mays* L.). *International Conference on Sustainable Cereals and Crops Production Systems in the Tropics (ICFST)* 2020: 1-7.
47. Dell'Acqua M, Gatti DM, Pea G, Cattonaro F, Coppens F, Magris G, Hlaing AL, Aung HH, Nelissen HN, Baute J, Frascaroli E, Churchill GA, Inzé D, Morgante M, and

- Enrico M. Genetic properties of the MAGIC maize population: A new platform for high definition QTL mapping in *Zea mays*. Dell'Acqua et al. *Genome Biology* 2015; 16:167 DOI 10.1186/s13059-015-0716-z.
48. Aqil M, Tabri F, Andayani NN, Panikkai S, Efendi R, Zainuddin B, **Azrai M**, Ratule T. Integration of smartphone technology for maize recognition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 104.012037. IOP Publishing 2021.
 49. **Azrai M**, Efendi R, Makkulawu AT, Iriany RN, Isnaini M, Andayani NN, Nur A, Priyanto SB, Mejaya M. Sertifikat Hak PVT Nakula Sadewa-29, No. 00475/PPVT/S/2019. Pusat Perlindungan dan Perzinan Pertanian, Jakarta. 2019.
 50. **Azrai M**, Efendi R, Andriani A, Makkulawu AT, Iriany RN, Isnaini M, Andayani NN, Nur A, Priyanto SB. Sertifikat Hak Perlindungan Varietas Tanaman Jagung Hibrida JH-37. 00415/PPVT/S/2021. Pusat Perlindungan dan Perzinan Pertanian, Jakarta. 2021.
 51. **Azrai M**, Efendi R, Mejya MJ, Andriani A, Makkulawu AT, Nur A, Iriany RN, Isnaini M, Andayani NN. Sertifikat Hak Perlindungan Varietas Tanaman Jagung Hibrida JH-45. No. 00436/PPVT/S/2018. Pusat Perlindungan dan Perzinan Pertanian, Jakarta. 2018.
 52. **Azrai M**, Muliadi M, Efendi R, Suwarno WB, Suwarti, Priyanto SB, Andayani NN, Syahrudin K, Andriani A, Makkulawu AT, Iriany RN, Aqil M, Zainuddin B, Rauf AW, Syam A. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 220/HK.540/C/11/2021 tentang Pelepasan Calon Varietas Jagung Hibrida HSTG-05 sebagai Varietas Unggul dengan Nama JHG-01. Kementerian Pertanian, Jakarta, 2021.

53. Swarno WB, **Azrai M**, Muliadi M, Efendi R, Suwarno WB, Priyanto SB, Andayani NN, Syahrudin K, Andriani A, Makkulawu AT, Aqil M, Zainuddin B, Tabri F, Rauf AW, Syam A. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 221/HK.540/C/11/2021 tentang Pelepasan Calon Varietas Jagung Hibrida HSTG-07 sebagai Varietas Unggul dengan nama JHG-02. Kementerian Pertanian, Jakarta, 2021.
54. Adri, Mildaerizanti, Suharyon. Analisis finansial perbanyak benih jagung hibrida. *Jurnal LPPM Universitas Jambi* 2019; 3 (2):138-147.
55. **Azrai, M**, Mejaya IMJ, dan Aswidinnoor H. Daya gabung galur-galur jagung berkualitas protein tinggi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2014; 33(3):137-147.
56. Andayani NN, Sunarti S, **Azrai M**, dan Praptana RH. Stabilitas hasil jagung hibrida silang tunggal. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2014; 33(3):148-154.
57. **Azrai M**, Kasim F. Uji Daya Hasil Beberapa Genotipe Jagung CIMMYT (EVT-13) pada Lingkungan Optimal. *Prosiding Simposim Nasional Pengelolaan Plasma Nutfah dan Pemuliaan. PERIPI, Jakarta, 2001: 691-700.*
58. Bunga AK, Junaedi, dan **Azrai M**. Seleksi hibrida persilangan galur putih dan kuning. *Prosiding Seminar Nasional Serealia Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 2015: 121-130.*
59. Muliadi A, Effendi R, **Azrai M**. Genetic variability, heritability and yield components of waterlogging-tolerant

hybrid maize. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 648 (1), 012084. IOP Publishing. 2021.

60. Efendi R, **Azrai M**. Kriteria indeks toleran jagung terhadap cekaman kekeringan dan nitrogen rendah. Prosiding Seminar Nasional Serealia Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor, 2015: 1-12.
61. Ruswandi D, Wicaksana N, Pabendon MB, **Azrai M**, Rachmadi M, Ismail A, Carsono N, Damayanti F, Kasim F. Molecular characterization of quality protein maize and downy mildew resistance lines based on Simple Sequence Repeats (SSRs) marker. *Zuriat* 2005; 16(1): 21-37.
62. **Azrai M**, Aswidinnoor H, Koeswara J, Surahman M, Hidayat JR. Analisis genetik ketahanan jagung terhadap bulai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2006; 25(2): 71-77.
63. **Azrai M**. Ragam interaksi genotipe x lingkungan untuk infeksi penyakit bulai pada beberapa jagung koleksi Balitsereal. *Jurnal Agrivita* 2005; 28 (1): 45-53.
64. **Azrai M** dan Kasim F. Analisis varians dan heritabilitas ketahanan galur jagung rekombinan terhadap penyakit bulai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2003; 22(1): 31-35.
65. Roberdi, Aswidinnoor H, Setiawan A, Sutrisno, Pabendon MP, **Azrai M**. Keterpautan 23 Markah Mikrosatelit pada Kromosom 6 dan 7 dengan Karakter Ketahanan Populasi Jagung terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). *Jurnal AgroBiogen* 2010; 6(1):10-17.

66. Efendi R, **Azrai M**. Identifikasi karakter toleransi cekaman kekeringan berdasarkan respons pertumbuhan dan hasil genotipe jagung. *Majalah Widyaiset-LIPI*. 2010; 13(3): 41-50.
67. Syafruddin, Suwarti, **Azrai M**. Penyaringan cepat dan toleransi tanaman jagung terhadap intensitas cahaya rendah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan* 2014; 33(1): 36-43.
68. Beyene Y, Semagn K, Mugo S, Tarekegne A, Babu R, Meisel B. Genetic gains in grain yield through genomic selection in eight biparental maize populations under drought stress. *Crop Sci*. 2015; 55:154-163.
69. Andayani NN, Aqil M, Efendi R, and **Azrai M**. Line $\times$ tester analysis across equatorial environments to study combining ability of Indonesian maize inbred. *Asian J Agri & Biol*. 2018; 6(2): 213-220.
70. Jampatong S, Ngean MT, Jompuk C, Kaveeta R, Zaidi PH, **Azrai M**, Pixley KV. Evaluation of improved maize populations for yield. *Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop Maize for Asia: Emerging Trends and Technologies*. CIMMYT-IAARD 2010: 130-134.
71. Andayani NN, Subchan MA, Efendi R, Aqil M, **Azrai M**. Combining ability analysis of maize lines under optimal and low nitrogen stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012010. IOP Publishing. 2021.
72. **Azrai M**, Pabendon MB. Penelitian Jagung Berbasis Markah Molekuler. *Dalam: Gagasan, Pikiran dan Harapan Alumni Faperta Unhas terhadap Pembangunan Pertanian*,

- Indonesia. Fakultas Pertanian Unhas, Makassar, 2012: 365-392.
73. Andayani NN, Isnaini M. M. Muis, Pabendon MB. and **Azrai M.** Evaluation of genetic diversity of QPM, provita, and elite maize inbreds resistant to downy mildew disease using simple sequence repeats. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2020; 4(3): 161-170
 74. Arifin NS, Nugraha AA, Waluyo B, Ardiarini NR, and **Azrai M.** Grouping in heterotic pool of maize inbred lines based on numerical and graphical analysis of combining ability. *SABRAO J. Breed. Genet.* 2018; 50 (4): 475-493.
 75. Fadhli N, Badaruddin MF, Rafiuddin, Efendi R, and **Azrai M.**, Anshori MF. Multivariate analysis to determine secondary characters in selecting adaptive hybrid corn lines under drought stress. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 2020; 21(8): 3617-3624.
 76. Efendi R, **Azrai M.** Implementation of partial diallel analysis to determine general combining ability and agronomic character genetic parameters of shade-tolerant maize lines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012019. IOP Publishing. 2021.
 77. **Azrai M.**, Efendi R, Suwarti, dan Praptana RH. Keragaman genetik dan penampilan jagung hibrida silang puncak pada kondisi cekaman kekeringan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2016; 35(3): 199-208.
 78. Jugenheimer, R.W. *Corn Improvement, Seed production, and Uses.* John Wiley, New York, 1976.

79. Rusliyadi M, **Azrai M**. Penampilan fenotipe dan beberapa parameter genetika genotipe jagung komposit di Gorontalo. JPP 2009; 9(1): 1-8.
80. Muis A, **Azrai M**, dan Suriani. Penampilan 9 kultivar jagung terhadap tiga penyakit utama di tiga lokasi yang berbeda. Prosiding Seminar Nasional Serealia: Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2015: 436-442
81. Suriani, Sebayang A, Mirsam H, Pakki S, **Azrai M**, Muis A. Control of *Fusarium verticillioides* on corn with a combination of *Bacillus subtilis* TM3 formulation and botanical pesticides. Saudi Journal of Biological Sciences 2021; 28: 7000-7005.
82. Adriani, **Azrai M**, Suwarno WB, Sutjahjo SH. Pendugaan keragaman genetik dan heritabilitas jagung hibrida silang puncak pada perlakuan cekaman kekeringan. Jurnal Informatika Pertanian 2015; 24 (1): 91 -100.
83. Aqil M dan Arvan RY. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, Sulawesi Selatan, 2016.
84. Muis A, Nonci N, Kalqutny SH, **Azrai M**. Respon genotipe jagung hibrida terhadap tiga jenis penyakit utama (*Peronosclerospora sp.*, *Bipolaris maydis*, dan *Puccinia polysora*). Buletin Penelitian Tanaman Serealia. 2019; 3(1): 27-38.
85. Darwis V. Sinergi kegiatan desa mandiri benih dan kawasan mandiri benih untuk mewujudkan swasembada benih. Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian 2018; 16(1): 59-72.

86. Tirado SB, Hirschl CN, Springer NM. UAV-based imaging platform for monitoring maize growth throughout development American Society of Plant Biologists, Society for Experimental Biology and John Wiley & Sons Ltd. 2020: 1-11.
87. Alimuddin S, Musa Y, **Azrai M**, Asrul L. Effect of boron on flowering, yield components and grain yield of two prolific maize (*Zea mays* L.) hybrids. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 484 012076. IOP Publishing 2020.
88. Syafruddin, Herawati, Abdullah A, **Azrai M**, Meida I. Effectiveness and recommendation of NPK-compound fertilization on maize. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012031. IOP Publishing. 2021.
89. Rahmawati, Arief R, **Azrai M**. Pengaruh komponen teknologi produksi dan sinkronisasi pembungaan terhadap hasil jagung hibrida F1. Prosiding Seminar Nasional Serealia Inovasi Teknologi Mendukung Swasembada dan Diverifikasi Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan 2012: 573-581.
90. Arief R, **Azrai M**. Santoso SB. Seed yield and quality of three-way cross hybrid maize production in South and Central Sulawesi of Indonesia. International Maize Conference: Maize for Food, Feed and Fuel, Gorontalo, Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2013: 247-251.
91. Sirih S, Tilaar W, Wanget S, Pongo J, Karouw S, **Azrai M**. Optimization of hybrid corn seed production in pollination systems at various parent seed planting ratios IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012084. IOP Publishing 2021.

92. Hipi A, Surahman M, Ilyas S, Giyanto. Seed genetic purity assessment of maize hybrid using microsatellite markers (SSR). *International Journal of Applied Science and Technology* 2013; 3(5): 66-71.
93. Zan X, Zhang X, Xing Z, Liu W, Zhang X, Su W, Liu Z, Zhao Y and Li S. Automatic detection of maize tassels from uav images by combining random forest classifier and VGG16. *Remote Sens Journal* 2020; 12 (3049): 1-17.
94. Gaffar MYH, Sumarno dan Nur A. *Perakitan Varietas Unggul Jagung Fungsional*. IAARD Press, Jakarta, 2014.
95. Vivek BS, Krishna GK, Vengadessan V, Babu R, Zaidi PH, Kha LQ, Mandal SS, Grudloyma P, Takalkar S, Krothapalli K, Singh IS, Ocampo ETM, Xingming F, Burgueño J, **Azrai M**, Singh RP, and Crossa J. Use of genomic estimated breeding values results in rapid genetic gains for drought tolerance in maize. *Journal of Plant Genome, Crop Science Society of America* 2017; 10(1):1-8.
96. Pabendon MB, **Azrai M**, Mejaya MJ, Sutrisno S. Keragaman genetik inbrida jagung berbasis markah mikrosatelit dan hubungannya dengan penampilan hibrida. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 4(2): 77-82.
97. **Azrai M**. Pemanfaatan markah molekuler dalam proses seleksi pemuliaan tanaman. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 6(1): 26-37
98. Efendi R, Musa Y, Badaruddin MF, Rahim MD, **Azrai M**, Pabendon M. Seleksi jagung inbrida dengan markah molekuler dan toleransinya terhadap kekeringan dan nitrogen rendah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2015; 34(1): 43-53

99. Efendi R, Sunarti S, Musa Y, Badaruddin MF, Rahim MD, and **Azrai M**. Selection of homozygosity and genetic diversity of Maize Inbred using Simple Sequence Repeats (SSRs) marker. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.* 2015; 2(3):19-28.
100. Mirsam H, Rahman AA, Pakki S, **Azrai M**, Prayitno OD. Genotype resistance of hybrid corn varieties candidate against major corn diseases. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012054. IOP Publishing 2021.
101. Andayani NN, Nur A, Aqil M, Efendi R, **Azrai M**. Hybrid maize genotypes test cross performance on agronomic traits. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 486 012095. IOP Publishing 2020.
102. Priyanto SB, **Azrai M**, Syakir M. Analisis ragam genetik, heritabilitas, dan sidik lintas karakter agronomik jagung hibrida silang tunggal. *Jurnal Informatika Pertanian*. 2018; 27(1): 1-8.
103. Efendi R, Bambang PS, Subechan MA, Aqil M, **Azrai M**. Combining ability of S3 maize inbred lines and related contributing traits for high yield under high population density. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012009. IOP Publishing 2021.
104. Efendi R, Andayani NN, Kalqutny SH, **Azrai M**. Evaluation of prolific hybrids maize performance on different population densities and nitrogen level. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 484 012095. IOP Publishing 2020.
105. Efendi R., Priyanto SB., **Azrai M**. Daya gabung dan aksi gen komponen hasil jagung prolifik hasil tinggi

menggunakan analisis line x tester 2021; Jurnal Agro 8(1):113-129.

106. **Azrai M**, Aqil M, Arvan RY, Kalqutny SH, Mirsam H. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2019. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan, 2020.
107. **Azrai M**, Syafruddin, Efendi R, Aqil M, Zainuddin B, Arvan RY, Pakki S, Mirzam H, Wijanarko A, Anggara AW, Kasno A, dan Syahbuddin H. Teknologi Budidaya Jagung pada Berbagai Agroekosistem. CV Cakrawala Yogyakarta 2020.
108. **Azrai M**, Aqil M, Arvan RY, Sebayang A.M. , Bidari LA dan Mirsam H. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2020. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan, 2021.
109. Bahtiar, **Azrai M**. Respon pengguna terhadap potensi hasil tiga varietas jagung unggul baru Badan Litbang Pertanian di Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Buletin Penelitian Tanaman Serealia 2019; 3(1): 39-48.
110. Mardian I, Widiastuti E dan Romdon AS. Keragaan hasil dan pendapatan petani jagung hibrida di lahan kering iklim kering. Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4,0. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor, 2019: 308-315.
111. Freddy IM, Gupta GEK. Penguatan Kebijakan Ketahanan Pangan: Reformasi Mekanisme Penyaluran Benih Jagung Hibrida. Center for Indonesian Policy Studies (CIPS) 2018.

112. Oelviani R, Praptana H, Jauhari S. Potensi pengembangan perbenihan jagung hibrida mendukung kawasan pertanian di Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4,0. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor, 2019: 185-190.
113. Lestari SU, Julianto RPD, dan Sumiati A. Peningkatan kemandirian petani melalui produksi benih jagung mandiri. Jurnal Akses Pengabdian Indonesia 2017: 1(2): 9-17.
114. Zainuddin B, Andayani N, Fahdiana T, **Azrai M**. Application of ICT tools in food crops monitoring in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012060. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012060. IOP Publishin 2020.
115. Mejaya IMJ, **Azrai M**, dan Iriany RN. Pembentukan Varietas Unggul Jagung Bersari Bebas. *Dalam: Buku Jagung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor, 2007: 55-73.
116. Bahtiar, **Azrai M**, Biba MA, Syakir M. Daya saing calon varietas hibrida Nasa-29 di Jawa Timur. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2018: 2(1): 35-42.
117. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia 2021.
118. Ruslan K. Produktivitas Tanaman Pangan dan Hortikultura. Center for Indonesian Policy Studies CIPS) 2021.

119. [BALITBANGTAN] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bukti Nyata Peningkatan Indeks Pertanaman Fondasi Lumbung Pangan Masa Depan. Syahbuddin H, Kushartati E, Mardiharini M, Purnamayani R. (Eds). IAARD Press, Jakarta, 2020.
120. Darrah LL, McMullen MD, Zuber MS. Breeding, Genetics and Seed Corn Production in Corn (Third Edition). Chemistry and Technology. Elsevier Inc. in cooperation with AACC International 2019: 19-41.
121. Iriany RN, **Azrai M**, Makkulawu AT. Genotypic diversity, heritability and agronomic performance high-oil maize populations. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012010. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012010. IOP Publishing 2020.
122. Shandu KS, Singh N, Kaur M. Characteristics of the different corn types and their grain fractions: physicochemical, thermal, morphological and rheological properties of starch. J. Food. Eng. 2004; 64:119-127.
123. Junaedi, **Azrai M**. Penampilan hibrida silang puncak jagung tercekam kekeringan. Prosiding Seminar Nasional Serealia Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam mendukung Swasembada Pangan. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor, 2015: 13-23
124. Nonci N, Kalqutny SH, Mirsam H, Muis A, **Azrai M**, dan Aqil M. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan, 2019.
125. Mirsam H, Muis A, Nonci N, **Azrai M**. Density analysis of plant-parasitic nematodes associated with corn crop in

- South Sulawesi. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 484 012106. IOP Publishing 2020.
126. Hendrayana F, Lestari NA, Muis A, dan **Azrai M**. Ketahanan beberapa varietas jagung hibrida terhadap beberapa penyakit penting jagung di Indonesia. *Jurnal Agriovet* 2020; 3(1): 25-40.
 127. Priyanto SB, Efendi R, Zainuddin B, **M Azrai**, Syakir M. Evaluasi stabilitas hasil jagung hibrida menggunakan metode genotype and genotype by environment interaction biplot (GGE biplot). *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2017; 1(2): 97- 104.
 128. Panikkai S, **Azrai M**, Fahmi FN. Model production of corn development for industrial needs and increasing economy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 484 (2020) 012137. IOP Publishing 2020.
 129. Sulaiman, AA, Kariyas IK, Hoerudin, Subagyono K dan Bahar FA. *Cara Cepat Swasembada Jagung*. IAARD Press. Jakarta, 2018.
 130. Eka V, Aristya dan Taryono. Pemuliaan tanaman partisipatif untuk meningkatkan peran varietas padi unggul dalam mendukung swasembada pangan nasional. *Jurnal Agrinova* 2019; 2 (1): 26-35.
 131. Jozinovi'c A, Šubari'c D, A'ckar D, Babi'c J, Orki'c V. Food industry by-products as raw materials in the production of value-added corn snack products. In Nicolas (Ed). *Journal of Foods* 2021; 10: 946. <https://doi.org/10.3390/foods10050946>.
 132. Karomah N, Suwarno WB, **Azrai M**. Kandungan minyak 30 genotipe jagung dan korelasinya terhadap beberapa

- karakter agronomi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 2018; 46(3): 254-261.
133. Weider C, Stamp P, Christov N, Hüsken A, Foueillassar X, Camp KH, Munsch M. Stability of cytoplasmic male sterility in maize under different environmental conditions. *Journal of Crop Science* 2009; 49: 77-84.
134. **Azrai M.** Peran Perbenihan Nasional dalam Menopang Kebutuhan Benih di Lahan Kering Secara Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional IV Perkumpulan Agroteknologi/Agroekoteknologi Indonesia (PAGI): Inovasi Teknologi Pertanian Lahan Kering dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional berkelanjutan. Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia, 2018: 34-48.
135. Bahtiar, Aqil M dan **Azrai M.** The role of institutions in enhancing farmer motivation to carryout corn seed production under corporation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012082. IOP Publishing 2021.
136. Geiger HH and Gordillo GA. Doubled haploids in hybrid maize breeding. *Journal of Maydica* 2009; 54:485-499.
137. Pabendon MB, **Azrai M**, Mejaya MJ, Sutrisno. Keragaman genetik inbrida jagung QPM dan normal berbasis markah mikrosatelit dan hubungannya dengan penampilan hibrida. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 4(2):77-82.
138. Danilevicz MF, Bayer PE, Nestor BJ, Bennamoun M, David Edwards Resources for image-based high-throughput phenotyping in crops and data sharing challenges. *Plant Physiology Journal* 2021; 187: 699-715.

139. Syafruddin, **Azrai M**, dan Suwarti. Seleksi genotipe jagung hibrida toleran N rendah. *Buletin Plasma Nutfah* 2013; 19(2):73-80.
140. Arisandy P, Suwarno WB, **Azrai M**. Evaluation of drought tolerance in maize hybrids using stress tolerance indices. *Int. J. Agron. Agric. Res.* 2017; 11(4): 46-54.
141. Ghulamahdi M, **Azrai M**, Sopandi D, Sulistyono E. Combining ability and heterotic value of ten lines maize genotypes tolerant to tidal-swamp soil stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911 (1), 012024. IOP Publishing 2021.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

**Varietas unggul jagung hibrida rakitan Balai Penelitian
Tanaman Serealia, Balitbangtan, periode 2001-2020**

No	Nama Varietas	No. Sertifikat PVT	No. SK Pelepasan Varietas	Keterangan
1	Bima-4**	0144/PPVT/ S/ 2011	1499/Kpts/ SR.120/10/2008	Umur genjah
2	Bima-5**	00145/PPV T/S/2011	1500/Kpts/ SR.120/10/2008	Potensi hasil tinggi, dan stay green
3	Bima-6 **	0146/PPVT/ S/2011	15101/Kpts/ SR.120/10/2008	Potensi hasil tinggi, stay green
4	Bima-7 *	0252/PPVT/ S/2014	3796/Kpts/ SR.120/11/2010	Umur genjah dan toleran masam
5	Bima-8 *	131/PVHP/ 2010	3797/Kpts/ SR.120/11/2010	Umur genjah dan toleran masam
6	Bima-9 **	0199/PPVT/ S/ 2013	3798//Kpts/ SR.12/11/2010	Stay green
7	Bima-10 **	0200/PPVT/ S/ 2013	3799/Kpts/ SR.120/11/2010	Stay green
8	Bima-11 **	0201/PPVT/ S/ 2013	3800/Kpts/ SR.120/11/2010	Stay green
9	Bima-14 Batara **	0433/PPVT/ S/2018	3800/Kpts/ SR.120/11/2010	Potensi hasil tinggi & Stay green
10	Bima-15 Sayang*	0380/PPVT/ S/2017	40110/Kpts/ SR.120/9/ 2011	Toleran masam & stay green
11	Bima-16*	368/PPVT/ S/2016	2294.1/Kpts/ SR.120/6/ 2012	Potensi hasil tinggi & Stay green
12	Bima-17 *	369/PPVT/ S/2016	3918/Kpts/ SR.120/3/ 2013	Umur genjah, toleran kering masam
13	Bima-18 *	370/PPVT/ S/2016	3919/Kpts/ SR.120/3/ 2013	Umur genjah, toleran kering masam
14	Bima-19 URI*	0382/PPVT/ S/2017	5004/Kpts/ SR.120/3/ 2013	Toleran kekeringan, provitas benih tinggi
15	Bima-20 URI*	0383/PPVT/ S/2017	5005/Kpts/ SR.120/3/ 2013	Toleran kering masam dan N rendah provitas

No	Nama Varietas	No. Sertifikat PVT	No. SK Pelepasan Varietas	Keterangan
30	JH-31*	Dalam proses	983/HK.540/C/10/2020	Tongkol besar & panjang, toleran kekeringan di dataran rendah-tinggi (17-1024 m dpl)
31	JH-32*	Dalam proses	982/HK.540/C/10/2020	Toleran kekeringan di dataran rendah-tinggi (17-1024 m dpl)
32	JHG-01*	Dalam proses	220/HK.540/C/10/2021	Toleran genangan <10 hari
33	JHG-02*	Dalam proses	221/HK.540/C/10/2021	Toleran genangan <10 hari
34	JH-33*		Proses SK	Toleran pemupukan N rendah dan naungan
35	JH-34*		Proses SK	Toleran pemupukan N rendah dan kekeringan

* : Pemulia Utama;

** : Co Breeder

Lampiran 2.

Dokumen perjanjian lisensi jagung hibrida Balai Penelitian Tanaman Serealia

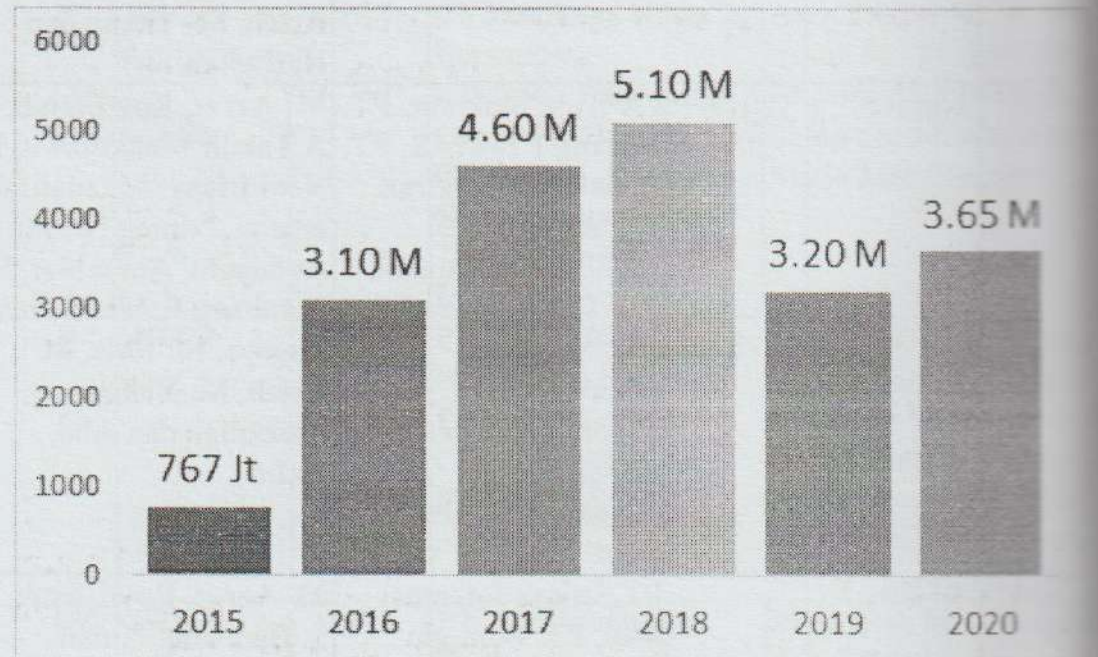
No.	Tek-nologi VUH	Tahun Lisensi	Mitra Lisensi	Tim Pemulia
1	Bima-10	2010	PT Sang Hyang Seri (Persero)	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., M. Azrai , Muzdalifah I., Sri Sunati
2	Bima-11	2011	PT Sang Hyang Seri (Persero) CV Agro Indo Seed UD Sari Bumi Indonesia PT. Jafran Indonesia PT Sarana Tunggal Kelompok Tani	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., Muzdalifah Isnaini, Sri Sunarti dan M. Azrai
3	Bima-14	2011	PT Sangkara Putra Pertiwi, Pt. Petrokimia Gresik	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., Muzdalifah Isnaini, Aviv A dan M. Azrai
4	Bima-15	2011	PT Pertani (Persero)	M. Azrai , Sri Sunarti, Aviv Andriani, Amin Nur dan Takdir Makkulawu
5	Bima-16	2012	PT Twinn	M. Azrai , Aviv Andriani, Takdir Makkulawu, dan M. Idris
6	Bima-19 URI	2013	PT Pertani (Persero) PT. Jafran Indonesia, PT Sangkara, PT. Bunga tani, Cv. Adijaya	M. Azrai , A. Takdir Makkulawu, R. Neni Iriany, Aviv Andriani, Muzdalifah Isnaini, Roy Effendy, M. Idris dan Sampara
7	Bima-20 URI	2013	PT Mulya Agro Sarana PT Pertani (Persero) PT Sang Hyang Seri (Persero), PT. ACI, PT. Agro Zuriat, PT Tunas Widji Inti	M. Azrai , A. Takdir M., R. Neni Iriany, Aviv Andriani, Muzdalifah Isnaini, Roy Effendy, M. Idris dan Sampara

No.	Tek-nologi VUH	Tahun Lisensi	Mitra Lisensi	Tim Pemulia
			Nayottama	
8	HJ-21 Agritan	2014	PT Pandhega Nusa Bersaudara PT Karya Parawansa Grup, PT. Benindo, PT. JAfran, PT. GIS, CV. Adijaya, PT. Trubus Gumelar, CV. Megatani	Andi Takdir M., R. Neni Iriany M., Muzdalifah Isnaeni, Abd Rahman, Sampara, M. Azrai dan Made Jana Mejaya
9	JH-27	2015	PT. Tunas Widji Inti Nayotama, PT. Pertani, PT. Benindo, CV. Adijaya, PT. Botani Seed,	M. Azrai , Aviv Andrian I Made Jana Mejaya, A. Takdir Makkulawu, R. Neni Iriany, Roy Efendi, Amin Nur Muzdalifah Isnaini, N. N Andayani dan Sri Sunarti
10	JH-36	2016	PT Agri Makmur Pertiwi	M. Azrai , M. J. Mejaya, Roy Effendy, Aviv Andriani, A. Takdir Makkulawu, R. Neni Iriany, Amin Nur, Suwarti, Muzdalifah Isnaini dan Nining Nurini Andayani
11	JH-45	2016	PT Agri Makmur Pertiwi, PT. Twinn	M. Azrai , Roy Efendi, Made Jana Mejaya, Aviv Andriani, Suwarti, A. Takdir Makkulawu, Amin Nur, R. Neni Iriany, Muzdalifah Isnaini, dan Nining Nurini Andayani
12	Bima JH-37	2017	PT. Twin, PT. Adijaya, PT. Trubus Gumelar, PT. Benindo, PT. Taradex Agro, PT. Restu Agropro	M. Azrai , Roy Efendi, Aviv Andriani, A. Takdir Makkulawu, R. Neni Iriany, Muzdalifah Isnaini, Nining Nurini

No.	Tek-nologi VUH	Tahun Lisensi	Mitra Lisensi	Tim Pemulia
				Andayani, Amin Nur, S. Bambang P, M. Idris, M. Arfah, M. Yakup dan Hasbullah
13	Nasa-29	2017-2021	CV Tani Makmur, PT. Pertani, PT. MAS, PT. Benindo, PT. Jafran, PT. Adijaya, PT. ASA, CV. Karomah, PT. Trubus Gumelar, CV. Megatani Mandiri, PT. Pandhega Bersau dara, PT. GIS, PT. Sangkara, PT. Botani Seed	M. Azrai, Roy Efendi, A. Takdir Makkulawu, R. Neni Iriany, Muzdalifah Isnaini, Nining Nurini Andayani, Amin Nur, S. Bambang P, Made Jana Mejaya, M. Idris, M. Arfah, M. Yakup, Hasbullah dan Abd. Hafid
14	JH-29		PT. Srijaya Internasional, PT. Benindo	M. Azrai, Roy Efendi, S. Bambang P, dan Nining Nurini Andayani
15	JH-31	2020/2021	Pt. Subandi Radja, Pt. Sangkara, PT. Benindo, Pt. Tabe	M. Azrai, Roy Efendi, S. Bambang P, Nining Nurini Andayani, Karlina S, dan A. Mulyadi
16	Bima JH-32	2020/2021	PT. Bunga Tani	M. Roy Efendi, S. Bambang P, Nining Nurini Andayani, Karlina S, dan A. Mulyadi. A. Takdir Makkulawu dan R. Neni Iriany

Lampiran 3.

Realisasi penerimaan royalti jagung hibrida Balitbangtan periode 2015-2020



DAFTAR KARYA TULIS ILMIAH

Buku Nasional:

1. Yasin M, **Azrai M**, Aqil M. Budidaya: Penyakit Bulai dan Deskripsi Varietas Jagung. IAARD Press 2015: 192p. ISBN: 978-602-1250-47-5
2. Widiarta IN, Subekti NA, Harsono A, Nugrahaeni N, Marwoto, Sundari T, Prayogo Y, **Azrai M**, Adnan M, Arief R, Aqil M, Bahtiar, Koes A, Agustiwi HT. Pengembangan Model Kawasan Mandiri Benih Padi, Jagung dan Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2015: 85p. ISBN: 978-602-1280-75-1
3. Zubachtirodin, Saenong S, Pabbage MS, **Azrai M**, Setyorini D, Kartaatmadja S, Kasim F. Pedoman Umum PTT Jagung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2016: 24p. ISBN: 978-979-1159-31-9
4. **Azrai M**, Efendi R, Zainuddin B, Nur A. Aplikasi Star untuk Perancangan Percobaan Pertanian. CV. Absolute Media dan IAARD PRESS 2017: 166p. ISBN: 978-602-1083-76-5
5. **Azrai M**, Aqil M, Arief R, Koes F, Arvan RY. Teknologi Produksi Benih Jagung Hibrida, IAARD Press Jakarta dan Absolute Media Yogyakarta 2018: 26p. ISBN: 978-602-492-032-6.
6. Hasanuddin A, Bahar F, Laponangi AM, Baco D, **Azrai M**, Aqil M, Sama S, Arvan RY. Sejarah Perkembangan Balai Penelitian Tanaman Sereal. CV. Absolute Media Yogyakarta 2019: 108p. ISBN: 978-602-4920-18-0.
7. Nonci N, Kalqutny SH, Mirsam H, Muis A, **Azrai M**, Aqil M. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*)

J.E. Smith). Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia 2019: 52p. ISBN:978-602-492-027-2.

8. **Azrai M**, Syafruddin, Efendi R, Aqil M, Zainuddin B, Arvan RY, Pakki S, Mirzam H, Wijanarko A, Anggara AW, Kasno A, dan Syahbuddin H. Teknologi Budidaya Jagung pada Berbagai Agroekosistem. CV. Cakrawala Yogyakarta 2020: 52p. ISBN: 978-623-7362-14-2.
9. **Azrai M**, Aqil M, Suarni, Efendi R, Zainuddin B, Arvan RY. Teknologi Budidaya Tanaman Jewawut. CV. Cakrawala Yogyakarta 2020: 42p. ISBN: 978-623-7562-14-2.
10. **Azrai M**, Pabendon MB, Aqil M, Suarni, Efendi R, Zainuddin B, Arvan RY, Andayani NN. Teknologi Budidaya Tanaman Sorgum Unggul Bebas Limbah. CV. Cakrawala Yogyakarta 2021: 106 hal. ISBN: 978-623-736-215-9.

Bagian dari Buku:

11. Mejaya IMJ, **Azrai M**, Iriany RN. Pembentukan varietas unggul jagung bersari bebas. Dalam: Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. 2007:55-73. ISBN: 978-979-1159-11-1
12. **Azrai M**, Mejaya IMJ, Gaffar MYG. Pemuliaan jagung khusus. *Dalam* Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. 2007:96-109. ISBN: 978-979-1159-11-1.
13. Pabendon MB, **Azrai M**, Kasim F, dan Mejaya MJ. Prospek penggunaan markah molekuler dalam program

- pemuliaan jagung. *Dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. 2007:110-133. ISBN: 978-979-1159-11-1.
14. Saenong S, **Azrai M**, Arief R, Rahmawati. Pengelolaan benih jagung. *Dalam Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*. Penerbit Puslitbangtan. 2007;145-174. ISBN: 978-979-1159-11-1.
 15. **Azrai M**, Pabendon MB. Penelitian jagung berbasis marka molekuler. *Dalam: Gagasan, Pikiran dan Harapan Alumni Faperta Unhas terhadap Pembangunan Pertanian, Indonesia*. Penerbit Fakultas Pertanian Unhas. 2012; 365-392. ISBN:978-602-8405-29-4
 16. **Azrai M**, Human S, Sunarti S. Pembentukan varietas unggul sorgum untuk pangan. *Dalam: Sorgum: Inovasi teknologi dan pengembangan*. IAARD Press. 2013:107-137. ISBN: 978-602-1250-47-5.
 17. **Azrai M**, Andayani NN. Asal usul dan taksonomi tanaman gandum. *Dalam: Gandum: Peluang Pengembangan di Indonesia*. IAARD Press. 2016:41-50. ISBN: 978-602-344-109-9
 18. Nur A, **Azrai M**, Mejaya MJ. Pembentukan varietas unggul gandum di Indonesia. *Dalam: Gandum: Peluang Pengembangan di Indonesia*. IAARD Press. 2016:135-152. ISBN: 978-602-344-109-9.

Jurnal Internasional:

19. George MLC, Prasanna BM, Rathore RS, Setty TAS, Kasim F, **Azrai M**, Vasal S, Balla O, Hautea D, Canama A, Regalado E, Vargas M, Khairallah M, Jeffers D, Hoisington D. Identification of QTLs conferring

- resistance to downy mildews of maize in Asia. *Theoretical and Applied Genetics* 2003; 107(3): 544-551
20. Efendi R, Sunarti S, Musa Y, Badaruddin MF, Rahim MD, **Azrai M**. Selection of homozygosity and genetic diversity of maize inbred using simple sequence repeats (SSRs) marker. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology* 2015; 2(3):19-28.
 21. Arisandy P, Suwarno WB, **Azrai M**. Evaluation of drought tolerance in maize hybrids using stress tolerance indices. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 2017; 11(4): 46-54.
 22. Vivek BS, Krishna GK, Vengadessan V, Babu R, Zaidi PH, Kha LQ, Mandal SS, Grudloyma P, Takalkar S, Krothapalli K, Singh IS, Ocampo ETM, Xingming F, Burgueño J, **Azrai M**, Singh RP, Crossa J. Use of genomic estimated breeding values results in rapid genetic gains for drought tolerance in maize. *Plant Genome, Crop Science Society of America* 2017; 10(1): 1-8.
 23. Arifin NS, Nugraha AA, Waluyo B, Ardiarini NR, **Azrai M**. Grouping in heterotic pool of maize inbred lines based on numerical and graphical analysis of combining ability. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 2018; 50 (4): 475-493
 24. **Azrai M**, Aqil M, Efendi R, Suwardi, Andayani NN. Heterotic groups and combining ability of yellow maize inbreds with three commercial hybrids. *Research on Crops* 2018; 19(3): 458-464.
 25. Andayani NN, Aqil M, Efendi R, **Azrai M**. Line $\times$ tester analysis across equatorial environments to study combining ability of Indonesian maize inbred. *Asian Journal of Agriculture and Biology* 2018; 6(2): 213-220.

26. Saleh Z, Musa Y, Badaruddin MF, Riadi M, Efendi R, **Azrai M**. Diallel cross of six inbred waxy corn (*Zea mays* L.). International Journal of Sciences: Basic and Applied Research 2018; 38(2): 254-261
27. Akil M, Tabri F, Syafruddin, **Azrai M**. Effect of different potassium rates and hybrid maize varieties on the grain yield under field condition at South Sulawesi, Indonesia. World Journal of Agriculture and Soil Science 2018; 1(1): 1-5.
28. Fadhli N, Badaruddin MF, Rafiuddin, Efendi R, and **Azrai M**, Anshori MF. Multivariate analysis to determine secondary characters in selecting adaptive hybrid corn lines under drought stress. Biodiversitas Journal of Biological Diversity 2020; 21(8): 3617-3624.
29. Bahtiar, Zainuddin B, **Azrai M**. Advantages of hybrid corn seed production compared to corn grain. International Journal of Agriculture System 2020; 8(1): 44-56.
30. Mirsam H, Kalqutny SH, Suriani, Aqil M, **Azrai M**, Pakki S, Muis A, Djaenuddin N, Rauf AW, Muslimin. Indigenous fungi from corn as a potential plant growth promoter and its role in *Fusarium verticillioides* suppression on corn. Heliyon 2021; 7. e07926:
31. Suriani, Sebayang A, Mirsam H, Pakki S, **Azrai M**, Muis A. Control of *Fusarium verticillioides* on corn with a combination of Bacillus subtilis TM3 formulation and botanical pesticides. Saudi Journal of Biological Sciences 2021; 28: 7000–7005.

Jurnal Nasional:

32. **Azrai M**, Murdaningsih HK, Rostini N, Moeljopawiro S, Ruswandi D. Pemetaan QTL resistensi tanaman jagung

- terhadap penyakit bulai di Bogor. *Zuriat* 2002; 13(2): 113-120.
33. Gaffar MYG, **Azrai M**, Kasim F. Segregasi gen pada jagung untuk ketahanan penyakit bulai. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain* 2002; 7(-): 15 – 19.
 34. **Azrai M**, Kasim F. Analisis varians dan heritabilitas ketahanan galur jagung rekombinan terhadap penyakit bulai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2003; 22 (1): 31-35.
 35. **Azrai M**, Sutrisno FK, Moeljopawiro S. Identifikasi lokus karakter kuantitatif ketahanan penyakit bulai pada jagung menggunakan marka RFLP. *Jurnal Bioteknologi Pertanian* 2003; 8(1): 8-14
 36. **Azrai M**. Penampilan varietas jagung unggul baru bermutu protein tinggi di Jawa dan Bali. *Buletin Plasma Nutfah* 2004; 10(2): 49-55.
 37. **Azrai M**, Kasim F, Pabendon MB, Wargiono J, Hidayat JR, Komaruddin. Penampilan beberapa genotipe jagung protein mutu tinggi (QPM) pada lahan kering dan lahan sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian* 2004; 23(3): 123-131.
 38. **Azrai M**, Kasim F, Wilis J. Penyaringan galur jagung terhadap penyakit bulai dengan dua metode inokulasi yang berbeda. *Jurnal Stigma* 2004; XII(2):144-150.
 39. **Azrai M**. Pemanfaatan marka molekuler dalam proses seleksi pemuliaan Tanaman. *Jurnal Agrobiogen* 2005; 1(1): 26-37.
 40. Ruswandi D, Wicaksana N, Pabendon MB, **Azrai M**, Rachmadi M, Ismail A, Carsono N, Damayanti F, Kasim F. Molecular characterization of quality protein maize and

downy mildew resistance lines based on Simple Sequence Repeats (SSRs) marker. *Zuriat* 2015; 16(1): 21-37.

41. **Azrai M**, Aswidinnoor H, Koswara J, Surahman M. Pendugaan model genetik dan heritabilitas karakter ketahanan terhadap penyakit bulai pada jagung. *Zuriat* 2005; 16(2): 101-111
42. **Azrai M**, Kasim F. Pendugaan variabilitas genetik dan heritabilitas ketahanan penyakit bulai (Genetik diversity of quality) pada jagung. *Stigma* 2005; XII(1): 20-26.
43. **Azrai M**. Ragam interaksi genotip x lingkungan untuk infeksi penyakit bulai pada beberapa jagung koleksi Balitsereal. *Jurnal Agrivita* 2005; 28 (1): 45-53.
44. **Azrai M**. Sinergi teknologi marka molekuler dalam pemuliaan tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian* 2006; 25(3): 81-89.
45. **Azrai M**, Kasim F, Hidayat JR. Stabilitas jagung hibrida. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2006; 25 (3): 163-169.
46. **Azrai M**. Pendugaan variabilitas genetik dan heritabilitas ketahanan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada Jagung. *Jurnal Stigma* 2006; XIV(1): 20-26
47. **Azrai M**, Aswidinnoor H, Koeswara J, Surahman M, Hidayat JR. Analisis genetik ketahanan jagung terhadap bulai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2006; 25(2): 71-77.
48. Sujiprihati S, **Azrai M**, Yuliandry A. Keragaan genotipe jagung bermutu protein tinggi (QPM) di dua tipologi lahan yang berbeda. *Jurnal Agrotropika* 2006; 11(2): 90-100.

49. Nur A, Iriany RN, **Azrai M**. Penampilan Karakter Agronomi Galur Jagung pada Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agrivigor* 2007; 6(3): 226-235.
50. Pabendon MB, **Azrai M**, Mejaya MJ, Sutrisno S. Keragaman genetik inbrida jagung berbasis marka mikrosatelit dan hubungannya dengan penampilan hibrida. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 4(2): 77-82
51. Pabendon MB, **Azrai M**, Mejaya MJ, Sutrisno. Keragaman genetik inbrida jagung QPM dan normal berbasis marka mikrosatelit dan hubungannya dengan penampilan hibrida. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 4(2): 77-82.
52. Roberdi S, Aswidinnoor HS, Setiawan AS, Sutrisno, Pabendon MB, **Azrai M**. Keterpautan 23 marka mikrosatelit pada kromosom 6 dan 7 dengan karakter ketahanan populasi jagung terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). *Jurnal Agrobiogen* 2008; 6(1): 10-17
53. **Azrai M**. Pemanfaatan markah molekuler dalam proses seleksi pemuliaan tanaman. *Jurnal Agrobiogen* 2008; 6(1): 26-37
54. Rusliyadi M, **Azrai M**. Penampilan fenotip dan beberapa parameter genetika genotip jagung komposit di Gorontalo. *Jurnal Pembangunan Pedesaan* 2009; 9(1): 1-8
55. Efendi R, **Azrai M**. Tanggap genotipe jagung terhadap cekaman kekeringan: Peranan akar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2010; 29(1): 1-10.
56. Efendi R, **Azrai M**. Identifikasi karakter toleransi cekaman kekeringan berdasarkan respons pertumbuhan dan hasil genotipe jagung. *Jurnal Widyariset* 2010; 13(3): 41-50.

57. Roberdi, Aswidinnoor H, Setiawan A, Sutrisno, Pabendon MP, **Azrai M**. Keterpautan 23 Marka Mikrosatelit pada Kromosom 6 dan 7 dengan Karakter Ketahanan Populasi Jagung terhadap Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*). Jurnal AgroBiogen 2010; 6(1):10-17.
58. Efendi R, **Azrai M**. Identifikasi karakter toleransi cekaman kekeringan berdasarkan respons pertumbuhan dan hasil genotipe jagung. Majalah Widyariset-LIPI. 2010; 13(3): 41-50
59. Syafruddin, **Azrai M**, Suwarti. Seleksi genotip jagung hibrida toleran N rendah. Buletin Plasma Nutfah 2013; 19(2): 73-80.
60. **Azrai M**. Jagung hibrida genjah: prospek pengembangan menghadapi perubahan iklim. IPTEK Tanaman Pangan 2013; 8(2): 90-96.
61. Syafruddin, Suwarti, **Azrai M**. Penyaringan cepat dan toleransi tanaman jagung terhadap intensitas cahaya rendah. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2014; 33(1): 36-43
62. **Azrai M**, Mejaya MJ, Aswidinnoor H. Daya gabung galur-galur jagung berkualitas protein tinggi. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2014; 33(3):137-147.
63. Andayani NN, Sunarti S, **Azrai M**, Praptana RH. Stabilitas hasil jagung hibrida silang tunggal. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2014; 33(3): 148-154.
64. Nur A, **Azrai M**, Trikoesoemaningtyas. interaksi genetik x lingkungan dan variabilitas genetik galur gandum

introduksi (*Triticum aestivum* L.) agroekosistem trofika. Jurnal AgroBiogen 2014; 10(3): 93-100.

65. Efendi R, Musa Y, Badaruddin MF, Rahim MD, **Azrai M**, Pabendon M. Seleksi jagung inbrida dengan marka molekuler dan toleransinya terhadap kekeringan dan nitrogen rendah. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2015; 34(1): 43-53
66. Adriani A, **Azrai M**, Suwarno WB, Sutjahjo SH. Pendugaan keragaman genetik dan heritabilitas jagung hibrida silang puncak pada perlakuan cekaman kekeringan. Informatika Pertanian 2015; 24(1): 91-100.
67. **Azrai M.**, Efendi R, Suwarti, dan Praptana RH. Keragaman genetik dan penampilan jagung hibrida silang puncak pada kondisi cekaman kekeringan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2016; 35(3): 199-208.
68. **Azrai M**, Efendi R, Suwarti, Praptana RH. Keragaman genetik dan penampilan jagung hibrida silang puncak pada kondisi cekaman kekeringan. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 2016; 35(3): 199-208.
69. **Azrai M.** Seleksi genotipe jagung hibrida toleran N rendah. Buletin Plasma Nutfah 2016; 19(2):73-80
70. Efendi R, Aqil M, Makulau AT, **Azrai M**. Sidik lintas dalam penentuan karakter seleksi jagung toleran cekaman kekeringan. Informatika Pertanian 2016; 25(2): 171 - 180
71. Efendi R, Makulau AT, **Azrai M**. Daya gabung inbrida jagung toleran cekaman kekeringan dan nitrogen rendah pada pembentukan varietas hibrida. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2017; 1(2): 83- 96

72. Priyanto SB, **Azrai M**, Makkulawu AT. Parameter genetik dan korelasi karakter komponen hasil jagung hibrida. *Buletin Penelitian Tanaman Serealia* 2017; 1(2): 9-15
73. Priyanto SB, Efendi R, Zainuddin B, **Azrai M**, Syakir M. Evaluasi stabilitas hasil jagung hibrida menggunakan metode genotype and genotype by environment interaction biplot (GGE biplot). *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2017; 1(2): 97- 104
74. Badaruddin MF, Efendi R, Nur A, **Azrai M**. Seleksi dan karakter sekunder jagung inbrida toleran cekaman kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia* 2017; 45(2): 130-137
75. Ampa IT, **Azrai M**, Masniawati A. Karakteristik fenotipik dan pengelompokan galur jagung pulut hibrida *Zea mays* L. *Jurnal Biologi Makassar* 2017; 2(2): 52-64
76. Marzuki, Intang M, Efendi R, **Azrai M**. Penampilan karakter beberapa genotipe jagung hibrida pada kondisi kekeringan. *Informatika Pertanian* 2018; 27(1): 47-62.
77. Karomah N, Suwarno WB, **Azrai M**. Kandungan minyak 30 genotipe jagung dan korelasinya terhadap beberapa karakter agronomi. *Jurnal Agronomi Indonesia* 2018; 46(3): 254-261
78. Bahtiar, **Azrai M**, Biba MA, Syakir M. Daya saing calon varietas hibrida nasa 29 di Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2018; 2(1): 35-42
79. Herawati, Efendi R, **Azrai M**. Indeks toleran dan evaluasi karakter seleksi jagung hibrida terhadap pemupukan N rendah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2019; 2(3): 173-180.

80. Juhriah, **Azrai M**, Tambaru E, Rahayu JE. Karakteristik fenotipik dan pengelompokan jagung pulut hibrida *Zea mays* L. hasil persilangan puncak. Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan 2019; 10(1): 51-60.
81. Priyanto SB, **Azrai M**, Syakir M. Analisis ragam genetik, heritabilitas, dan sidik lintas karakter agronomik jagung hibrida silang tunggal. Jurnal Informatika Pertanian 2018; 27(1): 1 - 8
82. Andayani NN, Efendi R, Riadi M, Rafiuddin, **Azrai M**. Respon genotipe jagung hibrida silang tiga jalur terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. Jurnal Informatika Pertanian 2019; 28(1): 11 - 20.
83. Muis A, Nonci N, Kalqutny SH, **Azrai M**. Respon genotipe jagung hibrida terhadap tiga jenis penyakit utama (*Peronosclerospora* sp., *Bipolaris maydis*, dan *Puccinia polysora*). Buletin Penelitian Tanaman Serealia 2019; 3(1): 27-38
84. Bahtiar, **M Azrai**. Respon pengguna terhadap potensi hasil tiga varietas jagung unggul baru badan litbang pertanian di Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Buletin Penelitian Tanaman Serealia 2019; 3(1): 39-48
85. Andayani NN, Isnaini M, Aqil M, Muis A, Pabendon MB, **Azrai M**. Evaluation of genetic diversity of qpm, provita, and elite maize inbreds resistant to downy mildew disease using simple sequence repeats. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2020; 4(3): 161-170.
86. Hendrayana F, Lestari NA, Muis A, **Azrai M**. Ketahanan beberapa varietas jagung hibrida terhadap beberapa penyakit penting jagung di Indonesia. Jurnal Agriovet 2020; 3(1): 25-40.

87. Muliadi A, Aqil M, **Azrai M**. Hubungan antara karakter morfologi dengan hasil biji calon varietas jagung hibrida. *Buletin Penelitian Tanaman Serealia* 2021; 4(2): 1-8.
88. Efendi R., Priyanto SB., **Azrai M**. Daya gabung dan aksi gen komponen hasil jagung prolifik hasil tinggi menggunakan analisis line x tester. 2021; *Jurnal Agro* 8(1):113-129
89. Priyanto SB, Efendi R, **Azrai, M.** Parameter Genetik dan Daya Gabung Hasil dan Komponen Hasil Jagung pada Tiga Taraf Pemupukan N *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 2021; 5 (1), 1-14.
90. Syahrudin K, **Azrai M**, Pabendon MB, Abid M, Nur A. Keragaman genetik koleksi plasma nutfah jewawut sister line dan lokal menggunakan marka SSR. *Kultivasi*. 2021; 20 (3): 213-221.

Prosiding Internasional:

91. Kasim F, **Azrai M**, Sutrisno, Ruswandi D. Preliminary marker assisted selection breeding program for downy mildew resistance in Indonesia. *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop, 8: New Technologies for the New Millennium. CIMMYT-MOA Thailand 2004*: 82-90
92. **Azrai M**, Kasim F. QTL identification for Indonesian downy mildew resistance in maize. *Proceedings of the 9th Asian Regional Maize Workshop. Beijing (China). CIMMYT-CAAS 2007*: 187-190
93. Singh NK, Devi P, Zaidi PH, **Azrai M**, Pixley KV. Studies on multiple ears trait expression in maize (*Zea mays* L.). *Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop*

'Maize for Asia: Emerging Trends and Technologies'. CIMMYT-IAARD 2010: 130-134.

94. Jampatong S, Ngean MT, Jompuk C, Kaveeta R, Zaidi PH, **Azrai M**, Pixley KV. Evaluation of improved maize populations for yield. Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop 'Maize for Asia: Emerging Trends and Technologies'. CIMMYT-IAARD 2010: 130-134.
95. Surtikanti, **Azrai M**, Pabbage MS. Response of maize germplasm to maize weevil *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop 'Maize for Asia: Emerging Trends and Technologies'. CIMMYT-IAARD 2010: 420-423
96. Hipi A, Erawati BT, **Azrai M**, Makkulawu AT. Agronomic characteristics and yield potential of promising maize hybrids in dryland agroecosystems of Western Nusa Tenggara. Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop 'Maize for Asia: Emerging Trends and Technologies'. CIMMYT-IAARD 2010: 568-570.
97. Arief R, **Azrai M**, Santoso SB. Seed yield and quality of three-way cross hybrid maize production in South and Central Sulawesi of Indonesia. International Maize Conference: 'Maize for Food, Feed and Fuel', Gorontalo, Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2013: 247-251
98. Ratulle MT, **Azrai M**, Aqil. M. Maize Research and Development in Indonesia: Progress, Challenges and Opportunities. Proceeding 12th Asian Maize Conference and Expert Consultation on Maize for Food, Feed,

Nutrition and Environmental Security. CIMMYT, Mexico D.F. and APAARI, Bangkok 2014: 311-318.

99. Gaffar MYG, Isnaeni M, Faesal, **Azrai M**. Interaction between genotypes, environment and season (G x E x S) on anthocyanin corn in lowland zone of Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 157 012045. doi :10.1088/1755-1315/157/1/012045. IOP Publishing 2018.
100. Nur A, Syahrudin K, **Azrai M**, Badaruddin MF. Genetic by environment interactions and stability of tropical wheat lines in Indonesian medium-plains. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 157 012049. doi :10.1088/1755-1315/157/1/012049. IOP Publishing 2018.
101. Effendi R, Priyanto SB, Aqil M, **Azrai M**. Drought adaptation level of maize genotypes based on leaf rolling, temperature, relative moisture content, and grain yield parameters. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 270 012016. doi:10.1088/1755-1315/270/1/012016. IOP Publishing 2019.
102. Alimuddin S, Musa Y, **Azrai M**, Asrul L. Effect of double rows plant system on plant growth, yield components and grain yield in prolific and non-prolific hybrid maize. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 473 012013. doi:10.1088/1755-1315/473/1/012013. IOP Publishing 2020.
103. Bahtiar, **Azrai M**. Challenges and opportunities for the development of national hybrid seed production in the agribusiness perspective in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012135. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012135. IOP Publishing 2020.

104. Erawati BTR, Hipi A, Makkulawu AT, **Azrai M**. Evaluation of hybrid corn genotype on productivity improvement to support national food availability. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012026 doi:10.1088/1755-1315/484/1/012026. IOP Publishing 2020.
105. Zainuddin B, Andayani N, Fahdiana T, **Azrai M**. Application of ICT tools in food crops monitoring in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012060. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012060. IOP Publishing 2020.
106. Alimuddin S, Musa Y, **Azrai M**, Asrul L. Effect of boron on flowering, yield components and grain yield of two prolific maize (*Zea mays* L.) hybrids. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012076. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012076. IOP Publishing 2020.
107. Andayani NN, Nur A, Aqil M, Efendi R, **Azrai M**. Hybrid maize genotypes test cross performance on agronomic traits. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 486 012095. doi:10.1088/1755-1315/486/1/012095. IOP Publishing 2020.
108. Mirsam H, Muis A, Nonci N, **Azrai M**. Density analysis of plant-parasitic nematodes associated with corn crop in South Sulawesi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012106. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012106. IOP Publishing 2020.
109. Efendi R, Andayani NN, Kalqutny SH, **Azrai M**. Evaluation of prolific hybrids maize performance on different population densities and nitrogen level. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484

012095. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012095. IOP Publishing 2020.
110. Iriany RN, **Azrai M**, Makkulawu AT. Genotypic diversity, heritability and agronomic performance high-oil maize populations. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012010. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012010. IOP Publishing 2020.
 111. Andayani NN, Riadi M, Kalqutny SH, Efendi R, **Azrai M**. Evaluation of yield and agronomic components of three-way cross maize hybrids under low-light environment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 484 012016. doi:10.1088/1755-1315/484/1/012016. IOP Publishing 2020.
 112. Bahtiar, Aqil M dan **Azrai M**. The role of institutions in enhancing farmer motivation to carryout corn seed production under corporation system. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012082. IOP Publishing 2021.
 113. Panikkai S, Azrai M, Fahmi FN. Model production of corn development for industrial needs and increasing economy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 484 (2020) 012137. IOP Publishing 2020.
 114. Subekti NA, Djaenuddin N, Muliadi A, Nugraha D, Wahab MI, Widiarta IN, Ramadhan RP, Romania N, Patriyawaty, Suriani S, Muis A, **Azrai M**, Aminah S. Incorporating adoption of agricultural bio-innovation in a famers' participatory parental seed production. E3S Web of Conferences 306. IOP Publishing 2021.
 115. Mirsam H, Suriani, Rahman AA, Pakki S, **Azrai M**, Prayitno OD. Genotype resistance of hybrid corn varieties candidate against major corn diseases. IOP Conf. Series:

Earth and Environmental Science 911 011001
doi:10.1088/1755-1315/911/1/011001: IOP Publishing
2021.

116. Abdullah A, **Azrai M**, MeidaL Effectiveness and recommendation of NPK-compound fertilization on maize. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012031. IOP Publishing 2021.
117. Iqbal M, Suwarno WB, **Azrai M**. Selection of maize genotypes for drought tolerance improvement IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012002. IOP Publishing 2021.
118. Ghulamahdi M, **Azrai M**, Sopandi D, Sulistyono E. Combining ability and heterotic value of ten lines maize genotypes tolerant to tidal-swamp soil stress. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012024. IOP Publishing 2021.
119. Andayani NN, Subchan MA, Efendi R, Aqil M, **Azrai M**. Combining ability analysis of maize lines under optimal and low nitrogen stress IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012010. IOP Publishing 2021.
120. Aqil M, Tabri F, Andayani NN, Panikkai S, Efendi R, Bunyamin Z, **Azrai M**. Integration of smartphone technology for maize recognition. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012037. IOP Publishing 2021.
121. Efendi R, Bambang PS, Subechan MA, Aqil M, **Azrai M**. Combining ability of S3 maize inbred lines and related contributing traits for high yield under high population density. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012009. IOP Publishing 2021.

122. Efendi R, **Azrai M**. Implementation of partial diallel analysis to determine general combining ability and agronomic character genetic parameters of shade-tolerant maize lines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012019. IOP Publishing 2021.
123. Bahtiar, Aqil M, **Azrai M**. The role of institutions in enhancing farmer motivation to carryout corn seed production under corporation system. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012082. IOP Publishing 2021.
124. Sirih S, Tilaar W, Wanget S, Pongo J, Karouw S, **Azrai M**. Optimization of hybrid corn seed production in pollination systems at various parent seed planting ratios IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012084. IOP Publishing 2021.
125. Syahrudin K, Nur A, **Azrai M**, Anshori MF, Lestari EG, Dewi IS, Yunita R. Adaptation test and selection of numbu mutant sweet sorghum lines for character improvement of numbu variety. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 911 (1), 012026. IOP Publishing 2021.
126. Muliadi A, Yustisia, Nur A, **Azrai M**. Changes in agronomic tolerance of several genotypes of maize to water logging. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 807 (3), 032019 . IOP Publishing 2021.
127. Djaenuddin N, **Azrai M**, Kuswinanti T, Patandjengi B. The effectiveness of rhizosphere bacteria in inducing the resistance of maize to downy mildew, *Peronosclerospora philipinensis*. IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science 807 (2), 022106. IOP Publishing 2021.

128. Muliadi A, Effendi R, **Azrai M**. Genetic variability, heritability and yield components of waterlogging-tolerant hybrid maize IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 648 (1), 012084. IOP Publishing 2021.
129. Syahrudin K., **Azrai M**, Nur A, Abid M. A review of maize production and breeding in Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 484 (1), 012040. IOP Publishing 2020.

Prosiding Nasional:

130. **Azrai M**, Kasim F, Jabbar A. Teknik penyaringan galur jagung terhadap penyakit bulai dengan menggunakan tanaman baris penyebar. Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Pemuliaan dan Plasmanutfah, PERIPI, Bogor 2000: 239-245
131. **Azrai M**, Kasim F. Uji daya hasil beberapa genotipe jagung CIMMYT (EVT-13) pada lingkungan optimal. Prosiding Simposim Nasional Pengelolaan Plasma Nutfah dan Pemuliaan, PERIPI, Bogor 2000: 691-700.
132. **Azrai M**, Kasim F, Wakman W, Rahamma S. Penyaringan 149 recombinan inbred lines jagung progeneri CML 139 x Ki 3 terhadap penyakit bulai. Prosiding Kongres IV dan Simposium Nasional PERIPI, Yogyakarta 2001: 534 - 541.
133. **Azrai M**, Kasim F, Sujiprihati S. Penampilan fenotipik dan parameter genetik genotipe jagung komposit di Bogor. Prosiding Lokakarya Nasional Dukungan Pemuliaan

Terhadap Industri Perbenihan pada Era Pertanian Kompetitif, i PERIPI, Malang, 2004: 357-364.

134. Ruswandi D, Carsono N, Wicaksana N, Pabendon MB, **Azrai M**. Current status on molecular breeding for quality protein maize (QPM) and resistance to downy mildew pathogen in Indonesia. Proceedings of the First International Low Input Sustainable Agriculture Seminar. Department of Crop Science Padjadjaan University, 2004: 47-53.
135. Ruswandi D, Kasim F, Rachmadi M, Pabendon MB, **Azrai M**. DNA-fingerprinting of downy mildew resistance (DMR) and quality protein maize (QPM) lines using eleven simple sequence repeats (SSR). Proceedings of the First International Low Input Sustainable Agriculture Seminar. Department of Crop Science Padjadjaan University, 2004: 54-59.
136. **Azrai M**, Kasim F. Ketahanan beberapa genotip jagung terhadap penyakit bulai. Makalah dipresentasikan pada Simposium Nasional dan Kongres Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Purwokerto, 25-27 Agustus 2005.
137. Gaffar MYH, Rahman A, **Azrai M**. 2008. Peluang pengembangan jagung varietas Anoman 1 pada lahan kering beriklim kering. Prosiding Simposium V Inovasi Teknologi Tanaman Pangan, Bogor 2007.
138. Murdolelono B, da Silva H, Bora CY, **Azrai M**. Uji galur/varietas jagung hibrida umur genjah di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Serealia: Inovasi Teknologi Mendukung Swasembada Jagung dan Diversifikasi Pangan, Maros, Sulsel 2012: 49-56.
139. Rahmawati, Arief R, **Azrai M**. Pengaruh komponen teknologi produksi dan sinkronisasi pembungaan terhadap

hasil jagung hibrida F1. Prosiding Seminar Nasional Serealia 'Inovasi Teknologi Mendukung Swasembada dan Diverifikasi Pangan'. Penerbit Puslitbangtan 2012: 573-581.

140. Syafruddin, **Azrai M**, Suwarti. Genotipe jagung hibrida toleran N rendah. Prosiding Insinas, Jakarta 2012: 287-292
141. Suwardi dan **Azrai M**. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap hasil genotipe jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia 'Meningkatkan Peran Penelitian Serealia Menuju Pertanian Industri'. Puslitbangtan, Maros 2013:139-147.
142. Efendi R, **Azrai M**. Kriteria indeks toleran jagung terhadap cekaman kekeringan dan nitrogen rendah. Prosiding Seminar Nasional Serealia: Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam mendukung Swasembada Pangan, di Maros, Sulsel, 3-4 Oktober 2015. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2015: 1-12.
143. Junaedi, **Azrai M**. Penampilan hibrida silang puncak jagung tercekam kekeringan. Prosiding Seminar Nasional Serealia 'Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan', Penerbit Puslitbangtan 2015: 13-23
144. Bunga AK, Junaedi, dan **Azrai M**. Seleksi hibrida persilangan galur putih dan kuning. Prosiding Seminar Nasional Serealia 'Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan', Penerbit Puslitbangtan 2015: 121-130.
145. Nur A, **Azrai M**, Syahrudin K. Analisis lintas karakter agronomi dan fisiologi genotipe gandum (*Triticum*

aestivum L.) di agroekosistem tropis. Prosiding Seminar Nasional Serealia: Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam mendukung Swasembada Pangan, di Maros, Sulsel, 3-4 Oktober 2015. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2015: 35-46.

146. Muis A, **Azrai M**, Suriani. Penampilan 9 kultivar jagung terhadap tiga penyakit utama di tiga lokasi yang berbeda. Prosiding Seminar Nasional Serealia: Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam mendukung Swasembada Pangan, di Maros, Sulsel, 3-4 Oktober 2015. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2015: 436-442.
147. Herawati, Hasbullah, **Azrai M**. Penampilan karakter agronomis dan hasil biji beberapa genotipe jagung hibrida hasil silang setengah dialel. Prosiding Seminar Nasional PERIPI 2017. 119-127.
148. Priyanto SB, Efendi R, Azrai M. Evaluasi jagung hibrida terhadap defisiensi nitrogen berdasarkan 11 indeks toleransi. Prosiding Seminar Nasional PERIPI 2017. 128-135.
149. **Azrai M**. Peran perbenihan nasional dalam menopang kebutuhan benih di lahan kering secara berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional IV PERAGI 'Inovasi Teknologi Pertanian Lahan Kering dalam mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional berkelanjutan'. Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia 2018: 34-48.
150. Mirsam H, Kalqutny SH, Suriani, **Azrai M**. Reaksi ketahanan beberapa genotipe calon varietas jagung hibrida

terhadap tiga penyakit utama jagung. Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021 “Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka”. 2021: 1092-1101.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. Gaffar MYG, **Azrai M**, Kasim F. Silang balik untuk ketahanan penyakit bulai pada jagung. Berita Puslitbangtan, No. 24, November 2002: 1 – 3.
2. Surtikanti, Kasim F, Gaffar MYG, **Azrai M**. Tingkat serangan penggerek batang *Ostrinia furnacalis* pada jagung QPM putih. Berita Puslitbangtan 2007. No. 27, Oktober 2003: 1-3.
3. **Azrai M**. Skrining galur jagung terhadap penyakit bulai. Berita Puslitbangtan, No. 27, Oktober 2003, hal 3-4.
4. **Azrai M**. Nilai Heritabilitas dan Korelasi Beberapa Karakter Agronomis Tanaman Jagung Asal CIMMYT. Berita Puslitbangtan, No. 27, Oktober 2003, hal 5-7.
5. **Azrai M**. Jagung QPM dan Busung Lapar. Berita Puslitbangtan, No. 33, Oktober 2005, hal 10-11.
6. Jamaluddin, Riadi M, Rafiuddin, Effendi R dan **Azrai M**. Growth and production diversity of prolific maize lines in different population density and application nitrogen fertilizer (*Zea mays* L.) International Conference On Sustainable Cereals and Crops Production Systems In the Tropics (ICFST) 2020; I: 7p.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama lengkap	: Dr. Muhammad Azrai, SP., MP.
NIP	: 19720120 199903 1 002
Tempat/Tgl. lahir	: Walenreng, 20-01-1972
Anak ke	: Satu dari enam bersaudara
Nama ayah kandung	: Mahmud (Alm).
Nama ibu kandung	: Nurkaya, A. Md
Nama istri	: Dr. Asni, M. HI
Jumlah anak	: 2 (dua) orang
Nama Anak	: 1. Muhammad Rais Kamil 2. Muhammad Alfi Rizqy
Nama Instansi	: Balai Penelitian Tanaman Serealia
Judul Orasi	: Inovasi Varietas Hibrida Nasional Berdaya Saing Mewujudkan Swasembada Jagung Berkelanjutan
Bidang Kepakaran	: Pemuliaan dan Genetika Tanaman
No. SK Pangkat Terakhir	: 1261/Kpts/KP.320/12/ 2014
No. SK Peneliti Utama	: Keppres No.55/M/Tahun 2017

B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN. Inpres No. 6/75 Walenreng	Walenrang, Cina, Bone	1984
2.	SMP	SMPN. Cina	Cina, Bone	1987
3.	SMA	SMAN. 2 Watampone	Watampone	1990
4.	D 3	Fapertahut UNHAS	Makassar	1994
5.	S1	Fapertahut UNHAS	Makassar	1997
6.	S2	Ilmu Tanaman UNPAD	Bandung	2002
7.	S3	Pemuliaan & Melekuler, IPB	Bogor	2007

C. Pendidikan Nonformal

No	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Penyetaraan dan Peningkatan Kemampuan Peneliti Tingkat S1 Non - Pemuliaan dalam Ilmu dan Teknologi Pemuliaan	Jatinangor, Jabar, Indonesia	2000
2.	QTL Mapping Workshop- AMBIONET-CIMMYT	IRRI Los Banos, Filipina	2000
3.	Training Course on Molecular Marker Applications in Plant Breeding	IARI, New Delhi	2002
4.	On-job training the AMBIONET Service Lab	IRRI Los Banos, Filipina	2005
5.	A Grader impact through participatory approaches to variety development and delivery	CAAS, Beijing, PRC	2005
6.	Regional Training Statistics for Maize Breeding	YAAS, Kun- ming, PRC	2007

(Lanjutan)

No	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
7.	Exchange Visit Scientist for Maize Breeding	YAU, Kun- ming, PRC	2007
8.	Harmonitation of TGS and DUS, East Asia PVPF	Bandung, Indonesia	2008
9.	Training Course on Breeding Maize Hybrids for Rainfed Environments	Hyderabad, India	2009
10.	"Maize Molecular Breeding"	CIMMYT, Mexico	2010
11.	International Course on "Maize Molecular Breeding"	CIMMYT, Mexico	2010
12.	DUS Testing for Plant Variety Protection	BB. Padi, Sukamandi	2011
13.	Plant Variety Protection and DUS Testing	KOICA, Korea Selatan	2012
14.	The Integrated Breeding Platform	Wageningen, Belanda	2012
15.	Quantitative Methods In Plant Breeding Course	Cambridge, Inggris	2013
16.	Diklatpim Tk. III	PPMKP-Badan SDM Kemtan, Ciawi-Bogor,	2019

D. Jabatan Fungsional

No	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Muda III.A	01-01-2004
2.	Ajun Peneliti Muda III.C	01-11-2005
3.	Peneliti Madya IV.A	01-01-2008
4.	Peneliti Madya IV.B	01-06-2010
5.	Peneliti Madya IV.C	01-02-2014
6.	Peneliti Ahli Utama IV.D	25-11-2017

E. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	ADB-CIMMYT Asian Maize Network Drought Project Second Annual Meeting	Country representative	CIMMYT, Kunming, PRC	2007
2.	The 10 th Asian Regional Maize Workshop	Steering Committee	CIMMYT, IAARD, Makassar	2008
3.	ADB-CIMMYT Asian Maize Network Drought Project Final Annual Meeting	Country representative	CIMMYT, Makassar, Indonesia	2008
4.	The Inception Meeting of The GCP Project "Drought Tolerant Maize for Asia"	Country representative	CIMMYT Asia, Hyderabad, India	2009
5.	The 11 th Asian Regional Maize Conference	Invited Speaker	CIMMYT, GAAS, Nanning	2010

(Lanjutan)

No	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
6.	Launch Meeting of Affordable, Accessible, Asian, Drought Tolerant Maize	Country representative	ARMP, CIMMYT	2011
7.	Annual Meeting Generation Challenge Program (GCP)	Country representative	GCP, CGIR, Hyderabad, India	2011
8.	The Launch of The Maize and Wheat of the CGIR Program	Country representative	Mexico City	2012
9.	GCP General Research Meeting	Country representative	GCP, CGIR, Lisbon, Portugal	2013
10.	The 12 th Asian Regional Maize Conference	Invited Speaker	CIMMYT, MOA-Thai, Bangkok	2014
11.	GCP General Research Closing Meeting	Country representative	GCP, CGIR, Rayong, Thailand	2014
12.	Exchange Visit Scientist	Guest Lecturer	San'Anna University, Pisa, Italy	2016
13.	The 1 st China (Guangxi) - ASEAN Conference on Agricultural Science and Technology Cooperation Circular	Invited Speaker	GXAAS, Nanning, PRC	2017

F. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas
1.	Journal Agronomi Indonesia	Peragi & Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB	Anggota Dewan Editor
2.	Jurnal Agrivita	AGRIVITA, Journal of Agricultural Science	Mitra Bestari
3.	Jurnal Agrotan	STIPER Yapim Maros	Mitra Bestari
4.	Buletin Penelitian Tanaman Serealia	Balai Penelitian Tanaman Serealia	Penanggung Jawab

G. Karya Tulis Ilmiah

No	Kualifikasi	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	12
2.	Penulis Utama	37
3.	Penulis Bersama Penulis Lainnya	107
TOTAL		156

No	Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Inggris	53
2.	Bahasa Indonesia	103
3.	Bahasa lainnya	-
TOTAL		156

H. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Dr. Roy Efendi	Balitsereal	Pemuliaan cekaaman kekeringan, naungan & Low N	2007 - sekarang
2.	Dr. M. Aqil	Balitsereal	Fenotiping galur/populasi	2014 - sekarang
3.	Dr. Achmad Mulyadi	Balitsereal	Pemuliaan cekaaman genangan, & Masam	2019 - sekarang
4.	Karlina, MP.	Balitsereal	Pemuliaan tanaman sorgum dan gandum	2019 - sekarang
5.	Nining Nurini Andayani, M. Si	Balitsereal	Pemuliaan jagung berbasis marka SSR (Diversitas genetik, sidik jari DNA dan kemurnian galur)	2008 - sekarang
6.	Sri Sunarti, M. Sc	Balitsereal	Pemuliaan cekaman masam	2007 - 2017
7.	Aviv Andriani, M. Si	Balitsereal	Pemuliaan jagung toleran N rendah & cekaman biotis	2008 - 2019
8.	Slamet Bambang P., M. Agr	Balitsereal	Manajemen dan Analisis Data serta cekaman biotis	2014- Sekarang

Mahasiswa Pascasarjana

No	Nama	PT	Peran/ Tugas	Tahun Lulus
1.	Muhammad Fardi Bdr	Unhas	Penguji External S3	2008
2.	Ramlah Arif	Unhas	Penguji External S3	2009
3.	Andi Ilham Latunra	Unhas	Penguji External S3	2009
4.	Amin Nur	IPB	Komisi Pembimbing S2	2009
5.	Mahat Magandhi	IPB	Komisi Pembimbing S2	2010
6.	Danu Kuncoro	UB	Pembimbing S2	2012
7.	Bibianna Rini Widiati	UNHAS	Penguji External S3	2014
8.	A. Adriani Wahditiya	IPB	Komisi Pembimbing S2	2015
9.	Roy Efendi	UNHAS	Penguji External S3	2015
10.	Elkheir H. A. Ahamed	UNHAS	Penguji Internal S3	2015
11.	Suraedah Alimuddin	UNHAS	Komisi Pembimbing S3	2016
12.	Katriani Mantja	UNHAS	Penguji External S3	2016
13.	Umrasul	UNHAS	Penguji External S3	2017
14.	Mursyid	UNHAS	Penguji External S3	2017
15.	Uswah T. Syah	IPB	Komisi Pembimbing S2	2017
16.	Nailatul Karomah	IPB	Komisi Pembimbing S2	2018
17.	Poppy Arisandy	IPB	Komisi Pembimbing S2	2018
18.	Muhanniah	UNHAS	Penguji External S3	2019

(Lanjutan)

No	Nama	PT	Peran/ Tugas	Tahun Lulus
19.	Suwarti	IPB	Komisi Pembimbing S3	-2021
20.	Sukmawati	UNHAS	Penguji Eksternal S3	2020
21.	Bahtiar	UNHAS	Komisi Pembimbing S3	-2021
22.	Faisal	UNHAS	Komisi Pembimbing S3	-2021
23.	Suriani	UNHAS	Penguji Intenal S3	-2021
24.	Bariza K. Humam	IPB	Komisi Pembimbing S2	-2021

I. Organisasi Profesi Ilmiah

No	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Pengurus Kompartemen	Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia	2010 – 2013 2013 – 2017
2.	Ketua Kompartemen Litbang	Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia	2013 – sekarang
3.	Ketua Bidang III	Perhimpunan Agronomi Indonesia Komda Sulsel	2016 – sekarang
4.	Ketua Bidang Litbang	Perhimpunan Alumni IPB Komda Sulsel	2015 - 2021
5.	Anggota	HIMPENINDO	2018 - sekarang
6.	Dewan Pakar	Asbenindo	sekarang

J. Tanda Penghargaan

No	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Lulus predikat 'Cum Laude' Program Magister Pertanian UNPAD	Rektor UNPAD	2002
2.	Lulus sebagai Doktor Terbaik pada wisuda Tahap II IPB	Rektor IPB	2007
3.	Peneliti Berprestasi	Mentan RI	2011
4.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2013
5.	Inovasi Ketahanan Pangan	Gubernur Sulsel	2014
6.	Anugerah Kekayaan Intelektual Luar Biasa	Kemenristek & Dikti	2014
7.	Peneliti Berprestasi bidang Inovasi Pangan dan Pertanian	Mentan RI	2015 & 2017
8.	Penerima Royalti Hak Kekayaan Perlindungan Varietas Tanaman	Mentan RI	2015 - Sekarang

K. Jabatan Lainnya

No	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	Pemeriksa (Examiner) Perlindungan Varietas Tanaman Serealia	Kantor Pusat PVTTP	2008 – 2011
2.	Anggota Tim Penilai & Pelepasan Varietas Tanaman Pangan	Kementerian Pertanian	2012 - 2017
3.	Anggota Tim Penilai Varietas Tanaman Pangan	Kementerian Pertanian	2018 - Sekarang

(Lanjutan)

No	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
4.	Sekretaris Panitia Asian Maize Regional Workshop X 20 - 23 Oktober 2008	Balitbangtan & CIMMYT	2007-2008
5.	Manager Mutu Tim Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) Tanaman Serealia	Balitsereal	2013-2014
6.	Tim Ahli Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Selatan	Distan Pangan & Hortikultura Sulsel	2015-2017
7.	Mengasuh Mata Kuliah Pemuliaan Tanaman pada STIPER YAPIM	Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian, YAPIM	2012-2017
8.	Tim Teknis dan Tim Ahli Pengawasan/Pendampingan Teknis Upsus Jagung GP-PTT, ASP, ATP dan LLP untuk Pencapaian Swasembada Berkelanjutan Padi dan Jagung serta Swasembada Kedelai	Puslitbang Tanaman Pangan	2015-2016
9.	Manajer Produksi Unit Pengelola Benih Sumber Balai Penelitian Tanaman Serealia	Balitsereal	2015-2016
10.	Anggota Delri Perundingan 'Indonesia-Turkey Comprehensive Economic Partnership Agreement (CEPA)	Kementerian Pertanian RI & Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Turkey	2018

(Lanjutan)

No	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
11.	Perwakilan Pemri pada Pertemuan Forum Tingkat Tinggi "the Belt and Road Agricultural Sci-tech Cooperation"	Shandong Academy of Agricultural Sciences (SAAS), Jinan, PRC	2018
12.	Anggota Delri pada pertemuan Consultative Meeting on Fall Armyworm in Asia	FAO, Bangkok, Thailand	2019
13.	Anggota Delegasi Perundingan & Penandatanganan Perpanjangan MoU IAARD & CIMMYT	CIMMYT, Mexico	2019
14.	Tim Percepatan Pelaksanaan Program/Kegiatan Prioritas Lingkup Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sulsel TA 2019	Kepala Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulsel	2019
15.	Tim Supervisi & Pendampingan Pelaksanaan Program dan Kegiatan Utama Kementerian Pertanian Kabupaten Bulukumba & Sinjai	Kementerian Pertanian	2020

L. Editor Prosiding

No.	Nama Prosiding	Penerbit	Tahun
1.	1 st International Conference on Sustainable Cereals and Crops Production Systems in the Tropics 23-25 September 2019, Makassar City, Indonesia	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 484,	2019
2.	2 nd International Conference on Sustainable Cereals and Crops Production Systems in the Tropics 23-25 September 2021, Makassar City, Indonesia	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,	2021

M. Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
1.	Penelaah dalam Keragaan Agronomi dan Potensi Hasil Genotipe Jagung (<i>Zea mays</i> L), Generasi S1 dan S2 di dua lokasi, 15 November 2017, Jurnal Agronomi Indonesia	Bandung	2017
2.	Penelaah Komponen dan Stabilitas Hasil Enam Varietas Jagung Hibrida pada Lima Lokasi, 15 November 2017, Jurnal Agronomi Indonesia	Bandung	2017
3.	Narasumber pada Workshop Perlindungan Varietas Tanaman, 19 Juli 2018	IPB & PPVT	2018
4.	Workshop KNAPPP 2018, Konsep Revitalisasi Akreditasi Pranata Penelitian dan Pengembangan, 27 September 2018	Jakarta	2018

(Lanjutan)

No	Kegiatan	Tempat	Tahun
5.	Mitra bestari pada Kendali Genetik Karakter Morfologi dan Agronomi pada Tiga Populasi Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> L Moench), 21 Februari 2018, Jurnal Agronomi Indonesia	Bandung	2018
6.	Penelaah Penampilan Pertumbuhan Hasil Beberapa Genotipe Jagung Calon Hibrida Umur Genjah di Lahan Kering, 20 Agustus 2018	Bandung	2018
7.	Narasumber kesesuaian VUB dan Agroekosistem Jagung dan Gandum	Bogor	2019
8.	Narasumber Teknologi Pemuliaan dan Produksi Benih Jagung Hibrida	On line	2020
9.	Narasumber penguatan kurikulum belajar merdeka di kampus merdeka	Makassar & on line	2020 - 2021
10.	Narasumber Teknologi Tanaman Sorgum	Bima, NTB	2021
11.	Narasumber Teknologi Tanaman Jewawut	On line/ IKAWI	2021
12.	Narasumber Utama Seminar Nasional Dies Natalis Faperta Unand: Sistem Usaha Tani Terpadu Untuk Ketahanan Pangan Mendukung Pertanian Berkelanjutan	On line	2021
13.	Narasumber Utama Seminar Nasional Institut Sepuluh November Surabaya: Inovasi Teknologi Pemuliaan Jagung	On line	2021

INOVASI VARIETAS HIBRIDA NASIONAL BERDAYA SAING MEWUJUDKAN SWASEMBADA JAGUNG BERKELANJUTAN

Swasembada jagung yang sudah terealisasi pada tahun 2017 dan masih berlangsung hingga kini perlu dipertahankan untuk mewujudkan cita-cita mulia Indonesia sebagai lumbung pangan dunia pada tahun 2045. Salah satu strategi untuk mewujudkan keberhasilan dan keinginan tersebut adalah melalui perakitan dan pengembangan varietas jagung hibrida (VUH) berdaya saing global dan spesifik lingkungan pada agroekosistem yang beragam serta kemudahan mengakses benih bermutu di wilayah pengembangan.

Penerapan teknologi budi daya pada 13 dari 35 varietas jagung hibrida rakitan para pemulia Indonesia yang telah dilisensi mampu berproduksi >12,5 ton per hektar pada lingkungan optimal dan >6 ton per hektar pada lingkungan cekaman abiotik. Permasalahan utama dalam mengaktualisasikan potensi hasil jagung hibrida adalah ketidaktepatan penyediaan benih pada daerah pengembangan sehingga hasil panen tidak optimal dan bahkan dapat mengalami kegagalan.

Oleh karena itu diperlukan dukungan kebijakan yang mendorong penyediaan benih bermutu tinggi berbasis in situ. Dalam hal ini, mitra lisensi VUH jagung nasional diharapkan dapat berperan menyediakan benih untuk dikembangkan pada lahan seluas satu juta hektar per tahun yang dicanangkan pemerintah guna mewujudkan swasembada berkelanjutan.



Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp. : 62 21 7806202, Faks. 62 21 7800644
E-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ISBN 978-602-344-323-9



9 786023 443239