

Perakitan Varietas Unggul **Jagung Fungsional**



**IAARD
PRESS**



Perakitan Varietas Unggul Jagung Fungsional

Penulis

M. Yasin HG

Sumarno

Amin Nur



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
2014

Cetakan 2014

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
@Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam Terbitan (KDT)

YASIN H.G., M.

Perakitan varietas unggul jagung fungsional/Penulis, Yasin HG,
Sumarno, dan Amin Nur; Penyunting, Nuning Argo Subekti dan
Muhammad Aqil.--Jakarta: IAARD Press, 2014
vi, 132 hlm.: ill.; 24 cm

1. Jagung 2. Perakitan varietas
I. Sumarno II. Nur, Amin III. Badan Penelitian dan
Pengembangan Pertanian IV. Judul

ISBN 978-602-1520-70-3

Pencetakan buku ini dibiayai dari dana DIPA 2014
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jln. Ragunan 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp.: + 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644

Alamat Redaksi

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp.: + 62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561
email: iaardpress@litbang.deptan.go.id
Cetakan 2014

Pengantar

Pengembangan varietas unggul jagung, termasuk jagung hibrida, telah mengubah usahatani jagung dari pertanian subsisten menjadi usaha komersial. Fenomena tersebut menunjukkan pentingnya penelitian pemuliaan jagung dalam mendukung upaya peningkatan produksi jagung nasional.

Jagung adalah komoditas pangan ketiga dunia setelah padi dan gandum, sedangkan di tingkat nasional menempati deretan kedua setelah padi. Penggunaan varietas unggul jagung yang dihasilkan pemulia, baik hibrida maupun bersari bebas, berkontribusi nyata meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Dalam menghasilkan varietas unggul jagung, pemulia dituntut untuk mampu mengatasi tantangan perubahan iklim global di samping degradasi lahan pertanian melalui seleksi dan adaptasi materi genetik yang lebih stabil.

Buku perakitan varietas unggul jagung fungsional ini diharapkan dapat memberi sumbangan bagi pengembangan jagung dalam upaya peningkatan produksi menuju swasembada berkelanjutan. Jagung fungsional adalah jagung yang mempunyai nilai nutrisi lebih tinggi dari jagung biasa. Jagung fungsional mulai diteliti pada tahun 2000an untuk menghasilkan varietas unggul yang dapat dikembangkan petani.

Kepada penulis, penyunting, dan segenap tim yang telah membantu penyusunan dan penerbitan buku ini saya sampaikan penghargaan dan terima kasih.

Bogor, Januari 2014

Kepala Pusat,

Dr. Hasil Sembiring

Daftar Isi

Pengantar	iii
Daftar Isi	v
PENDAHULUAN	1
Sejarah Perkembangan Jagung	1
Status Jagung QPM di Dunia	3
Morfologi Jagung	4
Stadia Pertumbuhan Jagung	5
JAGUNG KHUSUS SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL	7
Jagung QPM	7
Jagung Provit A	9
Jagung Pulut	10
PERBAIKAN POPULASI JAGUNG FUNGSIONAL	11
Varietas Lokal sebagai Bahan Populasi Dasar	11
Perbaikan Populasi Jagung	12
METODE PERAKITAN VARIETAS	14
Varietas Bersari Bebas	14
Varietas Hibrida	21
Daya Gabung Umum (DGU) dan Daya Gabung Spesifik (DGS)	32
TAHAPAN ANALISIS DATA DALAM PROSES PERAKITAN VARIETAS	39
Rancangan Latis Sederhana	39
Rancangan Acak Kelompok	45
Stabilitas Hasil	51
PRODUKSI BENIH, BUDI DAYA DAN PENGUSULAN PELEPASAN VARIETAS	65
Produksi Benih	65
Budi Daya	76
Pengusulan Pelepasan Varietas	80
PUSTAKA	81
LAMPIRAN DATA DAN ANALISIS	87

PENDAHULUAN

Sejarah Perkembangan Jagung

Jagung (*Zea mays* L.,) sebenarnya merupakan tanaman purba yang berasal dari Amerika Latin (Meksiko, Guatemala, dan Honduras). Tanaman jagung didomestikasi sekitar 8.000 tahun yang lampau oleh bangsa Indian, merupakan keturunan jagung liar *teosinte* (*Zea mays* ssp. *Parviglumis*). Melalui proses evolusi, adaptasi, migrasi, rekombinasi gen-gen, dan kegiatan petani menanamnya sambil melakukan seleksi massa, akhirnya menjadi tanaman jagung seperti sekarang ini. Petani telah membudidayakan jagung selama berabad-abad dan merupakan penyeleksi utama. Mulai abad ke-20 pemulia telah memperbaiki bentuk morfologi jagung melalui perbaikan genetik, sehingga keturunan *teosinte* telah berubah menjadi jagung modern yang berkembang ke seluruh pelosok dunia (King dan Edmeades 1977). Kini jagung telah menjadi tanaman kosmopolitan dan merupakan komoditas pangan terpenting ketiga dunia setelah padi dan gandum.

Di Indonesia jagung berasal dari negara-negara Asia, diperkirakan diintroduksi pada abad ke-12. Varietas dan strain lokal yang bersifat spesifik terdapat di sentra-sentra produksi jagung. Di Indonesia sendiri, jagung menjadi komoditas pangan andalan kedua setelah padi. Pemulia tanaman jagung di Indonesia telah berperan dalam perakitan varietas unggul selama empat dasawarsa terakhir. Varietas unggul yang dihasilkan pada tahun 2000an mampu memberi hasil 10-12 t/ha untuk varietas hibrida dan 7-8 t/ha untuk varietas bersari bebas. Sebelumnya, varietas lokal hanya dapat berproduksi 2,5-4,0 t/ha. Sekitar 80% petani Indonesia saat ini telah menanam varietas unggul hibrida atau varietas unggul bersari bebas hasil pemuliaan tanaman. Kini petani jagung tidak lagi menanam varietas lokal, kecuali varietas lokal yang hasil bijinya ditujukan untuk penggunaan khusus, seperti jagung biji putih untuk pangan pokok dan pangan kudapan, jagung pulut untuk direbus, jagung berbiji kecil untuk pakan burung.

Jagung merupakan sumber utama karbohidrat yang sangat penting setelah padi dan gandum, digunakan sebagai bahan pangan pokok, pakan, bioetanol, dan bahan baku industri. Kandungan karbohidrat jagung 73-75% lebih tinggi dibandingkan dengan gandum dan millet yang hanya 64% dan beras 76,2%. Dalam endosperm biji jagung terdapat kalsium, besi, fosfor, natrium, dan kalium (Suarni dan Widowati 2007). Yasin *et al.* (2007) melaporkan bahwa biji jagung yang telah masak fisiologis terdiri atas perikarp 6%, endosperm 82%, dan embrio/lembaga 12%. Komposisi gizi ini menjadi penting bagi penderita diabetes dan merupakan bahan makanan alternatif utama.

Indonesia yang terdiri atas ratusan pulau dengan berbagai agroekosistem serta suku dan budaya yang beragam, merupakan pembentuk dan pelestari habitat sumber daya genetik (SDG) jagung yang menjadi aset kekayaan SDG nasional, yang dapat dimanfaatkan dalam perakitan varietas unggul. Ketersediaan berbagai karakter genetik dalam koleksi plasma nutfah jagung memudahkan pemulia membentuk populasi baru sebagai awal perakitan varietas. Keragaman genetik berasal dari kekayaan plasma nutfah dari strain lokal yang mempunyai keunggulan daya adaptasi yang baik dan mempunyai ketahanan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik (Sumarno *et al.* 2008). Oleh karena itu, strain dan varietas lokal perlu terus dikoleksi dan dilestarikan agar tidak musnah terdesak oleh varietas hibrida.

Sejarah pengembangan jagung di Indonesia mengalami pasang surut karena perubahan penggunaannya dan juga oleh harga yang tidak stabil. Hingga tahun 1970 jagung digunakan sebagai pangan utama, tujuan penanaman adalah untuk peningkatan bahan pangan. Produksi beras nasional melimpah sejak awal tahun 80an, konsumen jagung beralih ke pangan beras, dan jagung berubah fungsi menjadi pakan ternak. Pada awalnya, industri pakan ternak lebih memilih mengimpor jagung, karena produksi dalam negeri tersebar dalam jumlah kecil-kecil. Baru setelah jagung hibrida diadopsi petani secara luas mulai tahun 2000an, pasar biji jagung untuk industri pakan mulai berkembang. Pada tahun 2000an terjadi lonjakan harga dari Rp 900/kg menjadi Rp 3.300/kg yang berdampak terhadap alih pemanfaatan lahan dari tanaman kacang-kacangan menjadi tanaman jagung. Kualitas biji jagung juga mengalami perbaikan dengan tersedianya alat pengering dan penyimpanan dengan kadar air 12,0% yang turut memacu peningkatan harga. Luas panen jagung nasional pada tahun 2011 mencapai 3,9 juta ha, dengan produktivitas 4,46 t/ha, kecuali di Maluku dan Papua 1,85 t/ha (BPS 2012). Sentra pengembangan jagung kini terpusat di Jatim, Jateng, Lampung, Kalsel, Kaltim, seluruh daratan Sulawesi, NTT, dan NTB. Terbatasnya luas lahan pertanian untuk pengembangan, pada tahun 2012 luas panen jagung hanya bertambah 0,32% dari tahun 2011 dan produksi nasional belum mencukupi kebutuhan industri pakan, sehingga Indonesia masih mengimpor jagung.

Selain perusahaan benih jagung swasta multinasional, Badan Litbang Kementerian Pertanian telah menghasilkan 38 varietas unggul termasuk jagung fungsional, 27 varietas diantaranya jenis hibrida dan 11 varietas jenis bersari bebas, dengan potensi hasil biji varietas hibrida 13,0 t/ha dan varietas bersari bebas 8,0 t/ha (Deskripsi Varietas Unggul Jagung 2012). Jagung fungsional yang memiliki mutu gizi khusus, dilepas pada tahun 2004 antara lain jagung QPM (*Quality Protein Maize*) bersari bebas yang diberi nama varietas Srikandi Kuning 1 dan Srikandi Putih 1, keduanya kaya nutrisi asam

amino lisin dan triptofan. Kedua varietas tersebut menyebar di Kawasan Timur Indonesia (KTI), termasuk NTT, NTB, Sulsel, Sulteng dan Gorontalo. Pada tahun 2011 jagung QPM varietas hibrida silang tunggal Bima 12Q dan Bima 13Q, yang bijinya kaya lisin dan triptofan, dilepas sebagai varietas unggul.

Status Jagung QPM di Dunia

Kebutuhan jagung dunia terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri, serta semakin mahal dan langkanya bahan bakar minyak asal fosil. Di negara-negara maju seperti di Amerika Serikat dan Brazil, sebagian jagung digunakan untuk bahan baku etanol, sebagai substitusi energi asal fosil. Di banyak negara di Asia, Afrika, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan, jagung masih menjadi bahan pangan utama. Pada tahun 2000an jagung fungsional, khususnya QPM telah berstatus sebagai bahan pangan dunia dengan luas tanam 4,4 juta ha, tersebar di Brasil, Burkina Faso, China, El Salvador, Ghana, Guatemala, Guenia, Mali, Meksiko, Nikaragua dan Peru (CAAS-CIMMYT 2007; Vasal dan Villegas 2013). Kini jagung QPM banyak ditanam petani di sejumlah negara. Ghana melepas jagung QPM biji putih yang diberi nama varietas Obatampa (*good mother*) dan langsung dikembangkan yang mencapai 50% dari total luas pertanaman jagung nasional atau sekitar 100.000 ha dan hasil bijinya diperuntukan bagi makanan anak balita untuk mengatasi kondisi rawan protein (Cordova dan Pandey 2002; Prasanna *et al.* 2001; Vasal 2000). Hal yang sama terjadi di China, India, dan beberapa negara di Amerika Latin. Di Amerika Serikat, jagung QPM diproduksi sekitar dua juta ton setiap tahun untuk pakan ternak ruminansia dan unggas (Vasal 2000a; Sullivan *et al.* 1988). China dan Amerika Serikat merupakan penghasil dan pengekspor jagung terbesar dunia, terutama jagung biji kuning untuk bahan pakan, industri, dan biofuel, sedangkan Thailand menjadi pengekspor jagung fungsional. Indonesia walaupun masih mengimpor jagung, pada akhir musim panen raya telah mampu mengekspor jagung sebagai bahan pakan. Di Provinsi Guizhou China, jagung hibrida silang tunggal QPM produktivitasnya 10% lebih tinggi dibanding jagung biasa.

Jagung QPM baru dirintis pengembangannya di Indonesia. Jagung QPM varietas bersari bebas menyebar ke wilayah Indonesia bagian timur, namun luas arealnya sejak dilepas tahun 2004 baru mencapai sekitar 1.000 ha. Sejak awal abad 21 terjadi perubahan pemanfaatan biji jagung di Indonesia. Kesadaran untuk kembali mengonsumsi jagung sebagai bahan pangan sehat dan perkembangan industri pakan ternak mengakibatkan kebutuhan jagung dan harganya meningkat, yang berdampak terhadap kenaikan pendapatan petani, disertai semakin luasnya pertanaman jagung, termasuk jagung fungsional. Pengembangan jagung QPM di Indonesia memerlukan

dukungan penyuluhan, untuk menumbuhkan kesadaran pentingnya memproduksi dan mengkonsumsi jagung QPM.

Morfologi Jagung

Taksonomi tanaman jagung adalah sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Sub divisio: Angiospermae, Class: Monocotyledoneae, Ordo: Poales, Familia: Poaceae, Genus: *Zea*, Spesies: *mays* L.,. Nama botani, *Zea mays* L. Jagung termasuk tanaman berumah satu (*monoecious*), yaitu malai sebagai bunga jantan dan rambut sebagai bunga betina terletak pada satu tanaman. Setiap malai menghasilkan jutaan pollen atau serbuk sari, yang mudah diterbangkan angin. Biasanya bunga jantan lebih dahulu mekar, 3-4 hari sebelum rambut keluar, sehingga meningkatkan terjadinya penyerbukan silang, hingga mencapai 95%.

Berdasarkan tipe biji, jagung dapat dibedakan atas:

1. Jagung gigi kuda (*dent corn*), biji berbentuk gigi dan berlekuk.
2. Jagung mutiara (*flint corn*), biji seperti mutiara, gembung dan keras.
3. Jagung bertepung (*floury corn*), endosperm diliputi pati dan sangat lunak.
4. Jagung berondong (*pop corn*), biji sangat kecil dan keras, bila dipanaskan menjadi “berondong” (*popping*).
5. Jagung manis (*sweet corn*), kulit tipis, kandungan gula tinggi, pati sedikit dan saat kering biji berlekuk.
6. Jagung pulut (*waxy corn*), endosperm lunak, amilopektin tinggi >80%.
7. Jagung polong (*pod corn*), tiap butir diselimuti oleh kelobot.

Berdasarkan penggunaannya, jagung dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. *Grain corn*, atau jagung yang dipanen tua dan bijinya dikeringkan untuk selanjutnya diproses menjadi pakan ternak, minyak goreng, ethanol, dan bahan industri lain.
2. *Green corn*, atau jagung muda, dipanen untuk langsung dikonsumsi, seperti jagung manis, jagung pulut, *baby corn* untuk sayur, dan jagung lain yang dipanen sebelum biji kering.

Jagung termasuk tanaman C4 dan membutuhkan akumulasi sejumlah panas (*heat unit*) tertentu untuk pertumbuhan dan pematangan bijinya. Suhu yang rendah berakibat memanjangnya umur panen, bahkan apabila selama pertumbuhannya tidak dicapai batas minimal jumlah panas yang diperlukan, tanaman jagung tidak dapat membentuk biji atau biji tidak matang. Tanaman jagung sangat responsif terhadap pupuk nitrogen, terutama pada varietas hibrida sehingga memungkinkan produktivitasnya tinggi.

Stadia Pertumbuhan Jagung

Jagung yang umur panennya sekitar 110 hari, fase pertumbuhan dan umurnya dapat dibagi menjadi fase-fase berikut:

Fase	Umur (HST)	Keadaan pertanaman
VE	5	muncul koleoptil diatas permukaan tanah, fase kecambah
V1	9	daun pertama mulai nampak terbuka
V2	12 sampai 54	daun keempat sampai 12 mulai tumbuh sempurna, empat daun terbawah mulai menguning, batang, calon bunga jantan dan betina tumbuh cepat
Vt	55	perkembangan bunga jantan mendekati ukuran penuh
R0	57	bunga betina terbentuk, bunga jantan mulai menyerbuk
R1	59	perkembangan bunga betina/rambut mendekati ukuran penuh
R2	71	tongkol, kelobot dan janggel telah sempurna, biji mulai terbentuk
R3	80	stadia biji masak susu
R4	90	biji mulai sempurna terbentuk, bakal embrio, radikal, calon daun dan akar seminal mulai terbentuk
R5	102	embrio mulai masak, akumulasi bahan kering dalam biji terhenti
R6	110	masak fisiologis, kadar air biji menurun (25-30%), lapisan hitam mulai nampak, kelobot mulai mengering

Pembagian fase pertumbuhan jagung tersebut mendasarkan pada tiga fase (tahapan), yaitu fase perkecambahan (*germinating*), fase pertumbuhan vegetatif (VE sampai Vt), dan fase generatif (R0 sampai R6).

Fase pertumbuhan vegetatif dapat dirinci menjadi:

V1-1: daun pertama membuka penuh.

V1-2: daun kedua membuka penuh.

V1-3: daun ketiga membuka penuh.

.....
.....
.....

V1-12: daun keduabelas membuka penuh.

Fase pertumbuhan yang lebih dirinci adalah fase generatif, karena masing-masing fase berkaitan dengan tahapan perkembangan fisiologis tanaman jagung dalam proses ontogeni atau tahapan pertumbuhan. Pada fase generatif, dari Vt hingga R6, masing-masing fase merupakan masa kritis dalam hal kebutuhan hara, kelembaban tanah, suhu dan kebugaran (vigor) tanaman. Pada kondisi faktor-faktor tersebut optimal dapat menjamin hasil biji yang tinggi. Apabila salah satu faktor lingkungan tidak optimal, maka hasil jagung menurun. Tingkat optimal faktor lingkungan tersebut berbeda bagi masing-masing fase pertumbuhan. Misalnya pada fase R0, tanaman memerlukan kondisi kelembaban tanah optimal untuk dapat menghasilkan penyerbukan yang optimal. Sebaliknya pada fase R6, tanaman memerlukan kondisi kelembaban tanah yang lebih rendah agar proses pematangan dan pengeringan biji jagung lebih cepat.

JAGUNG KHUSUS SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Jagung khusus (*specialty corn*) mempunyai sifat khas, yaitu mengandung nutrisi lebih tinggi dibanding jagung biasa/normal. Oleh karena kandungan nutrisi yang berfungsi khusus dan lebih tinggi tersebut, maka jagung khusus dikenal sebagai jagung fungsional. Gen resesif pada umumnya mengatur sifat khusus yang dimiliki jagung fungsional, sehingga penanamannya memerlukan isolasi agar tidak diserbuki oleh jagung lain. Jika jagung fungsional diserbuki oleh tepung sari jagung biasa, maka efek senia (pengaruh tepungsari) mengakibatkan keunggulan khusus menjadi hilang. Hal ini dapat dihindari dengan menanam jagung khusus pada lahan terisolasi, yaitu dengan penanaman pada jarak sekitar 300 m, atau mengatur waktu tanam selisih tiga minggu. Jagung fungsional antara lain adalah jagung QPM, jagung Provit A (*beta carotene*) atau jagung kaya vitamin A, jagung pulut atau jagung ketan yang mengandung amilopektin tinggi, jagung manis mengandung kadar gula tinggi, dan jagung sayur (*baby corn*) yaitu jagung panen tongkol muda untuk dibuat sayur.

Jagung QPM

QPM (*Quality Protein Maize*) atau *High Lysine Corn* atau jagung berkualitas protein tinggi mengandung gen *opaque-2* (*oo*), ditemukan oleh Linn Bates pada tahun 1962 dari Universitas Purdue Amerika Serikat. Jagung yang mengandung gen *mutan opaque 2* mengakibatkan dua asam amino esensial lisin dan triptofan lebih tinggi dua kali lipat dari jagung biasa, oleh karenanya dinamai jagung QPM (Mertz 1992). Pada awal penemuan, sifat biji yang mengandung gen *opaque-2* adalah lunak dan rentan hama gudang. Pada tahun 90an pemulia secara intensif melakukan perbaikan dalam dan antar populasi sehingga dihasilkan biji jagung QPM yang keras, menyerupai sifat biji jagung biasa. Produktivitas dan ketahanannya terhadap hama penyakit jagung QPM juga sudah sama dengan jagung biasa (Vasal 2000a). Kerja sama peneliti antara Balitsereal dengan CIMMYT pada tahun 2004 menghasilkan dua varietas QPM biji kuning dan biji putih yang dilepas dengan nama Srikandi Kuning 1 dan Srikandi Putih 1. Kedua varietas tersebut masing-masing berasal dari populasi S99TLYQ-AB dan S98TLWQ(F/D). Srikandi Kuning 1 memiliki kandungan lisin 0,580% dan triptofan 0,114%, Srikandi Putih 1 mengandung lisin 0,468% dan triptofan 0,102%. Jagung biasa seperti hibrida Bima 1 mengandung lisin 0,291% dan triptofan 0,058%, artinya kadar asam amino jagung QPM dua kali lebih tinggi dari jagung biasa. Kedua varietas QPM tersebut telah ditanam petani, penyebarannya di area pertanaman jagung varietas komposit. Benih Srikandi Kuning 1 ditangkarkan di Bima NTB untuk memenuhi kebutuhan pertanaman jagung komposit.

Bourlaug (1992) dan Mertz (1992) menguraikan manfaat jagung QPM, antara lain:

- Mengatasi penyakit busung lapar (*kwashiorkor*), terutama pada anak balita. Di beberapa negara Afrika, tepung jagung QPM dijadikan bahan makanan bayi dalam ramuan berbentuk serelak dan biskuit, kerupuk/chips, *corn flakes*, dan tortila.
- Menjaga keseimbangan bobot badan agar tidak kegemukan atau berperan sebagai diet, dapat membakar kelebihan lemak dalam tubuh jika dikonsumsi secara rutin.
- Menambah dan memperbaiki nilai nutrisi pada ibu hamil.
- Jika diperuntukkan sebagai pakan dapat menambah kualitas daging berbagai jenis ternak dan unggas.

Jagung QPM secara visual dapat diketahui dari warna endospermnya yang gelap bila diletakkan di atas alat bantu meja terang (*light table*). *Gen opaque-2* adalah gen yang mengatur pembentukan lisin dan triptofan yang mengakibatkan biji jagung berkualitas protein tinggi. Pada Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat biji berwarna *opaq*/buram di atas meja terang sebagai penanda jagung berkualitas protein tinggi. Pemulia tanaman dapat mengonversi jagung biasa (*non QPM*) menjadi jagung QPM. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan seleksi silang balik (*back cross*), yakni dengan introgresi donor gen o_2 dari QPM ke genotipe jagung biasa sebagai tetua ulang penerima gen o_2 (*recurrent parent*). Setelah tiga generasi silang balik dapat dihasilkan jagung dengan sifat QPM.



Gambar 1. Meja terang (*light table*) untuk identifikasi biji jagung QPM, terdiri atas kaca cenrilic dan empat lampu neon a 15 watt, diletakkan di bawah kaca.



Gambar 2. Seleksi biji jagung di atas meja terang. Biji-biji warna gelap menandakan benih mengandung gen *opaque 2* (o_2) sebagai penanda jagung QPM (Pixley *et al.* 2005).

Jagung Provit A

Jagung Provit A sebagai bahan pangan dikembangkan pada tahun 2000an. Target konsumen utamanya adalah penduduk negara-negara Afrika yang teridentifikasi kekurangan vitamin-A. Provit A adalah jagung yang mengandung vitamin A atau *beta carotene* tinggi, yaitu 8-15 $\mu\text{g/g}$ sedangkan jagung biasa hanya 2-5 $\mu\text{g/g}$. Menurut Pixley *et al.* (2010), pemuliaan jagung *beta carotene* dapat diawali dengan seleksi biji pada populasi yang warna bijinya oranye sampai kuning tua.

Manfaat jagung Provit-A adalah:

- Untuk menghindari penyakit rabun dan buta lebih dini atau katarak, membantu pertumbuhan jaringan, tulang, dan gigi. Defisiensi vitamin A merupakan penyebab kebutaan kedua terbesar setelah katarak. Vitamin A dapat meningkatkan pertumbuhan anak balita dan meningkatkan nafsu makan. Ternak terhenti pertumbuhannya jika kebutuhan vitamin A tidak terpenuhi.
- Mencegah rambut tidak rontok, pemeliharaan kulit, membantu pembentukan hormon untuk proses reproduksi, mengatur sistem kekebalan tubuh, mencegah infeksi dengan memproduksi sel darah putih untuk menghancurkan bakteri dan virus berbahaya, menangkal penyakit jantung dan kanker, serta mencegah infeksi saluran pernafasan bagian atas (ISPA) (Nutra 2008; Cong Khan 2007; Bwibo *et al.* 2003; HealthNews 2003).

Beta carotene juga dapat diperoleh dari daging, hati, telur, dan minyak ikan. Rekomendasi dari Institut Kesehatan Amerika Serikat, konsumsi harian *beta carotene* adalah 500-1.500 μg (Science daily 2008). Dijelaskan bahwa *beta carotene* adalah bahan campuran organik, termasuk dalam klasifikasi *terpenoid*, mudah diperoleh pada sayuran dan buah berwarna merah-oranye, termasuk jagung.

Jagung Pulut

Jagung pulut (*waxy corn*) adalah jagung yang bijinya mengandung amilopektin tinggi atau amilosa rendah sehingga bersifat lengket bila direbus. Jagung pulut berasal dari China, ditemukan pada tahun 1908, menyebar ke benua Asia dan Amerika Serikat dengan tekstur biji tipe gigi kuda (*dent*). Dewasa ini jagung pulut dimanfaatkan untuk bahan industri, pakan, kertas, tekstil, dan tambahan material untuk industri (Huang *et al.* 2005). Varietas lokal dari Sulawesi Selatan yang dinamakan jagung pulut rasanya enak, pulen, dan gurih. Petani menanam jagung pulut untuk tujuan panen muda, dijual sebagai jagung rebus. Beberapa tongkol disisakan di lapang sampai matang fisiologis untuk dijadikan benih dan ditanam pada musim berikut. Dengan cara demikian, secara tidak sadar petani melakukan seleksi massa.

Jagung pulut berumur genjah, yaitu 60-65 hari tongkol muda dapat dipanen. Keunggulan spesifik jagung pulut adalah toleran terhadap kekeringan dan umur genjah 85 hari masak fisiologis. Kelemahan jagung pulut adalah hasil rendah (2,0-2,5 t/ha) dan rentan terhadap penyakit bulai. Perbaikan jagung pulut melalui pemuliaan di Balai Penelitian Tanaman Sereal telah menghasilkan jagung dengan kandungan amilopektin 90,0% dengan rasa gurih. Dilaporkan Jugenheimer (1985) bahwa jagung pulut memiliki gen *allele* "*wx*" pada *locus* salah satu kromosom. Menurut Suarni dan Widowati (2007), komposisi amilosa dan amilopektin biji jagung terkendali secara genetik. Biji jagung tipe gigi kuda (*dent*) dan mutiara (*flint*) mengandung amilosa 25-30% dan amilopektin 70-75%. Semakin tinggi amilopektin semakin lunak, pulen, dan gurih rasa jagung.

PERBAIKAN POPULASI JAGUNG FUNGSIONAL

Varietas Lokal sebagai Bahan Populasi Dasar

Jagung varietas lokal terbentuk dari hasil seleksi secara berulang oleh petani, berdasarkan pada kriteria adaptasi, mutu atau rasa hasil panen, adaptasi terhadap lingkungan, dan umur panen. Sejak awal peradaban bercocok tanam, petani dalam menyediakan benih melakukan seleksi massa, yang merupakan metode pemuliaan tertua. Metode ini sangat sederhana, yakni populasi yang berasal dari ras alamiah (*land races*) dilakukan pilihan individu tanaman yang disenangi petani, sehat, kokoh, dan berdaya hasil tinggi. Benih dari hasil seleksi ditanam kembali pada musim berikutnya. Varietas lokal, termasuk plasma nutfah¹⁾ lokal, didefinisikan sebagai substansi genetik milik petani yang membentuk basis fisik pewarisan sifat, diturunkan kepada generasi berikutnya melalui sel-sel generatif (KNP 2004). Plasma nutfah adalah sumber bahan genetik yang berperan pada semua aspek di bidang pertanian untuk perakitan varietas baru. Unsur plasma nutfah adalah varietas lokal, varietas komersial, varietas lama, *land races*, *wild type*, mutan, strain, galur, varian kromosomik, transgenik, dan transgenomik (Sumarno dan Zuraida 2004). CIMMYT mengelompokkan plasma nutfah jagung untuk dataran rendah tropis ke dalam 12 *gene pool*. *Gene pool* selanjutnya diekstrak menjadi populasi dasar, dan melalui perbaikan populasi dapat dihasilkan varietas baru (Granados 2002).

Semakin banyak koleksi plasma nutfah semakin besar peluang untuk mendapatkan gen-gen pengatur sifat yang diperlukan untuk pembentukan varietas unggul. Kini Balitsereal telah memiliki sekitar 500 aksesi plasma nutfah yang berasal dari varietas lokal Jawa, Kalsel, Kalbar, NTT, NTB, Gorontalo, Lampung, dan Sulsel.

Koleksi plasma nutfah jagung digolongkan menjadi koleksi dasar yang disimpan untuk jangka panjang (> 10 tahun), koleksi aktif yang disimpan untuk jangka menengah (< 10 tahun) dan digunakan untuk perbanyakan, regenerasi, distribusi, karakterisasi, dan evaluasi. Keaslian genetik tanaman tetap dipertahankan melalui persilangan antartanaman (*sibbing*) dalam setiap aksesi. Karakterisasi dan evaluasi dilakukan secara berkala, bertujuan untuk memeriksa penyimpangan sifat dan sekali gus untuk pembaruan benih.

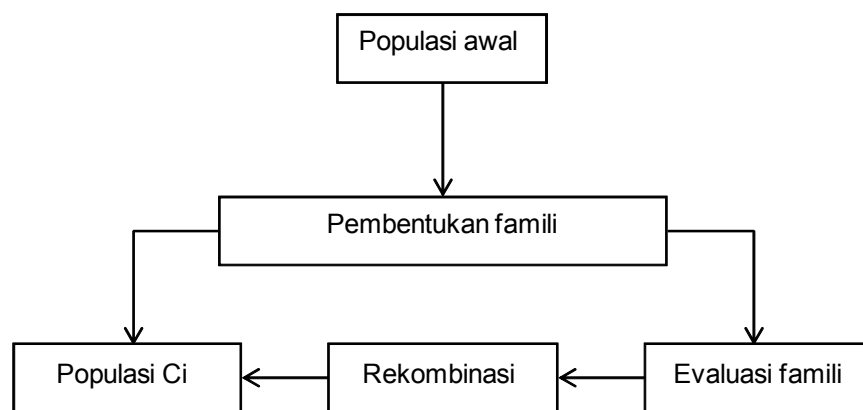
Keloksi kerja atau *working collection* ditangani oleh pemulia tanaman, untuk dimanfaatkan sebagai tetua dalam program perbaikan varietas.

1) Penggunaan istilah plasma nutfah mempunyai arti yang sama dengan sumber daya genetik tanaman

Perbaikan Populasi Jagung

Perbaikan populasi dimaksudkan untuk meningkatkan mutu genetik sifat tertentu (agronomis, mutu) supaya menjadi lebih baik, dan hasil biji lebih tinggi dibanding populasi awal. Jika populasi awal hasil bijinya 4,0 t/ha, umur panen 110 hari dan rentan penyakit tertentu, setelah dilakukan seleksi untuk perbaikan sifat dalam beberapa siklus/daur, populasi dapat menghasilkan biji lebih dari 4,0 t/ha umur panen lebih genjah dan tahan penyakit. Syukur *et al.* (2012) mengatakan bahwa karakter yang muncul dari suatu tanaman merupakan hasil interaksi antara sifat genetik dan lingkungan ($P = G \times E$). Untuk seleksi karakter kuantitatif, pemulia menggunakan kriteria ragam fenotipe individu dalam populasi, artinya dipilih individu tanaman yang memiliki sifat seperti yang diinginkan. Perbaikan populasi membutuhkan waktu minimal tiga musim tanam dalam satu siklus (siklus dilambangkan C_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$) seperti disajikan pada Gambar 3. Perbaikan populasi jagung dapat dibedakan atas dua strategi yaitu: (1) perbaikan dalam populasi (*intra population improvement*) dan (2) perbaikan antarpopulasi (*inter population improvement*)

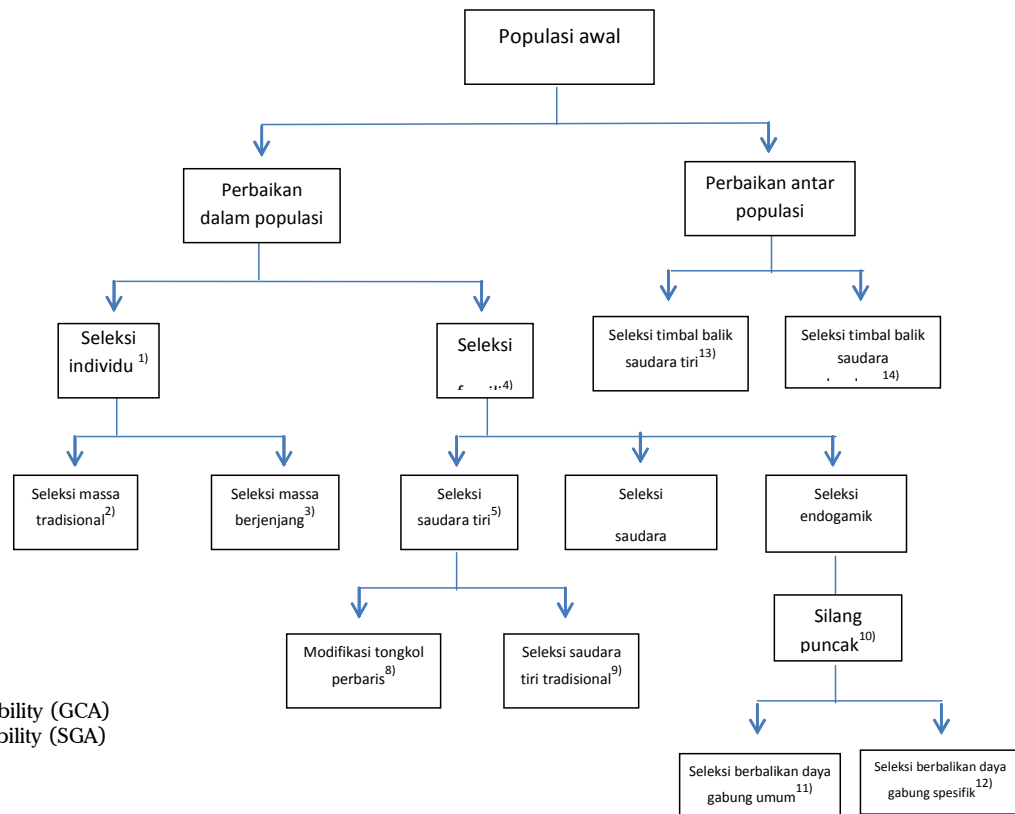
Jika perbaikan sifat dilakukan terhadap satu populasi disebut perbaikan dalam populasi, sedangkan jika serentak pada dua atau lebih populasi disebut perbaikan antarpopulasi (Gambar 4).



Gambar 3. Tahapan peningkatan siklus (C_i) setiap populasi.

Keterangan:

1. Individual plant selection
2. Traditional mass selection
3. Gradual mass selection
4. Family selection
5. Half sib selection
6. Full sib selection
7. Selfed Si selection
8. Modified ear – to row selection
9. Traditional half sib selection
10. Top cross
11. Selection for General Combining Ability (GCA)
12. Selection for Spesific Combining Ability (SGA)
13. Reciprocal Half sib selection
14. Reciprocal Full sib selection



Gambar 4. Tahapan perbaikan dalam dan antarpopulasi jagung.

METODE PERAKITAN VARIETAS

Varietas Bersari Bebas

Varietas jagung bersari bebas atau *open pollinated variety* dapat dibedakan atas dua golongan yaitu:

- (1) Varietas bersari bebas komposit atau *germplasm pool* (pool dari plasma nutfah), yaitu varietas yang dirakit dengan cara rekombinasi (saling silang/*inter crosses*) antara populasi atau antara varietas, terdiri atas 8-12 materi genetik atau tetua. Pemilihan tetua sesuai kriteria seleksi dengan karakter yang diunggulkan, misalnya potensi hasil tinggi, toleran cekaman abiotik (kekeringan, sulfat masam, dan genangan), tahan cekaman biotik (penyakit bulai, hawar daun, *sitophyllus* dll). Varietas Sukmaraga adalah varietas komposit bersari bebas toleran cekaman sulfat masam, berasal dari hasil rekombinasi tetua AMATL dan SATP. Varietas Anoman 1 adalah varietas komposit hasil rekombinasi dari 12 galur S1 populasi *Tuxpeno sequia* *Ciklus 6 (TS.C.6)* toleran kekeringan. Famili terpilih direkombinasi menjadi siklus C7, dilepas sebagai varietas unggul komposit Anoman 1.
- (2) Varietas bersari bebas sintetik, yaitu varietas bersari bebas yang berasal dari rekombinasi galur elite 8-12 galur generasi lanjut. Galur yang dipilih adalah galur inbrida yang mempunyai daya gabung yang baik. Keturunan varietas bersari bebas komposit dan sintetik tidak mengalami perubahan genetik jika tidak terjadi kontaminasi, mutasi dan migrasi, sehingga benih varietas bersari bebas mudah diperbanyak oleh petani dan dapat disebarakan ke petani lain.

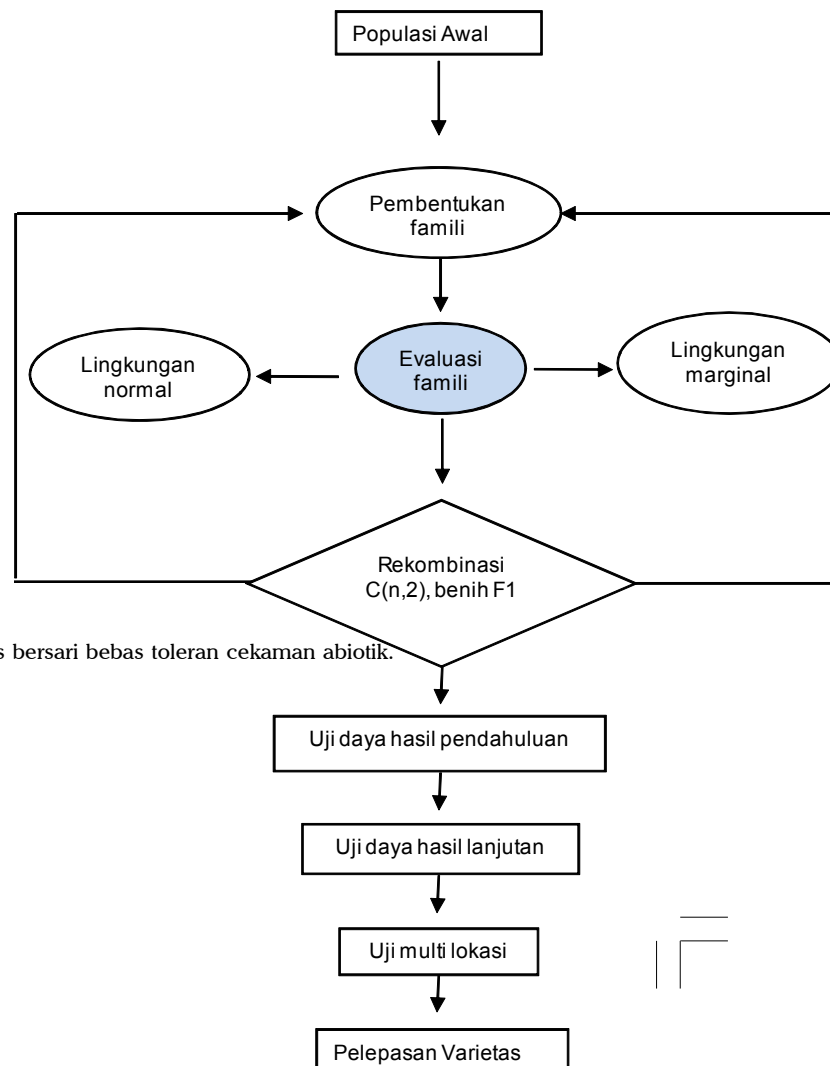
Perbaikan populasi untuk tujuan perakitan varietas dapat dicapai jika terdapat keragaman genetik sifat yang diinginkan antara tanaman dalam populasi. Nilai proporsi ragam genetik terhadap ragam total atau disebut heritabilitas sangat menentukan keberhasilan seleksi. Semakin tinggi nilai heritabilitas, semakin mudah dilakukan seleksi, sedangkan nilai heritabilitas yang rendah sulit memperoleh kemajuan dalam seleksi karena sifat yang diseleksi lebih banyak disebabkan oleh faktor lingkungan. Pemilihan populasi dasar yang tepat merupakan awal dalam seleksi untuk perakitan varietas. Populasi dasar dapat dipilih dari materi introduksi atau populasi plasma nutfah yang sudah mengalami seleksi beberapa daur.

Berikut ini disajikan contoh program pemuliaan dan langkah yang ditempuh dalam merakit enam varietas bersari bebas toleran cekaman abiotik, terdiri dari dua jagung biasa/normal dan empat jagung fungsional:

- (1) Varietas Sukmaraga, diseleksi untuk adaptif pada lahan sulfat masam.
- (2) Varietas Anoman 1 adaptif pada lahan tercekam kekeringan.

- (3) Varietas Srikandi Kuning 1 dan Srikandi Putih 1 sesuai untuk lahan optimal nutrisi tinggi.
- (4) Varietas Provit A1 dan Provit A2, varietas unggul dengan kandungan vitamin A tinggi.

Tahapan kegiatan dalam perakitan keenam varietas tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahapan perakitan varietas bersari bebas toleran cekaman abiotik.

(1) Varietas Sukmaraga

Varietas ini dibentuk dengan menggunakan populasi dasar AMATL (*Asian maize tolerance late*) dan SATP (*Sitiung aluminum tolerance population*), populasi berasal dari KP. Sitiung Sumatera Barat. Tahapan perakitan varietas adalah:

- a. **Pembentukan famili.** Pada musim 1 famili dibentuk dari tiga populasi dengan pembentukan galur metode saudara tiri (*HS:half sib*). Sebanyak 250 tongkol yang terpilih dari populasi dikantongkan, masing-masing tongkol diambil 25 biji sehingga terdapat $250 \times 25 = 6.250$ biji (*balance composite seeds*). Benih yang terkumpul dengan jumlah yang sama (*bulked seed*) selanjutnya digunakan sebagai tetua jantan (*pollinator*). Penanaman benih berasal dari 250 kantong, masing-masing ditanam satu baris, dijadikan sebagai induk betina. Ratio penanaman antara induk betina dan jantan adalah 3:1, panjang plot 5,0 m, jarak tanam 75 cm x 20 cm. Denah diatur dengan membuat lima blok, satu blok terdiri atas tanaman yang berasal dari 50 tongkol induk betina. Tanaman induk jantan dan betina dipelihara secara maksimal, dengan pemupukan, pengendalian OPT (organisme pengganggu tanaman), pengairan, dan *rougging*. Pada saat tanaman memasuki fase berbunga dilakukan pengebirian induk betina dengan mencabut malai bunga jantan (*detaselling*). Kegiatan *detaselling* dilakukan berulang dalam 4-6 hari. Selama masa pertumbuhan dilakukan pencabutan tanaman menyimpang (*rougging*). Penyerbukan silang dibiarkan terjadi, antara induk betina yang telah di-*detasel* dengan barisan tanaman induk jantan yang tidak di-*detasel*. Pelaksanaan panen pada saat tongkol telah mencapai fase masak fisiologis, ditandai oleh adanya lapisan hitam pada pangkal biji. Jika telah terlihat lapisan hitam berarti biji sudah masak fisiologis dan siap dipanen (Gambar 7). Panen hanya dilakukan dari barisan tanaman induk betina, dipilih tongkol yang sehat, barisan biji lurus, dan warna biji kuning seragam. Hasil benih yang diperoleh adalah famili *HS (half sib)* dikantongkan. Identitas untuk populasi AMATL adalah AMATL(HS)C1-1; AMATL(HS)C1-2; AMATL(HS)C1-3; ..., dst, dan populasi SATP adalah SATP(HS)C5-1; SATP(HS)C5-2; AMATL(HS)C5-3; ..., dst.
- b. **Evaluasi famili.** Pada musim ke-2, famili *HS* yang dibentuk pada musim 1 disusun dua set masing-masing 30 biji per kantong. Sebanyak 320 famili ditambah empat varietas cek, dievaluasi pada dua lingkungan tumbuh sesuai denah 3, satu set dievaluasi di lahan marginal desa Barambai Kab. Tanah Laut Kalsel (pH 4,0 sangat masam; Al_{dd} 7,96 (me/100 g), kejenuhan Al 69,65%). Satu set dievaluasi di lingkungan normal KP. Maros. Famili dievaluasi dengan rancangan latis sederhana (*simple lattice*) (18 x 18) dua ulangan, menggunakan plot barisan tunggal 5,0 m, jarak tanam 75 cm x 20 cm. Setelah dilakukan analisis gabungan dari dua lokasi dilakukan seleksi dengan intensitas 5%, yaitu memilih 16 famili

terbaik dari dua populasi yang mempunyai daya adaptasi baik dengan potensi hasil tertinggi. Pengamatan secara visual sangat berperan dalam seleksi, disamping pengamatan secara kuantitatif. Famili dengan adaptasi baik diberikan skor nilai tanaman: skor 1 (sangat baik), yaitu daun hijau segar tidak menggulung, sinkron masa berbunga, dan hasil tinggi. Tetua famili yang terpilih terdiri atas 10 famili dari populasi AMATL(HS)C1, dan enam famili SATP(HS)C5.

- c. **Rekombinasi.** Pada musim ke-3 dilakukan rekombinasi 16 famili terpilih sesuai Tabel 1, yaitu $C(16,2)=120$ F1. Persilangan dilakukan dengan memilih tanaman sehat, tidak rebah, dan sinkron masa berbunga. Saat panen diseleksi tongkol sehat, barisan biji lurus, warna dan tekstur sama. Benih dicampur dengan jumlah yang sama dari hasil rekombinasi (*balance composite*). Status benih terpilih sudah bertambah satu siklus (C2) yang merupakan calon varietas Sukmaraga, setelah terpilih dalam pelaksanaan uji daya hasil (UDH) sampai uji multilokasi (UML).

Tabel 1. Hasil biji famili *HS* populasi AMATL dan SATP yang diseleksi pada dua lingkungan tumbuh, Desa Barambai (tercekam) dan KP. Maros (normal). MT 2003.

Famili saudara tiri (<i>HS</i>)	Hasil biji (kg/ha)			
	Lingkungan tercekam	Lingkungan normal	Rata-rata	Penurunan hasil (%)
AMATL(HS)C1-7	2103	3105	2604	47,6
AMATL(HS)C1-9	1904	2115	2009	11,1
AMATL(HS)C1-12	2731	2875	2803	5,3
AMATL(HS)C1-25	3050	3100	3075	1,6
AMATL(HS)C1-39	3015	3915	3465	29,9
AMATL(HS)C1-51	2857	3275	3066	14,6
AMATL(HS)C1-77	1785	2562	2173	43,5
AMATL(HS)C1-98	3125	3670	3397	17,4
AMATL(HS)C1-104	3905	4015	3960	2,8
AMATL(HS)C1-111	1875	2565	2220	36,8
SATP(HS)C5-9	2015	2600	2307	29,0
SATP(HS)C5-11	3600	3975	3787	10,4
SATP(HS)C5-23	2972	3505	3238	17,9
SATP(HS)C5-24	2475	3100	2787	25,3
SATP(HS)C5-26	1980	2475	2227	25,0
SATP(HS)C5-29	2475	3075	2775	24,2
Rata-rata famili superior	2616,7	3120,4	2868,5	16,1
Rata-rata tingkat populasi	2115,0	2920,0	2517,5	27,5
Kontrol (pop.awal)	2015,0	2875,0	2445,0	29,9
KK (%)	12,4	14,8	-	-
BNT 5%	950	870	-	-

Sumber: Yasin dan Kasim (2003)

(2) Varietas Anoman 1

Varietas Anoman 1 berasal dari populasi *Tuxpeno sequia siklus enam* (*Tux.seq.C6*), introduksi dari CIMMYT, Meksiko, dilepas sebagai varietas komposit biji putih, toleran kekeringan, setelah dilakukan perbaikan genetik satu siklus/daur menjadi C7. Tahapan perakitan varietas adalah sebagai berikut:

- a. **Pembentukan famili.** Pada musim 1 famili dibentuk dari populasi *Tux.seq.C6* dengan metode kawin diri (*selfing*). Sebanyak 3000 biji populasi *Tux seq C6* ditanam di KP. Maros dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm, panjang plot 5,0 m. Setiap individu tanaman dibentuk famili kawin diri (*selfing*) sebanyak 400-500 S1, diseleksi tanaman sehat, tegap, sinkron masa berbunga. Saat panen dipilih tongkol sehat, kelobot tertutup rapat, barisan biji lurus, tekstur dan warna biji sama. Tongkol terpilih dikantong terpisah dipipil dan diberi kode *Tux.seq(S1)C6-1*; *Tux.seq(S1)C6-2*; *Tux.seq(S1)C6-3*;, *Tux.seq(S1)C6-250*.
- b. **Evaluasi dan rekombinasi famili.** Pada musim ke-2 famili S1 yang dibentuk pada musim 1 disusun dua set, masing-masing galur S1 diambil 30 biji/kantong. Total 256 famili S1 (termasuk 6 chek) dievaluasi pada dua lingkungan tumbuh sesuai denah 3, yaitu satu set di lahan kering kurang air dan satu set pada lahan berkelembaban normal. Perlakuan cekaman kering yaitu dengan menghentikan pemberian air pada saat tanaman memasuki fase berbunga (*tasseling*) (umur 50 hari) sampai panen. Pada lahan normal, tanaman tetap diairi sesuai kebutuhan tanaman. Seleksi menggunakan metode Fisher *et al.* (1981): Edmeages *et al.* (1992) yaitu menghitung indeks kering (IK), dengan formula:

$$IK = (Y_s/Y_n)/(Y_{sp}/Y_{np})$$

Y_s dan Y_n : hasil rata-rata famili dalam lingkungan kering dan normal
 Y_{sp} dan Y_{np} : hasil rata-rata populasi dalam lingkungan kering dan normal
Jika $IK > 1,0$ famili tergolong toleran kekeringan, dan $IK < 1,0$ tergolong rentan

Pada Tabel 2 terlihat bahwa terdapat 16 famili S1 yang mempunyai nilai $IK > 1,0$ untuk direkombinasi pada musim tanam ketiga guna meningkatkan siklus menjadi C7. Benih yang dihasilkan selanjutnya dievaluasi pada kegiatan UDH sampai UML yang kemudian menghasilkan varietas bersari bebas Anoman 1.

(3) Varietas Srikandi Kuning 1 dan Srikandi Putih 1

Varietas Srikandi Kuning 1 dan Srikandi Putih 1 merupakan varietas sintetik bersari bebas masing-masing tergolong jagung fungsional QPM berbiji kuning dan putih. Srikandi Kuning 1 berasal dari populasi S99TLYQ-AB biji

Tabel 2. Hasil biji famili S1 Tux.Seq.C6. yang terpilih pada kedua lingkungan tumbuh. MT. 2000.

Famili kawin diri (<i>Selfing</i>)	Hasil bobot biji (kg/ha)			
	Lingkungan tercekam	Lingkungan normal	Rata-rata	IK
<i>Tux.seq(S1)C.6-8</i>	3159	3762	3460	1,12
<i>Tux.seq(S1)C.6-16</i>	3473	3523	3498	1,32
<i>Tux.seq(S1)C.6-17</i>	4237	5585	4911	1,01
<i>Tux.seq(S1)C.6-24</i>	3449	3738	3593	1,23
<i>Tux.seq(S1)C.6-28</i>	3145	3698	3421	1,14
<i>Tux.seq(S1)C.6-44</i>	3672	4485	4078	1,09
<i>Tux.seq(S1)C.6-47</i>	3624	4156	3890	1,17
<i>Tux.seq(S1)C.6-51</i>	3378	3519	3448	1,28
<i>Tux.seq(S1)C.6-52</i>	3164	4150	3657	1,02
<i>Tux.seq(S1)C.6-57</i>	3297	4357	3827	1,01
<i>Tux.seq(S1)C.6-70</i>	3740	4771	4255	1,05
<i>Tux.seq(S1)C.6-82</i>	3105	3523	3314	1,18
<i>Tux.seq(S1)C.6-83</i>	3454	4682	4168	1,04
<i>Tux.seq(S1)C.6-84</i>	3359	3536	3447	1,27
<i>Tux.seq(S1)C.6-85</i>	3899	4679	4289	1,11
<i>Tux.seq(S1)C.6-144</i>	3786	4329	4057	1,17
Rataan famili superior	3508,8	4155,8	3823,3	
Rataan tingkat pop.C6	2974,7	3975,8	3475,3	
Kontrol (Pop.awal)	2775,0	3120,4	2947,7	
K.K (%)	14,1	18,5	-	
BNT 5%	875,2	995,5	-	

Sumber : Yasin dan Kasim (2001)

IK : indeks kering

kuning dan Srikandi Putih berasal dari S98TLWQ(F/D) biji putih. Metode dan prosedur perakitan varietas sama dengan tahapan pembentukan varietas Sukmaraga dan Anoman 1 (Gambar 3). Perbedaannya adalah tetua berasal dari galur generasi lanjut yang mempunyai daya gabung umum baik. Di samping itu, benih yang digunakan adalah hasil seleksi dari meja terang (*light table*), untuk memilih biji QPM (Gambar 1 dan Gambar 2) dan dilakukan pemeriksaan kandungan protein, lisin, dan triptofan. Kedua populasi dibandingkan dengan genotipe jagung normal/biasa. Hasilnya disajikan pada Tabel 3 untuk biji putih dan Tabel 4 untuk biji kuning, yang menunjukkan jagung QPM mengandung lisin dan triptofan lebih tinggi dibanding jagung biasa (non-QPM).

Tabel 3. Hasil analisis kandungan lisin dan triptofan sampel jagung QPM putih dan jagung non QPM.

Genotipe	Protein (%)	Lisin (%)	Triptofan (%)
QPM			
S98TLWQ (F/D) ¹⁾	10,44	0,410	0,087
POZA RICA 8563	10,00	0,460	0,086
POZA RICA 8763	10,38	0,471	0,088
non QPM			
PULUT	8,18	0,258	0,064
MS-2	8,28	0,256	0,062
BAYU	-	0,252	0,062

Sumber: Kasim *et al.* (2004)

Tabel 4. Hasil analisis kandungan lisin dan triptofan sampel jagung QPM kuning dan jagung non QPM.

Genotipe	Protein (%)	Lisin (%)	Triptofan (%)
QPM			
S99TLYQ-AB ²⁾	10,38	0,477	0,093
non QPM			
Bisma	8,22	0,275	0,065
Lamuru	8,49	0,278	0,064

Sumber: Kasim *et al.* (2004)

S98TLWQ (F/D): Srikandi Putih 1

S99TLYQ-AB: Srikandi Kuning 1

(4) Varietas Provit A1 dan Provit A2

Jagung fungsional kaya vitamin A atau *beta carotene* yang telah dilepas adalah varietas Provit A1 dan Provit A2. Kedua varietas berasal dari populasi introduksi CIMMYT, dilepas setelah mengalami uji daya adaptasi. Provit A1 berasal dari populasi Obatanpa(Pro-A)BC1C2-F2. Sebanyak 300 biji ditanam dan dilakukan silang balik (*back cross*) satu generasi (BC1) menjadi populasi C1, diseleksi dua siklus menjadi C1-C2. Pada status C2 dilakukan kawin diri atau *selfing* dua generasi (S2). Benih S2 diperbanyak di KP. Maros pada tahun 2007 dengan metode persilangan antartanaman (*sibbing*). Hasil perbanyakan dan seleksi benih selanjutnya digunakan dalam uji daya hasil dan uji multilokasi. Varietas Provit A2 berasal dari populasi KUI Carotenoid Syn dibentuk dari sejumlah galur yang mempunyai daya gabung baik, diperbanyak di KP. Maros dengan metoda persilangan antartanaman (*sibbing*). Hasil perbanyakan benih dan seleksi selanjutnya digunakan dalam pengujian untuk keperluan persyaratan pelepasan varietas. Kandungan

Tabel 5. Kandungan *beta carotene* jagung varietas Provita A1 dan Provita A2.

Genotipe	<i>Beta carotene</i> (ppm)	Kenaikan (%) terhadap	
		Sukmaraga	Srikandi Kuning 1
Provita A			
Provita A1	0,081	68	113
Zm305(Pro-A)BC2C1F2	0,103	144	171
Sam4(Pro-A)BC2C1F2	0,145	202	281
Provita A2	0,145	202	281
Carotenoid Syn (broad)	0,126	162	231
Carotenoid Syn-3	0,149	210	292
Carotenoid Syn-3 (broad)	0,058	20	52
Non-Provita A			
Sukmaraga	0,048		
Srikandi Kuning 1	0,038		

Sumber: BB Pascapanen (2009)

vitamin A kedua varietas diteliti di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian dan hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Varietas Hibrida

Beberapa pengertian yang perlu dipahami dalam perakitan varietas hibrida (*hybrid variety*) adalah:

1. Hibrida adalah biji turunan generasi pertama (F1) dari persilangan antartetua yang berbeda (galur atau varietas).
2. Kawin-diri (*selfing*) adalah penyerbukan bunga betina oleh pollen yang berasal dari tanaman yang sama. Tanaman dari populasi awal disilang atau *selfing* untuk memperoleh galur S1, jika galur S1 kembali di-*selfing* akan diperoleh galur S2, dan seterusnya.
3. Galur/inbrida (*inbred line*) adalah galur yang sudah homozigot, hasil kawin diri (*selfing*), paling kurang lima generasi. Vigor tanaman menurun dan keseragaman telah tercapai (*homozygosity*).
4. Depresi silang dalam (*inbreeding depression*) adalah turunnya vigor dan hasil galur inbrida akibat pengaruh *selfing*. *Depressi inbreeding* dapat dihitung dengan formula: $F = \frac{1}{2} (1 + F')$, F' : koefisien depresi generasi sebelumnya (Stoskopf 1993). Hallauer dan Miranda (1988) menghitung estimasi koefisien *inbreeding* pada setiap generasi dari famili jagung seperti tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Koefisien *inbreeding* famili yang dibentuk dengan berbagai persilangan pada tanaman jagung.

Generasi	Saudara kandung (FS)-F	Saudara tiri (HS)-F	Kawin diri (S)-F
0	0,000	0,000	0,000
1	0,000	0,000	0,500
2	0,125	0,250	0,750
3	0,219	0,375	0,875
4	0,305	0,500	0,938
5	0,381	0,594	0,969
6	0,448	0,672	0,984
7	0,509	0,734	0,992
10	0,654	0,859	0,999

Sumber: Hallauer dan Miranda (1988)

Semakin tinggi (mendekati 1,00) nilai koefisien *inbreeding* maka galur semakin homozigot/seragam dan hasil persilangan antara galur akan menunjukkan vigor maksimal jika kedua tetua pasangan bersifat heterotik
FS: full sib; HS: half sib; S: selfing; F: koefisien inbreeding

5. Hibrida nonkonvensional (*non conventional hybrids*). Hibrida berasal dari hasil persilangan generasi pertama (F1), tetapi salah satu tetuanya tidak berasal dari galur, contoh hibrida silang puncak (*top cross*): (A x Var)
 Var : varietas bersari bebas sebagai induk jantan
 A : galur inbrida sebagai induk betina
6. Hibrida konvensional (*conventional hybrids*), berasal dari hasil persilangan generasi pertama (F1) yang tetuanya adalah galur inbrida. Hibrida konvensional dapat dibedakan atas:
 - a. Hibrida silang tunggal (*single cross*): (A x B)
 A : Galur inbrida betina
 B : Galur inbrida jantan
 - b. Hibrida modifikasi silang tunggal (*modified single cross*): (A x A') x B
 A : Galur inbrida betina
 A' : Galur saudara betina (*sister line*) dari A
 B : Galur induk jantan
 - c. Hibrida silang tiga jalur (*three way cross*) : (A x B) x C
 A : Galur inbrida betina
 B : Galur inbrida jantan
 (A x B) : Hasil persilangan (F1) dijadikan induk betina untuk disilangkan dengan galur inbrida C sebagai induk jantan
 - d. Hibrida modifikasi silang tiga jalur (*modified three way cross*):
 (A x B) x (C x C')

- A : Galur inbrida betina
 B : Galur inbrida jantan
 (A x B): Hasil persilangan (F1) dijadikan induk betina untuk disilangkan dengan galur inbrida (C x C') sebagai induk jantan
 C': Galur inbrida saudara betina dari C
- e. Hibrida silang empat jalur (*double cross*): (A x B) x (C x D)
 A : Galur inbrida betina
 B : Galur inbrida jantan
 (A x B): Hasil persilangan (F1) dijadikan induk betina untuk disilangkan dengan hibrida (C x D) sebagai induk jantan
 C : Galur inbrida betina
 D : Galur inbrida jantan
- f. Hibrida silang uji (*test cross*): (A x T)
 A : Galur inbrida betina
 T : Galur inbrida tetua penguji sebagai induk jantan (*tester*)
7. Tetua penguji (*tester*) yaitu tetua yang digunakan sebagai pejantan dan mempunyai daya gabung umum yang baik. Fungsi tetua penguji adalah untuk mengetahui daya heterosis galur inbrida yang diuji.
8. Heterosis atau vigor hibrida (*hybrid vigor*) yaitu peningkatan vigor, pertumbuhan tanaman, termasuk ukuran peubah-peubah lain, dan hasil biji yang diperoleh dari F1 dibandingkan dengan tetua. Jika dibandingkan dengan rata-rata tetua disebut heterosis rata-rata tetua (*MPH: mid parent heterosis*), dan jika dibandingkan dengan tetua terbaik disebut heterosis tetua tertinggi (*BPH: best parent heterosis*), dapat diketahui dengan formula:

$$F_1 - \frac{(P_1 + P_2)}{2}$$

$$MPH = \frac{\frac{(P_1 + P_2)}{2}}{\frac{(P_1 + P_2)}{2}} \times 100\%$$

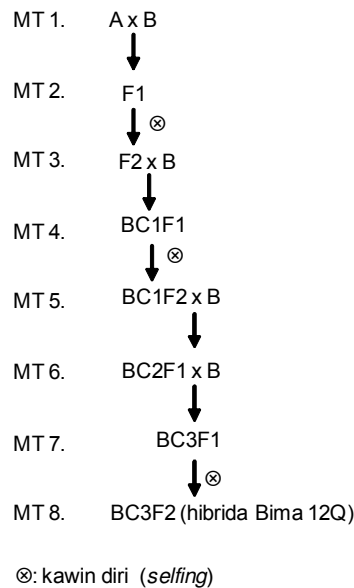
$$BPH = \frac{F_1 - P_1}{P_1} \times 100\%$$

P_i: tetua terbaik

Perakitan varietas hibrida jagung menggunakan varietas yang telah dilepas pada awal tahun 2000-an, yaitu jagung fungsional hibrida QPM berbiji kuning varietas Bima 12Q, Bima 13Q, hibrida Bima Provit A1, Bima Putih 1 dan Bima Putih 2 berbiji putih. Varietas tersebut dihasilkan dengan prosedur sebagai berikut:

(1) Hibrida Bima 12Q

Hibrida Bima 12Q dirakit dengan metode silang balik (*back cross*). Kedua tetua berasal dari hibrida jagung normal Bima 1 (MR4xMR14), disilang balik dengan galur donor yang berkualitas protein tinggi, yaitu galur yang mengandung gen *opaque 2*, CML161 dan CML165. Silang balik dilakukan tiga kali sampai generasi BC3F2.



Gambar 6. Kegiatan silang balik dalam memperoleh tetua kandidat hibrida Bima 12Q.

A: tetua donor, induk betina CML165 untuk MR14; CML161 untuk MR4
B: tetua berbalikan (*recurrent parent*), induk jantan MR14 dan MR4
⊗: kawin diri (*selfing*)

Prosedur perakitan varietas disajikan pada Gambar 6. Tetua donor CML161 dan CML165 dijadikan sebagai induk betina dan tetua jantan adalah Bima 1 (MR4 dan MR14). Generasi BC3F2 disilangkan dengan tetua yang telah mengandung gen *opaque-2* MR4Q x MR14Q untuk memperoleh F1 sebagai calon varietas Bima 12Q. Menurut Hallauer dan Miranda (1988), dan Stoskopf *et al.* (1993), metode silang balik dapat digunakan untuk pemindahan gen yang diinginkan dari donor ke tetua berbalikan (*recurrent parent*), kecuali gen untuk peningkatan hasil. Tahapan seleksi setiap generasi menggunakan meja terang (*light table*) dengan memilih biji *opaque* yang memiliki skor 2-4. Kriteria seleksi di atas meja terang menggunakan metode

Tabel 7. Kandungan asam amino entri QPM hasil konversi gen *opaque 2*.

Genotipe	Protein (%)	Lisin (%)	Triptofan (%)
Jagung biasa			
MR4 (betina)	12,45	0,335	0,064
MR14 (jantan)	12,70	0,388	0,079
MR4 x MR14 (F1:Bima-1)	12,31	0,291	0,058
Jagung QPM hasil konversi gen			
MR4Q (betina)	11,03	0,495	0,104
MR14Q (jantan)	11,47	0,417	0,085
MR4Q x MR14Q (F1:Bima 12Q)	11,05	0,524	0,110

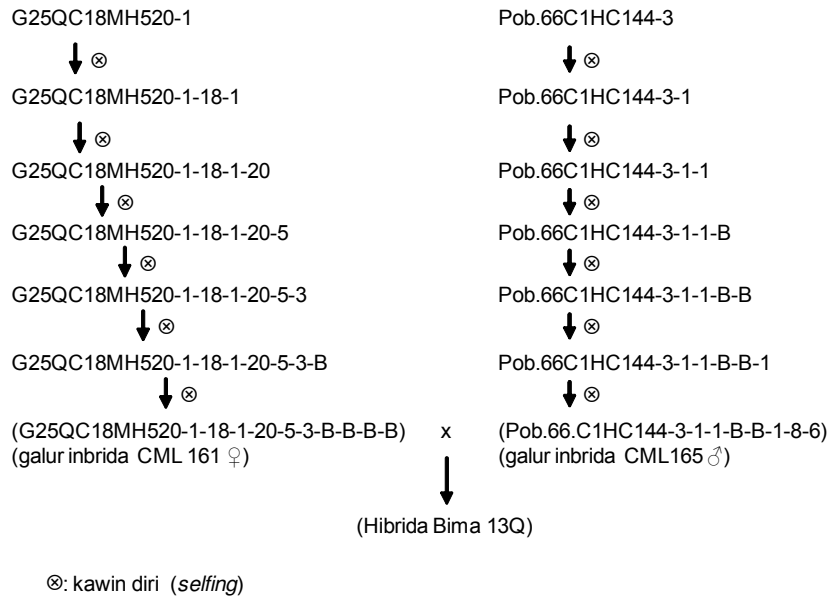
Sumber: CIMMYT (2007)

Pixley dan Bjarnason (1993, 1994), Bjarnason dan Vasal (1992). Skor 1 untuk biji jagung tembus cahaya/*translucent*, skor 2: 75% tembus cahaya (25% *opaque*), skor 3: 50% tembus cahaya (50% *opaque*), skor 4: 25% tembus cahaya (75% *opaque*), dan skor 5: buram penuh (100% *opaque*). Benih hasil konversi gen MR4Q dan MR14Q serta F1 dikirim ke CIMMYT. Hasil silang balik menunjukkan telah terjadi peningkatan kandungan lisin dan triptofan pada galur MR4Q dan MR14Q. Hal yang sama terjadi pada hasil persilangan F1 dibandingkan dengan hibrida jagung normal Bima-1. Analisis laboratorium menunjukkan bahwa galur MR4Q mempunyai kenaikan kadar lisin 47,7% dan triptofan 23,8% sedangkan MR14Q naik 7,5% dan 7,6%. Pada F1 (MR4Q x MR14Q), lisin naik 80,1% dan triptofan 89,6% (Tabel 7).

(2) Hibrida Bima 13Q

Bima 13Q dibentuk dari persilangan galur CML161 dan galur CML165. Kedua galur/tetua tergolong generasi lanjut berasal dari CIMMYT Meksiko. Galur CML161 adalah sebagai induk betina yang berasal dari populasi G25 siklus 18 dengan tipe biji mutiara (*flint*) dan umur panen 96-98 HST. Galur dibentuk melalui metode kawin diri (*selfing*) sampai S7, dilanjutkan dengan kawin diri dan di *bulk* sebanyak tiga generasi. Galur CML165 adalah sebagai induk jantan yang berasal dari populasi 66 siklus C1 dengan pedigree masing-masing disajikan pada Gambar 7.

Biji hibrida F1 dievaluasi pada UDH (uji daya hasil) sampai UML (uji multi-lokasi) di delapan lokasi sentra jagung pada MH dan MK dan ternyata hasil bijinya tinggi sehingga diajukan untuk dilepas sebagai hibrida silang tunggal QPM biji kuning.



Gambar 7. Proses pembentukan jagung hibrida Bima 13Q.

Tabel 8. Kandungan lisin Bima 12Q dan Bima 13Q serta ratio kenaikan dibanding Srikandi Kuning 1, Srikandi Putih 1, Bima 1 dan Bisi 2.

Genotipe	Kandungan lisin (%)	Kenaikan lisin (%)			
		Srikandi Kuning 1	Srikandi Putih 1	Bima 1	Bisi 2
Materi uji Jagung QPM					
MSQ.K1C0,3-1-1xMR14Q	0,47	2,17	30,56	62,07	34,29
MSQ.K1C0,8-1-1-1xMR14Q	0,39	-15,22	8,33	34,48	11,43
MSQ.K1C0,15-2-1-1xMR14Q	0,50	8,70	38,89	72,41	42,86
MR4Q x MR14Q (Bima 12Q)	0,52	13,04	44,44	79,31	48,57
MSQ.K1C0,14-4-2-1xMR14Q	0,51	0,11	41,67	75,86	45,71
MSQ.K1C0,22-1-1xMR14Q	0,44	-0,04	22,22	51,72	25,71
MSQ.K1C0,24-3-1-1xMR14Q	0,47	2,17	30,56	62,07	34,29
MSQ.K1C0,6-1-4xMR14Q	0,50	8,70	38,89	72,41	42,86
MSQ.K1C0,61-1-1xMR14Q	0,54	17,39	50,00	86,21	54,29
MSQ.K1C0,153-1-1xMR14Q	0,49	6,52	36,11	68,97	40,00
CML161 x CML165 (Bima 13Q)	0,46	0,00	27,78	58,62	31,43
Chek					
Srikandi Kuning 1	0,46	-	-	-	-
Srikandi Putih 1	0,36	-	-	-	-
Bima 1	0,29	-	-	-	-
Bisi 2	0,35	-	-	-	-

Sumber: CIMMYT (2007)

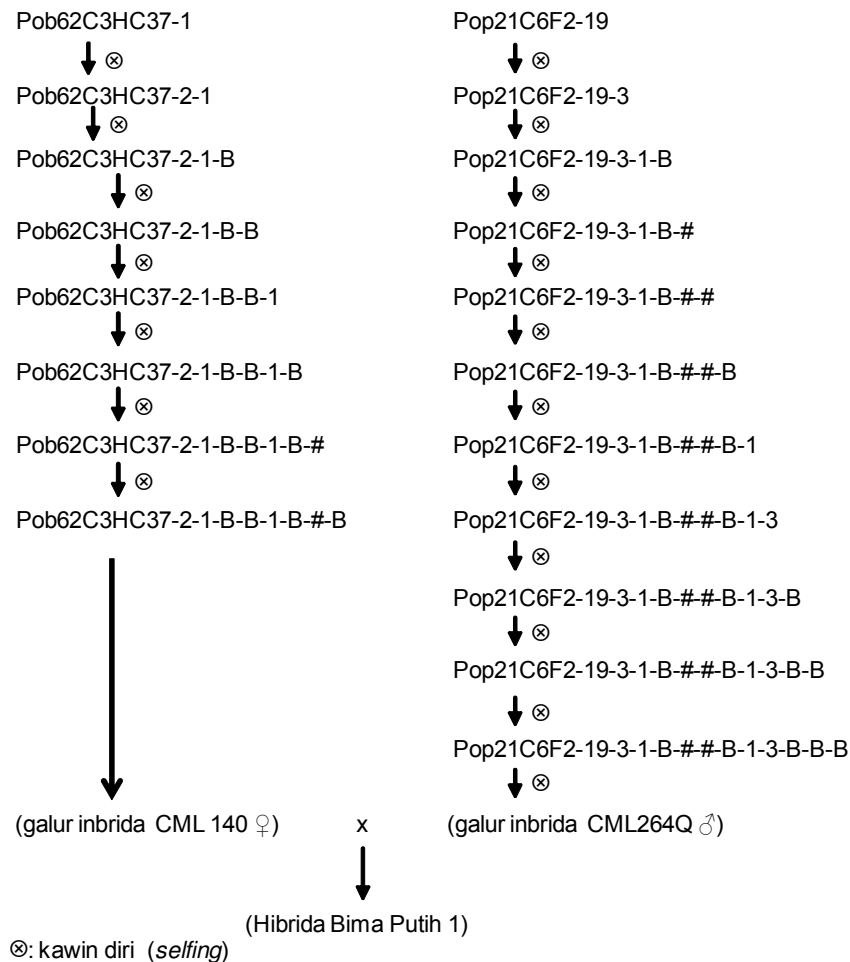
Tabel 9. Kandungan triptofan Bima 12Q dan Bima 13Q serta ratio kenaikan dibanding Srikandi Kuning 1, Srikandi Putih 1, Bima 1, dan Bisi 2.

Genotipe	Kandungan triptofan (%)	Kenaikan triptofan, % terhadap			
		Srikandi Kuning 1	Srikandi Putih 1	Bima 1	Bisi 2
Materi uji Jagung QPM					
MSQ.K1C0,3-1-1xMR14Q	0,10	66,67	42,86	100,00	66,67
MSQ.K1C0,8-1-1-1xMR14Q	0,09	50,00	28,57	80,00	50,00
MSQ.K1C0,15-2-1-1xMR14Q	0,09	50,00	28,57	80,00	50,00
MR4. x MR14Q (Bima 12Q)	0,11	83,33	57,14	120,00	83,33
MSQ.K1C0,14-4-2-1xMR14Q	0,12	100,00	71,43	140,00	100,00
MSQ.K1C0,22-1-1xMR14Q	0,08	33,33	14,29	60,00	33,33
MSQ.K1C0,24-3-1-1xMR14Q	0,11	83,33	57,14	120,00	83,33
MSQ.K1C0,6-1-4xMR14Q	0,12	100,00	71,43	140,00	100,00
MSQ.K1C0,61-1-1xMR14Q	0,11	83,33	57,14	120,00	83,33
MSQ.K1C0,153-1-1xMR14Q	0,09	50,00	28,57	80,00	50,00
CML161 x CML165 (Bima 13Q)	0,09	50,00	28,57	80,00	50,00
Chek					
Srikandi Kuning 1	0,06	-	-	-	-
Srikandi Putih 1	0,07	-	-	-	-
Bima 1	0,05	-	-	-	-
Bisi 2	0,06	-	-	-	-

Sumber: CIMMYT (2007)

(3) Hibrida Bima Putih 1

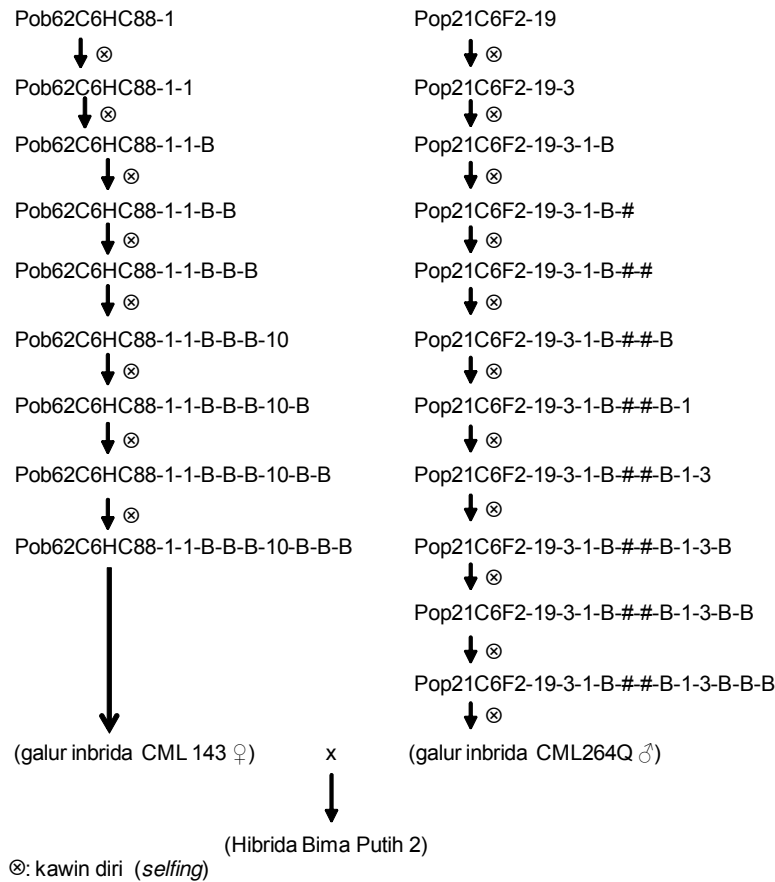
Hibrida Bima Putih 1 berbiji putih, merupakan hasil silang tunggal antara galur CML140 dengan galur CML264Q, hasil penelitian Balitsereal. Pedigri kedua galur inbrida berasal dari populasi 62 (Pob62C3H37-2 dan populasi 21 (Pop 21C6F2-19) hingga menghasilkan hibrida Bima Putih 1 (Gambar 8).



Gambar 8. Tahapan perakitan jagung hibrida Bima Putih 1.

(4) Hibrida Bima Putih 2

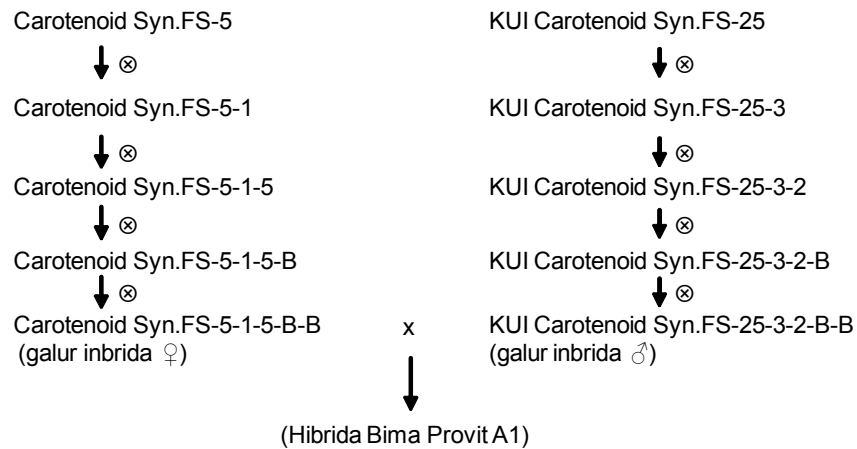
Hibrida Bima Putih 2 dibentuk dari persilangan inbrida CML143 dengan inbrida CML264Q. Inbrida CML143 berasal dari populasi 62.C6, disilangkan dengan pasangan heterotik populasi HC88. Populasi digalurkan (*selfing*) sebanyak sembilan generasi, tiga *selfing*, lima generasi disilang antartanaman (*sibbing*) + *bulk* dan generasi terakhir di *selfing* + *bulk* sebagai induk betina. Pejantan CML264Q hasil persilangan balik antara donor galur QPM CML176 (P63-12-21) sebagai induk betina dan tetua berbalikan (*recurrent parent*) galur normal CML264 (P57-5-1-1-1-2-B-B) sebagai induk jantan (Gambar 9).



Gambar 9. Tahapan perakitan jagung hibrida Bima Putih 2.

(5) Hibrida Bima Provit A1

Jagung hibrida silang tunggal Bima Provit A1 dilepas sebagai jagung fungsional yang mengandung vitamin A (*beta carotene*) tinggi. Induk betina berasal dari populasi Carotenoid Syn FS dan induk jantan dari populasi KUI Carotenoid Syn.FS. Galur inbrida dibentuk dari famili saudara kandung (*full sib*). Benih induk betina dari CIMMYT Meksiko digalurkan sebanyak lima generasi, tiga generasi dikawin diri (*selfing*), pada generasi keempat dan kelima dilakukan persilangan antartanaman (*sibbing*), kemudian biji di-*bulk*. Induk jantan berasal dari Kasessat University Thailand dengan nama populasi KUI Carotenoid Syn FS, digalurkan lima generasi dengan *selfing* dan pada famili S5 dilakukan *sibbing* + *bulk*. Pedigri galur inbrida masing-masing tetua Bima Provit A1 disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tahapan perakitan jagung hibrida varietas Bima Provit A1.

Penelitian terhadap kandungan vitamin A (*beta carotene*) dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian dan hasilnya disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan *beta carotene* jagung Provit A serta ratio kenaikan materi uji terhadap varietas jagung biasa.

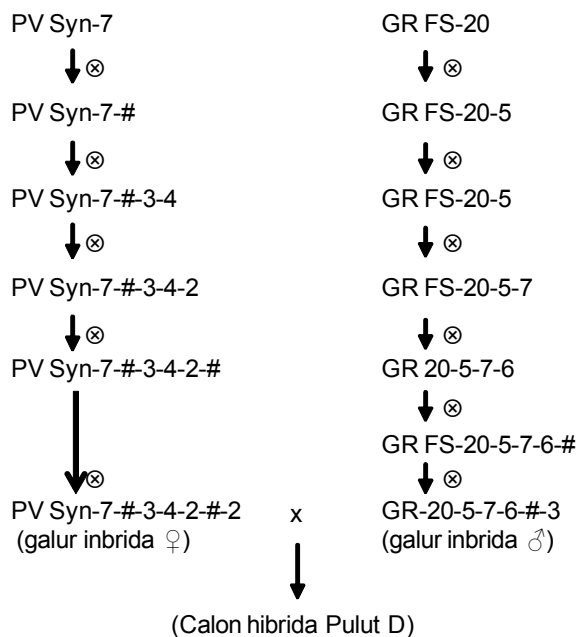
Genotipe	<i>Beta carotene</i> (ppm)	Ratio kenaikan beta carotene terhadap jagung biasa (%)		
		C7	Bisi 2	Sukmaraga
Materi uji Provit A				
Galur 08 x Galur 07	121,6	159,2	174,0	1168,9
Galur 10 x Galur 07	82,8	76,6	86,6	764,2
Galur 11 x Galur 07	83,1	77,3	87,4	767,6
Galur 02 x Galur 01	128,1	173,2	188,8	1237,4
Bima Provit A1	119,7	155,3	169,8	1149,5
Galur 01 x Galur 08	84,8	80,9	91,2	785,5
Chek (jagung biasa)				
C7	46,9	-		
Bisi-2	44,4	-		
Sukmaraga	9,6			

Sumber: BB. Pascapanen (2011)

(6) Calon Hibrida Pulut

Jagung pulut (*waxy corn*) termasuk jagung fungsional ditandai oleh kandungan amilosa rendah atau kurang dari 10%. Sejumlah galur inbrida yang telah mengalami kawin diri dan telah diseleksi termasuk tetua penguji (*tester*) menghasilkan pasangan inbrida yang heterotik. Pedigri salah satu calon hibrida silang tunggal dapat dilihat pada Gambar 11. Tetua betina berasal dari Vietnam dan tetua jantan dari plasma nutfah Gorontalo, potensi F1 mencapai 10,0 t/ha umur genjah, umur panen 85-90 hari, rasa tongkol muda enak dan gurih. Hasil analisis kandungan amilosa sebagai penciri jagung pulut dan nutrisi karbohidrat, lemak dan protein disajikan pada Tabel 11.

Hasil analisis kandungan amilosa menggunakan metode *Spektro* menunjukkan bahwa calon hibrida ini telah mencirikan jagung pulut dengan kandungan amilosa <10%. Sebagai pembanding adalah jagung putih biasa hibrida Bima Putih 1 dengan kandungan amilosa 21%. Kisaran perbedaan kandungan amilosa dari keenam kandidat calon hibrida pulut terhadap jagung putih biasa (Bima Putih 1) adalah 52,9-65,3%.



Gambar 11. Tahapan perakitan jagung hibrida pulut.

Tabel 11. Kandungan amilosa calon hibrida jagung pulut dan ratio penurunan materi uji terhadap varietas jagung putih biasa (Bima Putih 1).

Genotipe	Amilosa (%)	Ratio penurunan amilosa terhadap Bima Putih 1 (%)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Lemak (%)
Calon Hibrida Pulut A	7,65	62,7	71,53	11,36	5,56
Calon Hibrida Pulut B	7,92	61,4	71,48	10,72	6,06
Calon Hibrida Pulut C	7,13	65,3	70,82	11,29	6,27
Calon Hibrida Pulut D	7,36	64,2	72,68	7,49	7,34
Calon Hibrida Pulut E	7,82	61,9	73,46	8,12	6,51
Calon Hibrida Pulut F	9,77	52,9	74,34	8,80	5,66
Chek					
Bima Putih 1 (non pulut)	20,55	-	71,46	10,24	6,39
Pulut Paramita (Milik Swasta)	8,57	58,3	73,00	9,43	5,52
Pulut Lokal	7,97	61,2	73,24	9,68	5,54

Sumber: BB Pascapanen (2013)

Pulut A : PV Syn-1-4-3-#-4-# x tester

Pulut B : PV Syn-2-4-5-8-#-3 x tester

Pulut C : PV Syn-1-3-2-6-#-1 x tester

Pulut D : PV Syn-7-#-3-4-2-#-2 x tester

Pulut E : PV Syn-5-3-6-5-#-4 x tester

Pulut F : PV Syn-12-6-3-4-3-# x tester

Tester : GR-20-5-7-6-#-3

PV : Galur pulut asal Vietnam

GR : Galur pulut asal plasma nutfah Gorontalo

Daya Gabung Umum (DGU) dan Daya Gabung Spesifik (DGS)

Konsep DGU dan DGS sangat penting dalam program perakitan varietas hibrida. Hasil varietas hibrida maksimal dapat dicapai jika tetua merupakan galur generasi lanjut, homogenous, dan merupakan pasangan heterotik. Galur generasi lanjut dihasilkan dari kawin diri (*selfing*) sampai generasi >S5 dan telah melalui seleksi dan evaluasi. Pengujian DGU (*general combining ability*) dan DGS (*spesifik combining ability*) dapat mengetahui galur inbrida yang bersifat pasangan heterotik, yang akan menghasilkan hibrida unggul. Tetua galur inbrida atau varietas sebagai pejantan penguji DGU disebut *tester*. Galur generasi lanjut menghasilkan tanaman seragam karena adanya peningkatan homosigositas, dan apabila antara galur inbrida saling disilangkan dengan pasangan heterotik maka generasi F1 akan memberikan hasil maksimal. Sifat heterotik F1 dari tetua pembentuknya dapat dikaji dengan analisis DGU dan DGS.

DGU adalah nilai rata-rata keragaan galur dari kombinasi persilangan atau saling silang. Nilai DGU yang tinggi menunjukkan galur mempunyai kemampuan sebagai pejantan (*tester*) yang baik untuk disilangkan dengan

tetua betina, sedangkan DGU yang kecil memiliki daya gabung rendah jika disilangkan dengan galur lain. DGS adalah penampilan F1 dari persilangan antargalur dan dapat digunakan untuk mengetahui inbrida yang berpotensi hasil tinggi. Galur yang dirakit dari populasi dasar yang telah beradaptasi pada lingkungan tumbuhnya umumnya dapat menghasilkan galur generasi lanjut sebagai tetua calon hibrida (Yasin *et al.* 2002).

Konsep heterosis sangat penting dalam pembentukan hibrida. Heterosis adalah peningkatan karakter agronomis, komponen hasil, dan hasil biji dari hibrida (F1) dibanding tetuanya. Heterosis dibedakan atas *MPH* (*mid parent heterosis*), yakni peningkatan karakter F1 dibanding rata-rata tetuanya. Jika dibandingkan dengan tetua terbaik disebut *HPH* (*high parent heterosis*). Nilai heterosis tinggi dapat dicapai jika antartetua memiliki hubungan kerabat yang jauh. Pendugaan potensi dan penampilan tetua pada generasi F1 dapat dilakukan dengan analisis Griffing's (Singh and Chaudhary 1985). Menurut Stoskopf *et al.* (1993), perbedaan sifat dan variasi yang tinggi antargalur memudahkan seleksi untuk memperoleh pasangan heterotik guna merakit jagung hibrida. Hallauer dan Miranda (1985) mengemukakan bahwa galur generasi lanjut (>S5) mempunyai koefisien depresi silang dalam (*inbreeding*) mendekati 95% (Tabel 6). Dilaporkan oleh Yasin *et al.* (2007) bahwa galur yang telah mengalami depresi silang dalam sampai famili S2 dapat memberikan hasil 5,3 t/ha. Djamaluddin dan Yasin (2008) melaporkan bahwa karakter tinggi tanaman dan tinggi tongkol pada famili S2 mengalami depresi silang dalam 13-26% dan bobot biji 45-77%.

Griffing's (1956) membedakan tetua yang dilibatkan dalam analisis DGU dan DGS atas empat model yaitu:

- Model I : analisis melibatkan tetua (n), F1 [$n(n-1)/2$], dan persilangan timbal balik (*reciprocal*)
- Model II : menggunakan materi tetua dan F1
- Model III : F1 dan persilangan timbal balik
- Model IV : F1

Perhitungan db (derajat bebas) setiap model disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan derajat bebas (db) atas empat model analisis DGU dan DGS dari Griffing's.

Sumber keragaman	Model I	Model II	Model III	Model IV
DGU	p-1	p-1	p-1	p-1
DGS	$p(p-2)/2$	$p(p-1)/2$	$p(p-3)/2$	$p(p-3)/2$
Timbal balik	$p(p-1)/2$	-	$p(p-1)/2$	-

p: jumlah tetua (galur)

Berikut disajikan penerapan model II yang digunakan untuk merakit varietas fungsional jagung hibrida Bima Provit A1 serta untuk mengetahui MPH. Galur yang dievaluasi adalah:

- (P1) CML-300-B-B
- (P2) Carotenoid Syn3-FSB-4-6-B-B
- (P3) KUI Carotenoid Syn-FS17-3-2-B-B
- (P4) KUI Carotenoid Syn-FS25-3-2-B-B
- (P5) Carotenoid Syn3-FS5-1-5-B-B
- (P6) CML305-B-B

Analisis DGU dan DGS masing-masing bertujuan untuk menetapkan tetua jantan (*tester*) dan untuk pasangan terbaik yang dapat memberikan hasil F1 maksimal, sebagai calon hibrida silang tunggal. Kombinasi persilangan dari enam tetua adalah $C(6,2) = 15$ F1, ditambah enam tetua menjadi 21 materi genetik sebagai perlakuan. Penelitian dilaksanakan di KP Maros menggunakan rancangan acak kelompok dua ulangan. Sumber keragaman dan analisis DGU, DGS, db, dan mph masing-masing dihitung seperti disajikan pada formula berikut:

$$g_i = 1/(n+2)[\Sigma (y_{i.} + y_{.i}) - (2/n)y_{..}]$$

$$s_{ij} = y_{ij} - 1/(n+2)(y_{i.} + y_{.j}) + 2/(n+1)(n+2)y_{..}$$

$$db, DGS = p(p-1)/2, p \text{ (jumlah tetua)} = 6$$

$$F_1 = \frac{(P_1 + P_2)}{2}$$

$$MPH = \frac{(P_1 + P_2)}{\frac{(P_1 + P_2)}{2}} \times 100\%$$

- g_i = penduga daya gabung umum
- s_{ij} = penduga daya gabung spesifik
- n = jumlah entri (tetua dan F1) = 21
- $y_{i.j}$ = rata-rata hasil galur/tetua di antara F1 ke-i, j
- $y_{.i}$ = rata-rata hasil galur diagonal k-i
- MPH = *mid parent heterosis* (heterosis nilai tengah)
- F1 = hasil persilangan P_i, j
- P_i, j = hasil tetua ke-i, j dimana $i \neq j$

Analisis dilakukan dengan program MSTATC terhadap data peubah hasil biji masing-masing entri (perlakuan) sesuai data pada Tabel 13. Hasil analisis dicantumkan pada Tabel 14. Terlihat bahwa sumber keragaman genotipe berpengaruh nyata, yang dapat diartikan diantara tetua dan persilangan (F1) terdapat perbedaan sangat nyata untuk peubah hasil. Tahapan

Tabel 13. Hasil biji 21 entri, model II Griffing's untuk pengujian daya gabung (DGU dan DGS) jagung carotenoid, Maros, MT 2011.

No	Genotipe	Hasil biji (t/ha)		Jumlah	Rata-rata
		I	II		
1	(P1). CML-300-B-B	1,76	1,40	3,16	1,58
2	(P2). Carotenoid Syn3-FSB-4-6-B-B	2,82	2,50	5,32	2,66
3	(P3). KUI Carotenoid Syn-FS17-3-2-B-B	2,40	1,60	4,00	2,00
4	(P4). KUI Carotenoid Syn-FS25-3-2-B-B	3,60	3,30	6,90	3,45
5	(P5). Carotenoid Syn3-FS5-1-5-B-B	2,56	3,00	5,56	2,78
6	(P6). CML305-B-B	2,70	3,06	5,76	2,88
7	(P1) x (P2)	6,37	5,55	11,92	5,96
8	(P1) x (P3)	7,00	7,90	14,90	7,45
9	(P1) x (P4)	9,74	10,00	19,74	9,87
10	(P1) x (P5)	11,02	10,50	21,52	10,76
11	(P1) x (P6)	10,00	10,48	20,48	10,24
12	(P2) x (P3)	9,52	9,24	18,76	9,38
13	(P2) x (P4)	8,50	8,76	17,26	8,63
14	(P2) x (P5)	9,75	8,25	18,00	9,00
15	(P2) x (P6)	9,85	9,15	19,00	9,50
16	(P3) x (P4)	10,73	10,15	20,88	10,44
17	(P3) x (P5)	9,50	10,50	20,00	10,00
18	(P3) x (P6)	10,50	9,50	20,00	10,00
19	(P4) x (P5)	10,40	12,06	22,46	11,23
20	(P4) x (P6)	12,10	10,90	23,00	11,50
21	(P5) x (P6)	10,96	10,52	21,48	10,74
Jumlah		161,78	158,32	320,32	

KK: 7,29%

P1, P2, P3, P4, P5, P6: galur hibrida (tetua)

Sumber: Yasin *et al.* 2012

Tabel 14. Nilai kuadrat tengah dari analisis keragaman tetua dan persilangan antartetua F1.

Sumber keragaman	Db	J, K,	K, T
Genotipe	20	494,359	24,7179**
Blok	1	0,285	0,2852
Galat	20	6,189	0,3094
Total	41		

KK: 7,29%

**) : nyata pada taraf 1%

$F_{\text{tabel } 5\%(1,20)} = 4,35$

$F_{\text{tabel } 5\%(20,20)} = 2,12$

$F_{\text{tabel } 1\%(1,20)} = 8,10$

$F_{\text{tabel } 1\%(20,20)} = 2,94$

selanjutnya adalah analisis DGU dan DGS, disajikan pada Tabel 15. Jika peubah menunjukkan pengaruh tidak nyata, maka analisis DGU dan DGS tidak dilanjutkan. Nilai kuadrat tengah dari sumber keragaman dan derajat bebas (db) disajikan pada Tabel 15. Pada penelitian ini hipotesis yang diajukan adalah $H_0: \mu_i = 0$ vs $H_1: \mu_i \neq 0, \mu_i = 1, 2, 3, \dots, 21$ (μ : nilai tengah umum, hasil biji).

Analisis menunjukkan bahwa pengaruh genotipe sangat nyata terhadap hasil biji. Analisis DGU dan DGS dengan Model II Griffing's dilanjutkan untuk mengetahui diantara keenam galur yang dapat dijadikan sebagai tetua penguji (*tester*). Hasil analisis DGU dan DGS disajikan pada Tabel 15. Terdapat pengaruh sangat nyata pada pendugaan nilai DGU dan DGS. Pengaruh nyata pada DGU dapat diartikan bahwa diantara enam galur dapat diperoleh tetua jantan (*tester*) untuk perakitan hibrida silang tunggal, yaitu dengan menghitung nilai total koefisien DGU tertinggi. Galur dengan DGU nilai tertinggi pada deretan diagonal utama yaitu galur P4 (KUI Carotenoid Syn-FS25-3-2-B-B) dengan nilai 6,90. Galur ini dapat dijadikan tetua penguji perakitan hibrida jagung fungsional Provit A, Calon hibrida yang ditunjukkan pada Tabel 16 dipilih berdasarkan nilai tertinggi di luar diagonal utama, yaitu (P6 x P4) atau (CML305-B-B) x (KUI Carotenoid Syn-FS25-3-2-B-B), dengan nilai 23,0. Data ini dapat diartikan bahwa pasangan (P6 x P4) adalah pasangan galur heterotik terbaik yang dapat memberikan hasil maksimal dibanding pasangan galur lain (Tabel 16).

Tabel 15. Nilai kuadrat tengah dari analisis keragaman persilangan diallel metode Griffing's Model II, KP Maros 2009.

Sumber keragaman	Db	J, K,	K, T
Daya Gabung Umum (D,G,U)	5	33,053	6,6106**
Daya Gabung Spesifik (D,G,S)	15	461,305	30,7537**
Galat	20	6,189	0,3094

** : nyata pada taraf 1%

Tabel 16. Pengaruh DGU (diagonal) dan DGS (dibawah diagonal) peubah hasil biji dari persilangan diallel Model Griffing's II.

♀/♂	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)	(P5)	(P6)
(P1)	3,16	-	-	-	-	-
(P2)	11,92	5,32	-	-	-	-
(P3)	14,90	18,76	4,00	-	-	-
(P4)	19,74	17,26	20,88	6,90	-	-
(P5)	21,52	18,00	20,00	22,46	5,56	-
(P6)	20,48	19,00	20,00	23,00	21,48	5,76
	94,88	95,58	102,54	117,14	114,58	115,48

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini sesuai dengan penelitian Karunarathne dan Suriyagoda (2008) bahwa analisis DGU dan DGS pada tujuh galur QPM memberikan pengaruh nyata pada peubah hasil biji, dan nilai DGU tertinggi dapat dijadikan tetua penguji pada perakitan jagung hibrida. Fan *et al.* (2005) melaporkan bahwa galur CML166 asal populasi Pop,61 menghasilkan nilai DGU tertinggi pada peubah hasil dan dijadikan sebagai tetua penguji. Subekti *et al.* (2007) melaporkan bahwa hasil analisis enam galur yang disaling silang secara timbal balik menghasilkan DGU dan DGS nyata untuk ketahanan terhadap penyakit bakteri busuk batang. Dilaporkan Yasin *et al.* (2008) bahwa terdapat pengaruh nyata DGU pada lima galur generasi lanjut jagung QPM, Pada Tabel 13 ditunjukkan bahwa hasil tertinggi diperoleh dari persilangan (P4) x (P6) dan (P4) x (P5) masing-masing 11,50 t/ha dan 11,23 t/ha. Pabendon *et al.* (2010) melaporkan galur CML161 dan CML164 mempunyai daya gabung yang baik sebagai tetua penguji, menghasilkan 9,0-10,0 t/ha setelah disilangkan dengan MR10. Hasil F1 terbaik (P4 x P6) pada penelitian ini seiring dengan analisis DGS seperti disajikan pada Tabel 16, bahwa nilai DGS tertinggi 23,0 untuk (P4 x P6). Hal ini diartikan bahwa induk (tetua) P4 dan P6 merupakan calon hibrida terbaik diantara kombinasi yang lain, untuk jagung Provit-A.

Nilai tengah heterotis (MPH) disajikan pada Tabel 17 dan terlihat bahwa F1 dari hasil silang (P1 x P6) menunjukkan angka tertinggi, disusul (P3 x P5) dan (P2 x P3) masing-masing 359,2%, 318,4% dan 302,6%. Analisis menunjukkan bahwa daya gabung diantara keenam galur yang dievaluasi terdapat paling kurang satu calon silang tunggal yang potensi hasilnya berbeda antara satu dengan lain, dan terlihat bahwa (P1 x P2) merupakan pasangan tidak heterotik dengan nilai MPH rendah, yaitu 181,1%, Pasangan lainnya yang diduga bukan pasangan heterotik ditunjukkan oleh nilai MPH rendah (P1 x P2), (P2 x P4), dan (P3 x P4). Hal ini sesuai dengan peubah bobot biji yang diperoleh dari nilai MPH terendah (P1 x P2) yaitu 5,96 t/ha (Tabel 13). Hasil penelitian Yasin *et al.* (2008) menunjukkan bahwa nilai DGU tertinggi dari galur generasi lanjut (MR14Q) dan bernilai positif dapat dijadikan tetua penguji dalam perakitan hibrida QPM. Godawat *et al.* (2008) melaporkan bahwa pada lingkungan tertentu terdapat nilai negatif dari analisis heterosis (-44,05 dan -75,14), yaitu persilangan antargalur di lingkungan tumbuh yang tercekam kekeringan. Pada penelitian DGU dan DGS di Maros pada lingkungan tumbuh optimal, diperoleh kisaran hasil tetua (galur P1 sampai P6) 1,58-3,45 t/ha, sedangkan hibrida F1 dari silang tunggal berkisar antara 5,96-11,50 t/ha. Hasil tertinggi > 11,0 t/ha diperoleh dari pasangan induk betina P4 (KUI Carotenoid syn-FS25-3-2-B-B) dengan induk jantan masing-masing P5 (Carotenoid Syn3-FS5-1-5-B-B) dan P6 (CML305-B-B).

Tabel 17. Nilai heterosis (MPH) peubah hasil bobot biji dari persilangan diallel F1.

	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)	(P5)	(P6)
(P1)	-	181,13	316,20	292,84	393,58	359,19
(P2)	-	-	302,57	182,49	230,88	242,96
(P3)	-	-	-	283,12	318,41	309,84
(P4)	-	-	-	-	260,51	263,35
(P5)	-	-	-	-	-	279,50
(P6)	-	-	-	-	-	-

Peubah utama untuk dapat mendukung hasil biji maksimal adalah peubah ASI (*anthesis silking interval*), yakni selisih umur (hari) berbunga betina dan jantan. Menurut Kasim *et al.* (2002), nilai ASI antara 0-4 hari pada famili S3 masih dapat memberikan hasil 4,0 t/ha, rendamen 80,0%. Semakin kecil nilai ASI semakin baik dalam mendukung hasil biji tinggi. Analisis MPH disajikan pada Tabel 17. Analisis diawali dengan memisahkan bobot biji (t/ha) antara setiap tetua dan pasangan F1 dari Tabel 13 yaitu:

P1: 1,58 P3: 2,00 P5: 2,78
P2: 2,66 P4: 4,45 P6: 2,88
P1xP2: 5,96 P2xP3: 9,38 P3xP4 : 10,44 P4xP5: 11,23
P1xP3: 7,45 P2xP4: 8,63 P3xP5: 10,00 P4xP6: 11,50
P1xP4: 9,88 P2xP5: 9,00 P3xP6: 10,00 P5xP6: 10,74
P1xP5: 10,76 P2xP6: 9,50
P1xP6: 10,24

Analisis formula MPH :

$$MPH = \frac{F_1 - \frac{(P_1 + P_2)}{2}}{\frac{(P_1 + P_2)}{2}} \times 100\%$$

MPH = *mid parent heterosis* (heterosis nilai tengah)

F1 = hasil persilangan P_{i,j}

P_{i,j} = hasil tetua ke-i, j dimana i ≠ j

Diperoleh hasil analisis MPH sesuai pada Tabel 17.

TAHAPAN ANALISIS DATA DALAM PROSES PERAKITAN VARIETAS

Pemakaian rancangan percobaan dan analisis statistik data sangat berperan dalam penyiapan usulan pelepasan varietas. Berikut ini disajikan tahapan percobaan dan analisis data jagung fungsional. Rancangan percobaan yang digunakan adalah:

- a. Rancangan latis sederhana (*simple lattice design*)
- b. Rancangan acak kelompok (*randomized complete block design*)
- c. Analisis stabilitas hasil (*yield stability analysis*)

Analisis data dapat dilakukan dengan program MSTATC (Nissen 1990). Keluaran data dan analisis disajikan pada lampiran. Analisis stabilitas hasil berdasarkan metode Eberhart dan Russel (1966), dan Perkins serta Jink's menggunakan formula dalam EXCEL.

Rancangan Latis Sederhana

Rancangan latis sederhana adalah rancangan tidak lengkap (*incomplete blok design*), digunakan untuk mengevaluasi famili/genotipe dengan jumlah >20 . Perakitan jagung fungsional untuk evaluasi famili menggunakan rancangan latis sederhana dua ulangan, karena entri yang diuji lebih dari 20. Gomez dan Gomez (1984) serta Cochran dan Cox (1957) menguraikan bahwa rancangan tidak lengkap lebih akurat dan efisien apabila perlakuan lebih 20 dibanding rancangan lengkap (*complete block design*) atau rancangan acak kelompok (RAK). Akan tetapi Snedecor (1946) menyarankan perlakuan sebanyak 20 tetap dapat digunakan rancangan *complete block design*. Winner (1971) mengemukakan bahwa penelitian pada lahan luas ($>0,5$ ha) jika jumlah perlakuan >500 entri, harus dipecah dengan menempatkan perlakuan pada blok-blok untuk setiap ulangan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi variasi antarblok dan galat percobaan yang sulit dikontrol. Efisiensi rancangan latis terhadap rancangan acak kelompok dapat ditelusuri pada analisis sidik ragam dan jika efisiensi $<100,0$ maka rancangan latis tidak lebih efisien dibanding rancangan acak kelompok. Rancangan latis sederhana terbagi atas dua model yaitu:

- (1) *Lattice Square* dengan jumlah genotipe sebanyak kuadrat (t^2) ukuran blok= b adalah akar dari jumlah genotipe yang dievaluasi atau $b = \sqrt{t}$. Jika jumlah genotipe yang akan dievaluasi 400 ($b = \sqrt{400} = 20$) maka jumlah blok = 20 dalam satu ulangan.
- (2) *Rectangle*, jumlah genotipe merupakan perkalian (txk). Jika genotipe yang akan dievaluasi 500 (20×25) maka jumlah blok adalah 20 atau 25 dalam satu ulangan.

Teknis pengacakan dan denah penelitian terdiri atas tiga tahap yaitu:

- (a) pengacakan ulangan
- (b) pengacakan blok dalam setiap ulangan
- (c) pengacakan genotipe dalam setiap blok

Model rancangan latis sederhana:

$$Y_i = \mu + \beta_i + \tau_j + \alpha_k + \varepsilon_{ijk} + \gamma_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_i : hasil pengamatan setiap peubah

μ : nilai tengah umum

β : blok, τ : ulangan, α_k dan γ_l : pengaruh genotipe (famili) tak terkoreksi (*unadjusted*) dan terkoreksi (*adjusted*)

ε_{ijk} , ε_{ijkl} = pengaruh sisa I (*intra block error*) dan sisa II (*effective error*).

Model rancangan latis sederhana telah digunakan oleh Barreto *et al.* (1992) pada program pemuliaan jagung untuk evaluasi famili di CIMMYT. Penerapan rancangan latis dua ulangan dilaksanakan untuk genotipe jagung di Balitsereal Maros, yaitu evaluasi famili/galur, populasi, dan F1 pada penelitian UDHP dan UDHL untuk seleksi genotipe hibrida Bima Putih 1. Rancangan dianalisis dengan program MSTATC (Nissen 1990).

UDHP (uji daya hasil pendahuluan). Penerapan rancangan latis sederhana dua ulangan (8 x 8 x 2) pada UDHP untuk kegiatan seleksi hibrida biji putih Bima Putih 1. Sebanyak 64 genotipe, termasuk pembanding, diacak pada delapan subblok untuk dua ulangan. Peubah bobot biji (kadar air 15%) disajikan pada Tabel 18 dan hasil analisis pada Tabel 19. Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan menggunakan uji BNT terdapat pengaruh nyata dari genotipe yang dievaluasi dan lebih tinggi hasilnya dari genotipe pembanding (Tabel 20).

Lanjutan analisis dengan uji BNT disajikan pada Tabel 20 yang menunjukkan terdapat 13 genotipe yang bobot bijinya lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding genotipe pembanding a1 (6,78 t/ha). Hal ini dapat diartikan bahwa terdapat genotipe/kandidat untuk dilakukan uji lanjut (UDHL) untuk menghasilkan varietas.

UDHL (uji daya hasil lanjutan). Penelitian dilanjutkan dengan menggunakan 25 genotipe terbaik dari hasil UDHP termasuk pembanding, dua ulangan (5 x 5 x 2). Sebanyak 25 genotipe diacak pada lima subblok untuk setiap ulangan. Data hasil biji disajikan pada Tabel 21, dan analisis keragaman disajikan pada Tabel 22. Terdapat pengaruh nyata dari genotipe yang diuji. Hasil biji beberapa genotipe lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding genotipe pembanding. Analisis uji lanjut dengan BNT disajikan pada Tabel 23 dan ditunjukkan bahwa penggunaan rancangan latis sederhana lebih efisien 26,9% dibanding rancangan acak kelompok.

Tabel 18. Penerapan rancangan latis sederhana (8 x 8 x 2) untuk UDHP genotipe jagung, karakter peubah bobot biji. KP. Maros MT 2008.

Rep	Blok	Kode genotipe	No. plot	Hasil (t/ha)	Rep	Blok	Kode genotipe	No. plot	Hasil (t/ha)
1	1	a41	1	8,55	1	5	a45	33	9,63
1	1	a33	2	8,42	1	5	a61	34	8,60
1	1	a57	3	6,50	1	5	a53	35	7,40
1	1	a49	4	7,58	1	5	a37	36	9,61
1	1	a17	5	6,82	1	5	a21	37	8,10
1	1	a25	6	7,40	1	5	a29	38	9,95
1	1	a1	7	5,00	1	5	a13	39	9,50
1	1	a9	8	7,55	1	5	a5	40	7,60
1	2	a42	9	8,00	1	6	a46	41	7,50
1	2	a58	10	10,25	1	6	a62	42	4,50
1	2	a50	11	9,40	1	6	a54	43	8,60
1	2	a34	12	11,62	1	6	a38	44	9,43
1	2	a18	13	10,00	1	6	a22	45	10,41
1	2	a26	14	6,50	1	6	a30	46	6,50
1	2	a10	15	4,41	1	6	a14	47	8,49
1	2	a2	16	4,00	1	6	a6	48	6,88
1	3	a43	17	9,40	1	7	a47	49	9,60
1	3	a59	18	11,59	1	7	a63	50	7,58
1	3	a51	19	10,50	1	7	a55	51	4,00
1	3	a35	20	9,00	1	7	a39	52	10,75
1	3	a19	21	9,24	1	7	a23	53	7,00
1	3	a27	22	5,05	1	7	a31	54	8,12
1	3	a11	23	8,50	1	7	a15	55	4,65
1	3	a3	24	6,95	1	7	a7	56	7,55
1	4	a44	25	9,00	1	8	a48	57	6,00
1	4	a60	26	9,40	1	8	a64	58	6,42
1	4	a52	27	4,60	1	8	a56	59	8,80
1	4	a36	28	9,50	1	8	a40	60	9,25
1	4	a20	29	11,25	1	8	a24	61	9,82
1	4	a28	30	4,00	1	8	a32	62	9,35
1	4	a12	31	9,44	1	8	a16	63	9,00
1	4	a4	32	6,40	1	8	a8	64	7,82
2	1	a57	65	7,70	2	5	a53	97	5,90
2	1	a33	66	9,62	2	5	a61	98	6,75
2	1	a1	67	8,55	2	5	a13	99	8,45
2	1	a49	68	9,40	2	5	a37	100	6,80
2	1	a41	69	7,45	2	5	a45	101	8,90
2	1	a17	70	8,50	2	5	a21	102	9,45
2	1	a9	71	7,50	2	5	a5	103	6,80
2	1	a25	72	8,72	2	5	a29	104	7,35
2	2	a50	73	7,40	2	6	a54	105	6,20
2	2	a58	74	9,22	2	6	a62	106	5,50
2	2	a10	75	5,70	2	6	a14	107	6,00
2	2	a34	76	9,80	2	6	a38	108	11,40
2	2	a42	77	7,54	2	6	a46	109	5,80
2	2	a18	78	7,46	2	6	a22	110	8,55
2	2	a2	79	5,50	2	6	a6	111	5,90
2	2	a26	80	8,64	2	6	a30	112	7,45
2	3	a51	81	12,20	2	7	a55	113	4,25

Tabel 18. Lanjutan.

Rep	Blok	Kode genotipe	No. plot	Hasil (t/ha)	Rep	Blok	Kode genotipe	No. plot	Hasil (t/ha)
2	3	a59	82	10,93	2	7	a63	114	4,65
2	3	a11	83	9,00	2	7	a15	115	7,00
2	3	a35	84	7,50	2	7	a39	116	11,50
2	3	a43	85	8,45	2	7	a47	117	10,15
2	3	a19	86	7,50	2	7	a23	118	8,75
2	3	a3	87	7,50	2	7	a7	119	9,00
2	3	a27	88	4,40	2	7	a31	120	9,52
2	4	a52	89	5,75	2	8	a56	121	9,20
2	4	a60	90	11,40	2	8	a64	122	5,30
2	4	a12	91	7,50	2	8	a16	123	6,50
2	4	a36	92	8,48	2	8	a40	124	11,50
2	4	a44	93	8,10	2	8	a48	125	8,90
2	4	a20	94	9,80	2	8	a24	126	11,50
2	4	a4	95	8,05	2	8	a8	127	6,00
2	4	a28	96	8,55	2	8	a32	128	7,50

Sumber : Yasin *et al.* (2010)

Ket. Rep : ulangan 1-2, blok : 1- 8

Famili/genotipe: a1 – a64

Plot : 1-128

Tabel 19. Analisis keragaman rancangan latis sederhana (8 x 8 x 2)
untuk karakter peubah bobot biji jagung.

Sumber keragaman	d.b	J. K	K. T.
Ulangan	1	0,034	0,034
Genotipe			
- tak terkoreksi	63	362,996	5,762**
- terkoreksi	63	362,996	5,762**
Blok dalam ulangan	8	35,599	2,554
Galat			
- efektif	49	70,085	1,430
- RAK	63	98,763	1,568
- intra blok	49	62,164	1,289
Total	127	461,794	

** : nyata pada taraf 1%

K.K: 14,91%

BNT5%: 2,403

BNT 1%: 3,205

Efisiensi Rancangan Latis terhadap RAK: 109,60

Tabel 20. Penerapan uji BNT genotipe jagung putih, terkoreksi terhadap bobot biji dari rancangan latis sederhana (8 x 8 x 2), data diambil dari peubah bobot biji.

No.	Kode genotipe	Hasil (t/ha)	No	Kode genotipe	Hasil (t/ha)	No.	Kode genotipe	Hasil (t/ha)
1	a55	4,13	23	a48	7,45	45	a21	8,78
2	a27	4,73	24	a9	7,53	46	a31	8,82
3	a2 (cek)	4,75	25	a26	7,57	47	a43	8,93
4	a62	5,00	26	a17	7,66	48	a13	8,98
5	a10	5,06	27	a61	7,68	49	a56	9,00
6	a52	5,18	28	a16	7,75	50	a33	9,02
7	a15	5,83	29	a42	7,77	51	a36	9,04
8	a64	5,86	30	a23	7,88	52	a45	9,27*
9	a63	6,12	31	a41	8,00	53	a22	9,48*
10	a28	6,28	32	a25	8,06	54	a58	9,74*
11	a6	6,39	33	a37	8,21	55	a47	9,88**
12	a53	6,65	34	a35	8,25	56	a40	10,38**
13	a46	6,65	35	a7	8,28	57	a60	10,40**
14	a1 (cek)	6,78	36	a19	8,37	58	a38	10,42**
15	a8	6,91	37	a50	8,40	59	a20	10,53**
16	a30	6,98	38	a32	8,43	60	a24	10,66**
17	a57	7,10	39	a12	8,47	61	a34	10,71**
18	a5	7,20	40	a49	8,49	62	a39	11,13**
19	a4	7,23	41	a44	8,55	63	a59	11,26**
20	a3	7,23	42	a29	8,65	64	a51	11,35**
21	a14	7,25	43	a18	8,73			
22	a54	7,40	44	a11	8,75			

* . nyata pada taraf 5% terhadap cek terbaik genotipe a1

** : nyata pada taraf 1% terhadap cek terbaik genotipe a1

BNT 5% : 2,400

BNT 1% : 3,201

Kode entri 52-64 terpilih (*selected*)

Pada Tabel 22 dapat diketahui nilai F hitung genotipe untuk rancangan latis sederhana 4,42 dan RAK 2,48 sehingga peluang menolak hipotesis H_0 lebih besar pada rancangan latis sederhana dibanding RAK walaupun pada kedua model rancangan diperoleh $F_{hitung} > F_{Tabel}$.

Pada Tabel 23 terdapat 14 genotipe yang lebih tinggi hasilnya dibanding genotipe pembanding terbaik b1 (7,72 t/ha) dan dapat dipilih untuk uji multilokasi (UML). Pada Tabel 23 terlihat hanya satu genotipe yang berbeda nyata terhadap b1 yaitu b17 (9,94 t/ha).

Tahapan akhir untuk kegiatan pelepasan varietas adalah uji kandidat genotipe dengan menggunakan RAK pada minimal delapan lokasi selama dua musim (MH dan MK).

Tabel 21. Penerapan rancangan latis sederhana (5 x 5 x 2) untuk UDHL genotipe jagung putih, karakter peubah bobot biji. Maros, MT 2009.

Rep	Blok	Kode genotipe	Plot	Hasil (t/ha)	Rep	Blok	Kode genotipe	Plot	Hasil (t/ha)
1	1	b1	1	7,20	2	1	b5	26	8,75
1	1	b7	2	9,30	2	1	b9	27	5,80
1	1	b11	3	10,00	2	1	b13	28	5,75
1	1	b15	4	6,00	2	1	b18	29	9,55
1	1	b4	5	9,20	2	1	b23	30	5,83
1	2	b10	6	8,30	2	2	b15	31	8,69
1	2	b14	7	7,50	2	2	b10	32	6,95
1	2	b19	8	8,50	2	2	b25	33	8,65
1	2	b24	9	7,50	2	2	b16	34	9,55
1	2	b17	10	9,85	2	2	b4	35	8,00
1	3	b20	11	9,35	2	3	b7	36	7,45
1	3	b25	12	9,30	2	3	b11	37	8,75
1	3	b12	13	7,00	2	3	b19	38	8,85
1	3	b18	14	7,95	2	3	b21	39	8,25
1	3	b2	15	6,50	2	3	b22	40	5,95
1	4	b6	16	8,00	2	4	b14	41	6,95
1	4	b9	17	6,50	2	4	b17	42	10,45
1	4	b16	18	7,40	2	4	b24	43	6,15
1	4	b22	19	6,40	2	4	b20	44	9,55
1	4	b13	20	6,20	2	4	b12	45	9,25
1	5	b23	21	7,00	2	5	b8	46	9,52
1	5	b8	22	7,58	2	5	b3	47	6,94
1	5	b21	23	10,40	2	5	b1	48	9,45
1	5	b3	24	5,22	2	5	b6	49	11,25
1	5	b5	25	9,30	2	5	b2	50	7,88

Sumber: Yasin *et al.* (2010)

Rep: ulangan 1-2; Blok : 1-5; Famili/genotipe: b1 – b25; Plot: 1-50

Tabel 22. Analisis keragaman rancangan latis sederhana (5 x 5 x 2) untuk peubah bobot biji jagung.

Sumber keragaman	d.b	J.K	K.T
Ulangan	1	0,900	0,900
Genotipe			
- tak terkoreksi	24	74,829	3,118*
- terkoreksi	24	81,410	3,392**
Blok dalam ulangan	8	17,036	2,138
Galat			
- efektif	16	15,877	0,992
- RAK	24	30,219	1,259
- intra blok	16	13,183	0,824
Total	49	105,949	

*: nyata pada taraf 5%; **: nyata pada taraf 1%

K.K: 12,40%

Efisiensi rancangan latis terhadap RAK: 126,89

Tabel 23. Penerapan uji genotipe jagung putih, terkoreksi dan tak terkoreksi, peubah bobot biji dari rancangan latis sederhana (5 x 5 x 2). Maros, MT 2010.

No	Genotipe	Hasil terkoreksi (t/ha)	Genotipe	Hasil tak terkoreksi (t/ha)
1	b3	5,42	b13	5,98
2	b13	6,29	b3	6,08
3	b9	6,46	b9	6,15
4	b23	6,48	b22	6,18
5	b24	6,61	b23	6,42
6	b22	6,74	b24	6,83
7	b2 (cek)	6,84	b2 (cek)	7,19
8	b14	7,01	b14	7,23
9	b15	7,28	b15	7,35
10	b10	7,38	b10	7,63
11	b1 (cek)	7,72	b12	8,13
12	b8	7,89	b1 (cek)	8,33
13	b12	8,35	b7	8,38
14	b4	8,54	b16	8,48
15	b16	8,07	b8	8,55
16	b7	8,74	b4	8,60
17	b19	8,86	b19	8,68
18	b5	9,09	b18	8,75
19	b18	9,12	b25	8,98
20	b25	9,17	b5	9,03
21	b6	9,21	b21	9,33
22	b21	9,64	b11	9,38
23	b20	9,67	b20	9,45
24	b11	9,74	b6	9,63
25	b17	9,94*	b17	10,15

* : nyata pada taraf 5% terhadap cek terbaik terkoreksi genotipe b1

BNT5%: 2,11

BNT 1%: 2,91

Rancangan Acak Kelompok

UML (uji multilokasi, *MLYT: multi location yield test*). Genotipe “harapan” yang lebih baik dari pembandingan pada kegiatan UDHL (Tabel 23) dipilih untuk dilanjutkan penelitiannya pada UML. Persyaratan dari P2TV (Panitia Pelepasan Varietas Tanaman Pangan) Kementerian Pertanian (2012) bahwa UML untuk pelepasan varietas tanaman pangan termasuk jagung harus dilaksanakan pada sentra jagung nasional, minimal delapan lokasi dengan ekologi yang berbeda, pada musim hujan (MH) dan musim kemarau (MK) tahun yang sama. Percobaan uji daya hasil genotipe terpilih yang relatif rendah variasinya, dilakukan pada kondisi tanah, air dan OPT (organisme pengganggu tanaman) yang dikelola secara optimal. Galat percobaan diupayakan rendah dan nilai koefisien keragaman (KK) lebih kecil atau sama 15% (BBN 2012).

Pada UML setiap unit percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, jumlah ulangan disesuaikan dengan db galat > 12. Jika jumlah genotipe yang dievaluasi sebanyak sembilan maka minimal tiga ulangan sehingga diperoleh db galat 16. Jika hanya menggunakan dua ulangan, tidak cukup karena db galat 8. Model linier rancangan per lokasi:

$$\text{Model RAK: } Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dimana

Y_i : hasil pengamatan peubah

μ : nilai tengah umum

α_i : pengaruh genotipe (calon varietas)

β_j : pengaruh blok

ε_{ij} : pengaruh galat.

Data dari semua lokasi dianalisis gabungan (*combined analysis*).

$$\text{Model: } Y_i = \mu + \alpha_i + \beta_{jj} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

dimana

Y_i : hasil pengamatan peubah

μ : nilai tengah umum

α_i : pengaruh genotipe

β_j : pengaruh blok pada setiap lokasi

δ_k : pengaruh lokasi

$(\alpha\delta)_{ik}$: pengaruh interaksi genotipe x lokasi

ε_{ij} : pengaruh galat (Steel dan Torrie 1981)

Assumsi model adalah pengaruh sisa $\varepsilon \sim \text{NID}(\mu, \sigma^2)$ dimana $\mu=0$ dan ragam $=\sigma^2$.

Data berikut adalah hasil biji, disiapkan untuk pelepasan calon hibrida Provita A, yang diuji dengan menggunakan RAK tiga ulangan. Penelitian terdiri atas sembilan perlakuan (enam genotipe/kandidat g1, g2 . . . , g6, dan tiga pembanding g7, g8, dan g9), dilaksanakan di delapan lingkungan (ei, i= 1, 2, 3, . . . , 8), dua musim MH dan MK (m1, m2) pada tahun yang sama 2010. Lingkungan penelitian yaitu KP Maros (e1), KP Bajeng (e2), Kab. Polman (e3), Kab. Donggala (e4), KP. Pandu (e5), KP. Muneng (e6), Lombok Timur (e7), dan KP. Sebapo (e8). Hipotesis yang diajukan adalah:

$$H_0: \mu_i = \mu_j \text{ vs } H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ (} i=1, 2, 3, \dots, 9 \text{) } i \neq j.$$

Kriteria pengambilan kesimpulan yaitu jika $F_{hitung} > F_{Tabel}$ tolak H_0 , artinya paling kurang ada sepasang genotipe yang memperlihatkan perbedaan hasil. Peubah yang disajikan adalah bobot biji kadar air 15% pada MH (Tabel 24) dan MK (Tabel 25). Hasil uji BNT dan simpangan baku disajikan pada Tabel 26. Selanjutnya data dari delapan lokasi dan dua musim (MH dan MK) dilakukan analisis gabungan menggunakan rancangan

Tabel 24. Data hasil biji genotipe jagung fungsional, percobaan RAK perlakuan sembilan genotipe (g), tiga ulangan, dan delapan lingkungan (e) MH 2010.

Plot	Geno- tipe	Ulangan	Hasil biji (t/ha)							
			e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8
1	3	1	9,82	7,77	9,01	8,28	8,40	8,38	7,21	5,15
2	9	1	5,06	5,75	5,18	7,31	5,79	5,89	6,34	4,41
3	7	1	6,35	6,14	8,28	6,80	6,56	6,53	7,09	5,16
4	1	1	6,14	4,75	6,33	6,36	6,47	3,49	5,76	4,58
5	5	1	8,09	8,80	6,96	10,73	7,50	7,31	9,01	6,49
6	2	1	7,97	6,86	7,40	9,12	6,43	6,54	5,92	4,90
7	4	1	8,67	8,71	8,42	8,41	8,54	5,97	7,37	5,38
8	8	1	7,40	8,97	7,73	7,94	7,34	6,79	8,02	5,96
9	6	1	9,44	8,43	9,25	9,50	9,67	7,40	7,87	3,60
10	2	2	7,03	8,10	6,52	8,28	7,41	6,43	5,83	4,30
11	4	2	8,88	10,38	8,88	10,50	8,94	7,01	7,27	4,26
12	7	2	5,75	6,17	6,91	5,55	5,99	8,44	7,43	7,00
13	1	2	7,33	4,65	5,69	8,00	5,86	3,87	5,52	4,67
14	5	2	8,40	8,00	7,92	9,25	6,52	7,48	7,94	7,06
15	9	2	5,81	5,89	6,10	6,19	4,76	5,69	5,89	3,97
16	6	2	10,30	9,90	8,19	10,25	7,75	8,26	8,11	4,27
17	3	2	7,57	7,50	7,88	9,26	9,00	7,73	7,51	4,18
18	8	2	8,09	8,73	7,29	8,03	5,41	7,15	7,68	7,12
19	1	3	5,44	5,26	6,57	6,61	5,86	3,03	5,33	5,89
20	3	3	7,97	8,64	7,57	12,29	7,48	7,56	7,05	5,57
21	6	3	10,10	8,74	8,33	8,31	8,40	7,47	9,32	3,65
22	9	3	6,07	6,27	6,34	6,42	5,86	5,85	5,95	4,98
23	4	3	8,54	11,19	7,95	9,80	8,14	6,13	6,33	5,22
24	8	3	8,69	6,83	6,74	9,40	8,34	7,16	7,76	4,98
25	2	3	6,67	8,36	7,08	8,34	8,09	5,64	7,10	4,94
26	7	3	7,58	6,25	6,83	5,93	7,35	6,46	8,99	7,61
27	5	3	7,20	8,87	8,02	9,57	5,85	9,08	8,69	7,25
F hitung genotipe			8,981**	14,601**	7,572**	5,516**	5,415**	16,404**	10,302**	7,400**
KK (%)			10,34	9,78	7,99	12,89	11,56	9,10	7,98	13,84

**: nyata pada taraf 1%

Sumber: Yasin *et al.* (2010)

kombinasi satu faktor (*randomized complete block design one factor combined*) (a) (Nissen 1990), untuk mengetahui pengaruh interaksi antara genotipe x lokasi (G x E) serta, genotipe x lokasi x musim (G x E x M). Hasil analisis pada Tabel 27 dan Tabel 28.

Tabel 25. Data hasil biji genotipe jagung fungsional, percobaan-RAK perlakuan sembilan genotipe (g), tiga ulangan, dan delapan lingkungan (e) MK 2010.

Plot	Geno- tipe	Ulangan	Hasil biji (t/ha)							
			e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8
1	3	1	8,65	6,64	7,81	9,67	7,95	5,98	8,43	7,49
2	9	1	5,73	6,31	6,72	6,44	6,52	5,25	6,09	6,10
3	7	1	8,42	6,77	6,26	10,77	7,64	9,00	6,31	5,11
4	1	1	7,33	5,37	8,77	7,82	3,91	6,32	6,52	5,44
5	5	1	10,37	6,14	8,98	11,79	8,71	7,82	9,84	8,21
6	2	1	7,49	6,55	6,51	7,68	6,54	4,55	8,22	5,33
7	4	1	7,19	7,93	5,84	10,77	7,01	4,05	6,47	5,18
8	8	1	8,06	6,46	10,46	10,82	7,41	7,34	8,17	7,02
9	6	1	9,28	6,18	8,19	8,00	6,03	4,66	8,04	5,58
10	2	2	7,28	5,35	7,65	9,48	7,25	3,92	6,66	4,99
11	4	2	7,70	7,44	6,66	9,18	6,40	4,19	5,94	5,56
12	7	2	7,22	7,16	8,73	9,26	7,09	7,65	7,63	4,63
13	1	2	7,40	4,37	7,03	8,14	3,94	6,16	7,82	5,26
14	5	2	9,24	7,74	7,85	11,63	8,30	8,05	9,51	5,85
15	9	2	5,67	6,49	6,88	7,47	5,22	4,75	5,12	4,35
16	6	2	7,47	6,40	7,83	7,67	5,93	4,59	5,87	5,14
17	3	2	7,57	6,72	6,39	9,00	7,53	5,97	9,60	5,50
18	8	2	7,87	7,22	7,96	9,22	5,92	6,68	6,49	5,45
19	1	3	6,34	4,14	6,08	7,22	4,05	5,07	5,93	6,84
20	3	3	8,29	6,40	8,03	11,14	8,73	8,33	6,48	6,10
21	6	3	9,39	5,79	6,41	7,39	5,41	4,05	7,11	5,19
22	9	3	6,10	6,07	5,27	6,92	6,47	6,01	5,54	4,94
23	4	3	7,05	8,32	5,37	8,99	6,98	7,80	5,38	5,65
24	8	3	8,08	7,37	8,51	9,46	7,96	6,69	6,41	6,14
25	2	3	5,97	5,85	7,43	7,94	7,51	6,02	7,32	5,86
26	7	3	7,16	8,09	8,91	6,47	7,06	9,01	5,92	5,33
27	5	3	9,99	6,37	9,24	11,21	8,18	8,76	9,05	6,00
F hitung genotipe			11,957**	8,143**	2,580**	6,260**	21,657**	7,580**	5,998**	2,573 ^{tn}
KK (%)			7,52	8,74	14,24	11,09	7,34	14,66	11,60	11,13

** : nyata pada taraf 1%

tn: tidak nyata

Sumber: Yasin *et al.* (2010)

Tabel 26. Rata-rata hasil biji genotipe jagung fungsional pada UML, MH dan MK 2010.

No	Genotipe	Hasil biji (t/ha)								Rata-rata
		e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	
Musim hujan										
1	g1	6,30	4,89	6,20	6,99	6,06	3,46	5,54	5,05	5.56
2	g2	7,22	7,77 ^{ac}	7,00 ^c	8,58 ^{ac}	7,31 ^c	6,20	6,28	4,71	6.88
3	g3	8,45 ^{ac}	7,97 ^{ac}	8,15 ^{ac}	9,94 ^{abc}	8,29 ^c	7,89 ^c	7,26 ^c	4,97	7.80
4	g4	8,70 ^{ac}	10,09 ^{ac}	8,42 ^{abc}	9,57 ^{ac}	8,54 ^{abc}	6,37	6,99	4,95	7.95
5	g5	7,90 ^c	8,56 ^{ac}	7,63 ^{bc}	9,85 ^{abc}	6,62 ^c	7,96 ^c	8,55 ^c	6,93 ^c	8.00
6	g6	9,95 ^{abc}	9,02 ^{ac}	8,59 ^{abc}	9,35 ^{ac}	8,61 ^{abc}	7,71 ^c	8,43 ^c	3,84	8.19
Chek										
7	g7	6,56	6,19	7,34	6,09	6,63	7,14	7,84	6,59	6.80
8	g8	8,06	8,18	7,25	8,46	7,03	7,03	7,82	6,02	7.40
9	g9	5,65	5,97	5,87	6,64	5,47	5,81	6,06	4,45	5.74
BNT (5%)		0,964	0,913	0,722	1,324	1,016	0,738	0,704	0,895	-
BNT (1%)		1,328	1,258	0,955	1,824	1,399	1,016	0,969	1,233	-
Musim kemarau										
1	g1	7,02 ^c	4,63	7,29	7,73	3,97	5,85	6,76 ^c	5,85	6.14
2	g2	6,91 ^c	5,92	7,20	8,37 ^c	7,10	4,83	7,40 ^c	5,39	6.64
3	g3	8,17 ^c	6,59	7,41	9,94 ^c	8,07 ^{ac}	6,76 ^c	8,17 ^{ac}	6,36 ^{ac}	7.68
4	g4	7,31 ^c	7,90 ^c	5,96	9,65 ^c	6,80	5,35	5,93	5,46	6.80
5	g5	9,87 ^{abc}	6,75	8,69 ^c	11,54 ^{abc}	8,40 ^c	8,21 ^{ac}	9,47 ^{abc}	6,69 ^{ac}	8.70
6	g6	8,71 ^{ac}	6,12	7,47	7,69	5,79	4,43	7,01 ^c	5,30	6.57
Chek										
7	g7	7,60	7,34	7,97	8,83	7,26	8,55	6,62	5,02	7.40
8	g8	8,00	7,02	8,98	9,83	7,10	6,90	7,02	6,20	7.63
9	g9	5,83	6,29	6,29	6,94	6,07	5,34	5,58	5,13	5.93
BNT (5%)		0,711	0,696	1,303	1,215	0,605	1,121	1,009	0,779	-
BNT (1%)		0,979	0,959	1,795	1,674	0,833	1,545	1,390	1,073	-

a: nyata lebih unggul dibanding g7 pada taraf 5%

b: nyata lebih unggul dibanding g8 pada taraf 5%

c: nyata lebih unggul dibanding g9 pada taraf 5%

e1 s/d e8: lokasi penelitian

Tabel 27. Analisis keragaman (E x G) karakter hasil biji pada UML genotipe jagung fungsional, MH dan MK 2010.

Sumber keragaman	d.b	J.K	K.T
Musim hujan 2010			
Lokasi (E)	7	157,504	22,501**
Ulangan/Lokasi (R/E)	16	6,500	0,406
Genotipe (G)	8	186,520	23,315**
Interaksi (GxE)	56	124,249	2,219**
Galat	128	73,777	0,576
Total	215	548,549	
Musim kemarau 2010			
Lokasi (E)	7	190,469	27,210**
Ulangan/Lokasi (R/E)	16	21,372	1,336
Genotipe (G)	8	147,257	18,407**
Interaksi (GxE)	56	112,874	2,016**
Galat	128	79,137	0,618
Total	215	551,109	

** : nyata pada taraf 1%

Musim hujan	Musim kemarau
KK = 10,60%	KK = 11,15%
Sy = 0,1227 (n=27)	Sy = 0,2224 (n=27)
Sy = 0,1550 (n=24)	Sy = 0,1605 (n=24)
Sy = 0,4383 (n=3)	Sy = 0,4540 (n=3)

Tabel 28. Analisis keragaman (M x E x G) karakter hasil biji pada UML jagung fungsional, MH dan MK 2010.

Sumber keragaman	d.b	J.K	K.T
Lokasi (E)	7	320,679	45,811**
Repl/Lokasi (R/E)	16	12,156	0,760
Genotipe (G)	8	271,300	33,912**
GxE	56	142,202	2,539**
Musim (M)	1	1,296	1,296 ^{tn}
E x M	7	27,293	3,899**
G x M	8	62,477	7,810**
G x E x M	56	94,921	1,695**
Acak	272	168,630	0,620
Total	431	1100,954	

** = nyata pada taraf 1%

KK = 11,08%

Sy = 0,107 (n=54)	Sy = 0,053 (n= 216)
Sy = 0,185 (n= 18)	Sy = 0,151 (n= 27)
Sy = 0,113 (n= 48)	Sy = 0,321 (n= 6)
Sy = 0,1607 (n= 24)	Sy = 0,4546 (n= 3)

Stabilitas Hasil

Pemilihan genotipe sebagai calon varietas unggul baru sebaiknya didukung oleh analisis stabilitas hasil. Terdapat beberapa pendekatan analisis, empat metode diantaranya yaitu uji t-Student, model Eberhart dan Russel, model Perkins dan Jink's, dan model AMMI. Perhitungan parameter stabilitas hasil dengan uji t student menggunakan program MSTATC (Nissen 1990), sedangkan sumber keragaman dari Eberhart dan Russell's, serta Perkins dan Jink's dihitung dengan menggunakan formula EXCEL mengikuti tahapan dari Singh dan Chaudhary (1985). Biplot dengan program CROPSTAT Versi 7.2.

1. Uji t-Student

Analisis uji t-Student untuk koefisien β dari model regresi sederhana diuraikan dalam Nissen (1990), yaitu peubah tak bebas/*dependent variable* (Y_i) adalah hasil biji, dan peubah bebas/*independent variable* adalah lokasi yang dibakukan sebagai indeks lingkungan (*environment index I*).

Model: $Y = \beta_0 + \beta_1 I$; Y = hasil, β_0 = Intersept, β_1 = Koefisien regresi sederhana, dan I : Indeks lingkungan, dihitung dengan formula:

$$I_i = \Sigma X_i/n - \Sigma X_{ij}/np; i = 1, 2, \dots, n, \text{ dan } j = 1, 2, \dots, p.$$

dimana $\Sigma I_i = 0$. Koefisien regresi $\Sigma_i = \Sigma Y_i X_i / \Sigma X_i^2$

Hipotesis yang diajukan dalam uji stabilitas hasil adalah:

$$H_0: \beta_i = 1 \text{ vs. } H_1: \beta_i = 1, (i=1, 2, 3, \dots, 9) i \neq j$$

Statistik uji: $t_{hitung} = (b_i - 1)/s_e$, s_e : simpangan baku

t_{Tabel} pada derajat bebas = 71 (entri = 9, lokasi = 8)

Genotipe dianggap stabil jika nilai koefisien regresi (β_i) tidak berbeda nyata dengan satu ($\beta_i = 1$; $\beta_i - 1 = 0$) dan simpangan baku (s_e) tidak berbeda nyata dengan nol.

Hasil analisis yang disajikan pada Tabel 29 menunjukkan bahwa pada MH maupun MK terdapat kandidat/genotipe yang stabil. Metode uji t mengacu pada kriteria Finlay dan Wilkinson (1963) yang mempersyaratkan genotipe dengan koefisien $\beta_i = 1$ dan hasil lebih tinggi dari rata-rata-total (*grand mean*) dapat beradaptasi pada semua lingkungan tumbuh. Jika $\beta_i > 1,0$ dan hasil lebih tinggi dari rata-rata total (*grand mean*), maka genotipe tersebut memberikan hasil maksimal jika lingkungan semakin baik, sedangkan jika nilai $\beta_i < 1,0$ berarti genotipe dapat beradaptasi pada lingkungan marginal. Pada penelitian ini rata-rata hasil pada MH adalah 7,16 t/ha dan pada MK

Tabel 29. Parameter stabilitas hasil biji hibrida Provita A di delapan lokasi MH dan MK 2010.

No	Genotipe/ hibrida	R ²	α_0	β_i	S _{β}	t _{hit.}	Prob	MSe	Respon hasil, t/ha
Musim hujan									
1	g1	0,335	0,594	0,693	0,399	0,769	1,000	0,928	5,561
2	g2	0,913	-1,856	1,220	0,154	1,432	0,202	0,138	6,886
3	g3	0,875	-2,407	1,434	0,221	1,962	0,097	0,285	7,866
4	g4	0,812	-4,220	1,699	0,333	2,097*	0,081	0,649	7,954
5	g5	0,465	2,565	0,759	0,332	0,727	1,000	0,643	8,000
6	g6	0,872	-5,574	1,921	0,300	3,070*	0,022	0,525	8,188
	Chek								
7	g7	0,056	7,907	-0,155	0,259	4,457*	0,004	0,392	6,798
8	g8	0,862	1,655	0,813	0,133	1,404	0,210	0,103	7,481
9	g9	0,809	1,337	0,615	0,122	3,156*	0,020	0,087	5,740
Musim kemarau									
1	g1	0,457	-0,131	0,889	0,395	0,282	1,000	1,103	6,136
2	g2	0,752	-0,462	1,007	0,236	0,028	1,000	0,393	6,640
3	g3	0,830	0,195	1,062	0,196	0,314	1,000	0,271	7,683
4	g4	0,562	-0,899	1,090	0,393	0,230	1,000	1,091	6,794
5	g5	0,850	-1,750	1,482	0,254	1,895	0,107	0,456	8,701
6	g6	0,633	-1,290	1,114	0,347	0,328	1,000	0,847	6,567
	Chek								
7	g7	0,409	2,023	0,762	0,347	0,636	1,000	0,988	7,400
8	g8	0,863	-0,327	1,128	0,183	0,700	1,000	0,237	7,32
9	g9	0,634	2,641	0,467	0,145	3,680*	0,010	0,148	5,934

*: nyata pada taraf 5% dengan nilai β_i R²: koefisien determinasi α : intercept β : koefisien regresi sederhanaS _{β} : simpangan baku β

Mse: kuadrat tengah galat baku

i: 1, 2, 3, , 9

7,05 t/ha, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada MH terdapat lima genotipe yang merupakan kandidat varietas dan empat entri dalam MK.

Eberhart dan Russel *dalam* Singh dan Chaudhary (1985) menyatakan bahwa suatu genotipe memiliki penampilan yang stabil jika koefisien regresi sama dengan satu dan simpangan baku sama dengan nol. Parameter stabilitas hasil berupa koefisien regresi, koefisien determinasi, intercept dan nilai koefisien determinasi dari UML data MH dan MK disajikan pada Tabel 29.

2. Model Eberhart dan Russel

Uji stabilitas hasil dapat dilakukan dengan metode yang dikembangkan oleh Eberhart dan Russel (1966). Metode ini berdasarkan pada respon setiap genotipe (entri) terhadap indeks lingkungan, dimana indeks lingkungan

dihitung secara empiris menggunakan rata-rata hasil semua genotipe yang diuji, dikurangi rata-rata seluruh percobaan (*grand mean*).

Model Eberhart dan Russel adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i I_j + \delta_{ij} \quad \begin{array}{l} (i: 1, 2, 3, \dots, g), g: \text{genotipe yang diuji} \\ (j: 1, 2, 3, \dots, e), e: \text{lingkungan uji} \end{array}$$

Dimana Y_{ij} : hasil genotipe ke-i pada lingkungan ke-j
 μ : nilai tengah umum
 β_i : koefisien regresi genotipe ke-i pada indeks lingkungan yang diukur dari respons genotipe pada lingkungan beragam
 I_j : indeks lingkungan, dihitung dengan simpangan rata-rata hasil setiap genotipe terhadap nilai tengah umum dan $\sum I_j = 0$
 δ_{ij} : simpangan baku regresi dari genotipe ke-i dan lingkungan ke-j

Regresi hasil genotipe pada masing-masing indeks lingkungan menghasilkan koefisien regresi (β); bila $\beta = 1$ genotipe dinilai stabil, $\beta < 1$ berarti genotipe adaptif pada lahan sub optimal dan bila $\beta > 1$, genotipe lebih respon pada lingkungan produktif. Tahapan analisis pada UML menggunakan data yang tertera pada Tabel 24 (MH) dan Tabel 25 (MK). Hasil analisis model Eberhart dan Russel disajikan pada Tabel 35, menunjukkan bahwa pada MH genotipe yang stabil adalah g1, g4, g5, g6, dan pada MK adalah g1, g4, g5, g6, dan g7.

Tahapan analisis stabilitas hasil menggunakan regresi dengan metode Eberhart dan Russel (1966) adalah sebagai berikut:

Data MH dan MK:

- (1) Jumlah total (*GT: grand total*) dan rata-rata total (*MT: mean total*) adalah:

MH GT: 1547,360	MK GT: 1523,700
MT: 7,164	MT: 7,054
- (2) Sumber keragaman dan analisis keragaman dari hasil rata-rata genotipe pada setiap lingkungan tertera pada Tabel 30 dan Tabel 31.
- (3) Indeks lingkungan yang dihitung dari rata-rata semua genotipe di lingkungan UML dikurangi rata-rata total seluruh percobaan pada MH dan MK dicantumkan pada Tabel 31.
- (4) Matriks simpangan baku dari rata-rata hasil genotipe pada setiap lingkungan vs indeks lingkungan: $[9 \times 8] \times [8 \times 1] = [9 \times 1]$; koefisien b_i , $i = 1, 2, \dots, 9$ $[9 \times 1]$; pengandaian b_i ($eixindk.E$), ragam (σ^2); dan J.K._i pada MH dan MK masing-masing pada Tabel 32 dan 33.

Tabel 30. Analisis keragaman rata-rata hasil bobot biji genotipe jagung pada delapan lingkungan, MH dan MK.

Sumber keragaman	d.b	JK	KT
MH			
Genotipe (G)	8	69,94488	8,74311
Lingkungan (E)	7	60,00150	8,57116
G x E	56	27,34300	0,48827
Total	71	157,28939	
MK			
Genotipe (G)	8	55,22142	6,902677
Lingkungan (E)	7	30,54228	4,363183
G x E	56	65,55181	1,170568
Total	71	151,3155	

Tabel 31. Indeks lingkungan MH dan MK.

Indeks lingkungan	MH	MK
I1	0,479	0,661
I2	0,463	-0,549
I3	0,220	0,419
I4	1,223	1,892
I5	0,011	-0,326
I6	-0,544	-0,807
I7	0,032	0,052
I8	-1,884	-1,342

- (5) Kuadrat Tengah (KT) galat pada setiap set UML pada MH dan MK tertera pada Tabel 34.
- (6) Kuadrat Tengah (KT) dan Jumlah Kuadrat (KT), galat gabungan (*pooled error*) pada MH dan MK adalah sebagai berikut:
- KT. galat gabungan MH: $[16(4,61106)]/3 = 0,19213$
- KT. galat gabungan MK: $[16(4,946050)]/3 = 0,20608$
- JK. galat gabungan MH = $(0,19213) \times 144 = 27,66636$
- JK. galat gabungan MK = $(0,20608) \times 144 = 29,67630$
- (7) Perhitungan derajat bebas (db) adalah:
- Total : ge-1
- Genotipe (G) : g-1
- Lingkungan x (G x lingkungan) : g(e-1)
- Genotipe x lingkungan (linier) : (g-1)

Tabel 32. Rangkuman matriks simpangan baku, koefisien b_i dan ragam setiap genotipe jagung percobaan pada MH.

Genotipe	$e_i \times \text{indk.E}$	b_i	$b_i \times (e_i \times \text{indk.E})$	σ^2	JK.g
g 1	4,045	0,693	2,805	8,370	5,565
g 2	7,118	1,220	8,686	9,513	0,828
g 3	8,367	1,434	12,001	13,714	1,713
g 4	9,913	1,699	16,846	20,740	3,894
g 5	4,425	0,759	3,357	7,211	3,855
g 6	11,207	1,921	21,530	24,679	3,150
g 7	-0,903	-0,155	0,140	2,489	2,349
g 8	4,744	0,813	3,858	4,476	0,618
g 9	3,585	0,615	2,203	2,725	0,522
Jumlah	-	-	71,425	93,918	22,492

Tabel 33. Rangkuman matriks simpangan baku, koefisien b_i dan ragam setiap genotipe jagung percobaan pada MK.

Genotipe	$e_i \times \text{indk.E}$	b_i	$b_i \times (e_i \times \text{indk.E})$	σ^2	JK.g
g 1	6,269	0,889	5,571	12,192	6,621
g 2	7,101	1,007	7,148	9,509	2,361
g 3	7,488	1,061	7,949	9,573	1,624
g 4	7,692	1,090	8,388	14,936	6,548
g 5	10,453	1,482	15,489	18,222	2,733
g 6	7,856	1,114	8,748	13,831	5,083
g 7	5,376	0,762	4,097	10,025	5,928
g 8	7,959	1,128	8,981	10,400	1,419
g 9	3,295	0,467	1,539	2,427	0,888
Jumlah	-	-	67,909	101,114	33,205

Tabel 34. Nilai KT galat pada setiap UML, MH dan MK.

Lingkungan (e_i)	KT galat (MH)	KT galat (MK)
e1	0,62025	0,33724
e2	0,55650	0,32366
e3	0,34833	1,13310
e4	1,16955	0,98474
e5	0,68855	0,24396
e6	0,36322	0,83913
e7	0,33044	0,67947
e8	0,53422	0,40475
Jumlah	4,61106	4,94605

Gabungan simpangan baku : $g(e-2)$
 $g_1, g_2, \dots, g_9$: $(e-2)$
 Gabungan galat : $ge(r-1)$
 g : genotipe (9)
 e : lingkungan (8)
 r : ulangan (3)

(8) Hasil hitungan pada sumber keragaman (S,K) sesuai pada Tabel 35.

Tabel 35. Rangkuman sidik ragam metode Eberhart dan Russel, MH dan MK.

Sumber keragaman	db	JK	KT
Musim hujan			
Total	71	157,28939	
Genotipe (G)	8	69,94488	8,74311
Lingkungan x (G x lingkungan)	63	87,34451	
Lingkungan (linier)	1	60,00150	
Genotipe x Lingkungan (linier)	8	33,91619	4,23952
Gabungan simpangan baku	54	22,49238	0,41653
g ₁	6	5,56450	0,92742**
g ₂	6	0,82765	0,13794
g ₃	6	1,71309	0,28552
g ₄	6	3,89353	0,64892**
g ₅	6	3,85454	0,64242**
g ₆	6	3,14962	0,52494*
g ₇	6	2,34934	0,39156
g ₈	6	0,61807	0,10301
g ₉	6	0,52203	0,08700
Gabungan galat baku	144	27,66636	0,19213
Musim kemarau			
Total	71	151,31551	
Genotipe (G)	8	30,54228	3,81779
Lingkungan x (G x lingkungan)	63	120,77323	
Lingkungan (linier)	1	30,54228	
Genotipe x Lingkungan (linier)	8	70,57200	8,82150
Gabungan simpangan baku	54	33,20539	0,61491
g ₁	6	6,62083	1,10347**
g ₂	6	2,36102	0,39350
g ₃	6	1,62444	0,27074
g ₄	6	6,54837	1,09139**
g ₅	6	2,73278	0,45546*
g ₆	6	5,08286	0,84714**
g ₇	6	5,92796	0,98799**
g ₈	6	1,41911	0,23652
g ₉	6	0,88802	0,14800
Gabungan galat baku	144	29,67630	0,20609

*: nyata pada taraf 5%

**: nyata pada taraf 1%

KK: 6,12% (MH) 6,44% (MK)

F tab: 2,16 (5%) 2,93 (1%)

3. Model Perkins dan Jinks

Metode Perkins dan Jinks (1968) mempunyai kemiripan dengan metode Eberhart dan Russel yakni terdapat dua parameter stabilitas hasil, yaitu koefisien regresi dan simpangan baku regresi. Hipotesis yang diuji $b_i = 1 + \beta_i$ atau $\beta_i = b_i - 1$, adalah $H_0: \beta_i = 0$ vs $H_1: \beta_i \neq 0$.

Model Perkins dan Jink's adalah:

$$Y_{ij} = \mu + d_i + e_j + g_{ij} + e_{ij}, \quad (i: 1, 2, 3, \dots, g), \quad g: \text{genotipe} \\ (j: 1, 2, 3, \dots, e), \quad e: \text{lingkungan}$$

Dimana Y_{ij} : hasil genotipe ke i pada lingkungan ke j
 μ : nilai tengah umum
 d_i : pengaruh additif genotipe
 e_j : pengaruh additif lingkungan
 g_{ij} : pengaruh interaksi genotipe x lingkungan
 e_{ij} : galat gabungan setiap percobaan

Matriks rata-rata hasil genotipe pada setiap lingkungan dan indeks lingkungan pada MH (Tabel 36), MK (Tabel 37) digandakan menghasilkan matriks [9x1] (Tabel 38).

Matriks penggandaan antara rata-rata hasil setiap genotipe terhadap indeks lingkungan MH dan MK dapat dilihat pada Tabel 39.

Tabel 36. Matriks rata-rata hasil genotipe pada setiap lingkungan dan indeks lingkungan percobaan MH 2010.

Gen	Hasil biji (t/ha)								Indeks lingkungan
	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	
g1	6,30	4,89	6,20	6,99	6,06	3,46	5,54	5,05	0,48
g2	7,22	7,77	7,00	8,58	7,31	6,20	6,28	4,71	0,46
g3	8,45	7,97	8,15	9,94	8,29	7,89	7,26	4,97	0,22
g4	8,70	10,09	8,42	9,57	8,54	6,37	6,99	4,95	1,22
g5	7,90	8,56	7,63	9,85	6,62	7,96	8,55	6,93	0,01
g6	9,95	9,02	8,59	9,35	8,61	7,71	8,43	3,84	-0,54
g7	6,56	6,19	7,34	6,09	6,63	7,14	7,84	6,59	0,03
g8	8,06	8,18	7,25	8,46	7,03	7,03	7,82	6,02	-1,88
g9	5,65	5,97	5,87	6,64	5,47	5,81	6,06	4,45	-
Jlh	68,79	68,64	66,46	75,48	64,57	59,58	64,76	47,52	515,79
J,K	525,73	523,44	490,72	632,97	463,25	394,42	466,03	250,87	3747,44

FK: $(515,787)^2/72 = 3694,943$

J, K,e = $3747,444 - FK = 52,501$

J,K, heteroginuity = $71,412 - 52,501 = 18,911$

Tabel 37. Matriks rata-rata hasil genotipe pada setiap lingkungan dan indeks lingkungan percobaan MK 2010.

Gen	Hasil biji (t/ha)								Indeks lingkungan
	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	
g1	7,02	4,63	7,29	7,73	3,97	5,85	6,76	5,85	0,66
g2	6,91	5,92	7,20	8,37	7,10	4,83	7,40	5,39	-0,55
g3	8,17	6,59	7,41	9,94	8,07	6,76	8,17	6,36	0,42
g4	7,31	7,90	5,96	9,65	6,80	5,35	5,93	5,46	1,89
g5	9,87	6,75	8,69	11,54	8,40	8,21	9,47	6,69	-0,33
g6	8,71	6,12	7,48	7,69	5,79	4,43	7,01	5,30	-0,81
g7	7,60	7,34	7,97	8,83	7,26	8,55	6,62	5,02	0,05
g8	8,00	7,02	8,98	9,83	7,10	6,90	7,02	6,20	-1,34
g9	5,83	6,29	6,29	6,94	6,07	5,34	5,58	5,13	-
Jlh	69,44	58,55	67,26	80,52	60,55	56,22	63,96	51,41	507,90
J,K	535,72	380,86	502,61	720,33	407,37	351,23	454,50	293,70	3646,30

FK: $(507,900)^2/72=3646,301$

J,K,e = $3646,301 - FK = 63,490$

J,K, heterogeneity = $67,904-63,490 = 4,415$

Tabel 38. Penggandaan rata-rata (t/ha) hasil genotipe terhadap indeks lingkungan.

Genotipe	MH	MK
g1	4,05	6,27
g2	7,12	7,10
g3	8,37	7,49
g4	9,91	7,69
g5	4,43	10,45
g6	11,21	7,86
g7	-0,90	5,38
g8	4,74	7,96
g9	3,59	3,30

Tabel 39. Kuadrat penggandaan rata-rata hasil (t/ha) genotipe terhadap indeks lingkungan.

Genotipe	MH	MK
g1	16,36	39,30
g2	50,67	50,42
g3	70,01	56,07
g4	98,27	59,12
g5	19,58	10,93
g6	125,60	61,72
g7	0,82	28,90
g8	22,51	63,35
g9	12,85	10,86

Selanjutnya nilai koefisien regresi (b_i) setiap genotipe diperoleh sesuai hitungan pada Tabel 33 (MH) dan Tabel 34 (MK), yakni dikurang satu dari perhitungan Eberhart dan Russel, disajikan pada Tabel 40.

Perhitungan derajat bebas (db) adalah:

Genotipe (G) : g-1 Lingkungan (E) : e-1
 Inter aksi G x E : (g-1) (e-1) Heterogenitas diantara regresi: (g-1)
 Sisa (*remainder*): (g-1) (e-2) Galat : ge (r-1)
 g: genotipe (9)
 e: lingkungan (8)
 r: ulangan (3)

Tahap akhir hasil hitungan disajikan ke sumber keragaman (SK) sesuai data pada Tabel 41.

Tabel 40. Nilai β_i dari model Perkins dan Jinks.

Genotipe	MH	MK
g 1	-0,307	-0,111
g 2	0,220	0,007
g 3	0,434	0,061
g 4	0,699	0,090
g 5	-0,241	0,482
g 6	0,921	0,114
g 7	-1,155	-0,238
g 8	-0,187	0,128
g 9	-0,385	-0,533
Jumlah	~0,0	0,0

Tabel 41. Rangkuman sidik ragam metode Perkins dan Jinks, MH dan MK.

Sumber keragaman	db	JK	KT
Musim hujan			
Genotipe (G)	8	69,94488	8,74311**
Lingkungan (E)	7	60,00150	8,57164**
Interaksi G x E	56	27,34300	0,48826**
Heterogenitas diantara regresi	8	18,91090	2,36386**
Sisa	48	8,43210	1,75668
Galat	144	27,66636	0,19212
Musim kemarau			
Genotipe (G)	8	55,22142	6,90267**
Lingkungan (E)	7	30,54228	4,36313**
Interaksi G x E	56	65,55181	1,17056**
Heterogenitas diantara regresi	8	4,41578	5,51972**
Sisa	48	61,13603	1,27366
Galat	144	29,67630	0,20608

*: nyata pada taraf 5%; **: nyata pada taraf 1%
 KK: 6,12% (MH): 6,43% (MK)

4. Model AMMI (*Adittive Main and Multiplication Interaction*)

Model AMMI digunakan untuk menganalisis percobaan lokasi ganda. Menurut Gauch (1992), model AMMI menyatakan genotipe yang stabil berdasarkan gabungan antara analisis ragam dan analisis komponen utama. Crossa *et al.* (2012) menerapkan analisis AMMI di CIMMYT untuk evaluasi genotipe pada 21 lingkungan.

Analisis ragam gabungan model AMMI pada penelitian UML jagung fungsional sesuai data pada Tabel 26 yang menunjukkan terdapat perbedaan nyata komponen AMMI antara MH dan gabungan MH dan MK (Tabel 42). Pada Tabel 43 disajikan kisaran hasil dari semua lingkungan pengujian pada MH antara 5,56-8,19 t/ha, dengan genotipe tertinggi adalah g6, g5 dan g4,

Tabel 42. Analisis ragam model AMMI untuk hasil biji UML jagung fungsional, MH, MK dan gabungan MH dan MK.

Sumber keragaman	db	JK	KT
Musim hujan (MH)			
Genotipe (G)	8	62,1732	7,7716
Lokasi (E)	7	52,5013	7,5001
G x E	56	41,4164	0,7395
Komponen AMMI 1	14	23,5147	1,6796**
Komponen AMMI 2	12	7,3145	0,6095 ^{tn}
Komponen AMMI 3	10	5,5178	0,5517 ^{tn}
Komponen AMMI 4	8	2,9149	0,3643 ^{tn}
(G x E) sisa	12	2,1543	
Total	71	156,091	
Musim Kemarau (MK)			
Genotipe (G)	8	49,0857	6,1357
Lokasi (E)	7	63,4896	9,0699
G x E	56	37,6247	0,6718
Komponen AMMI 1	14	13,1484	0,9391 ^{tn}
Komponen AMMI 2	12	9,5191	0,7932 ^{tn}
Komponen AMMI 3	10	7,0555	0,7055 ^{tn}
Komponen AMMI 4	8	3,5128	0,4391 ^{tn}
(G x E) sisa	12	4,3888	
Total	71	150,200	
Gabungan MH dan MK			
Genotipe (G)	8	90,4333	11,3042
Lokasi (E)	15	116,4230	7,7615
G x E	120	99,8667	0,8322
Komponen AMMI 1	22	50,7518	2,3069**
Komponen AMMI 2	20	16,4691	0,8234*
Komponen AMMI 3	18	12,5032	0,6946*
Komponen AMMI 4	16	9,5041	0,5940*
(G x E) sisa	44	10,6385	
Total	143	306,723	

*: nyata pada taraf 5%; **: nyata pada taraf 1%

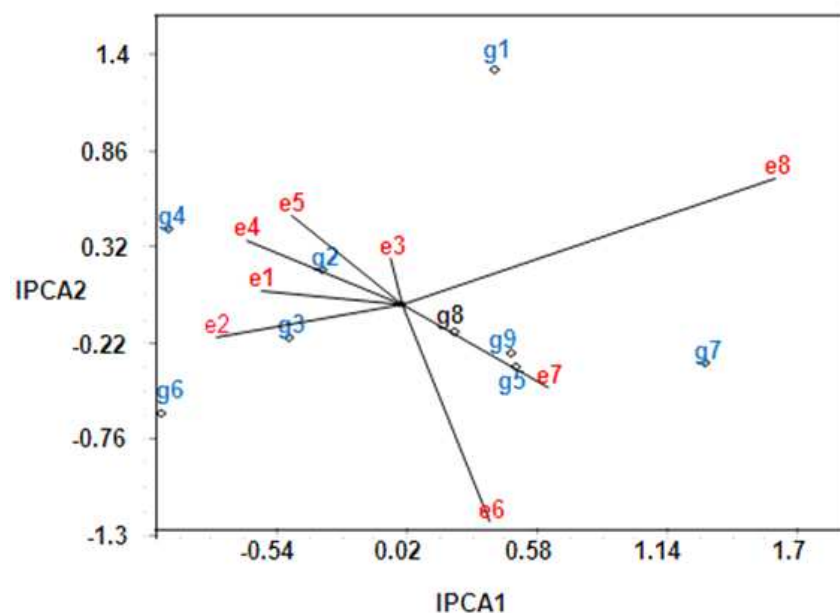
Tabel 43. Rataan hasil, koefisien β_i , KT (G x E) dan KT regresi genotipe jagung pada UML. MH-MK 2010.

Genotipe	Rataan	β_i	KT.G x E	KT.Reg
Musim Hujan (MH)				
g1	5,56	0,69	0,87	0,55
g2	6,89	1,22	0,16	0,28
g3	7,87	1,43	0,40	1,10
g4	7,95	1,70	0,96	2,85
g5	8,00	0,76	0,60	0,34
g6	8,19	1,92*	1,16	4,95
g7	6,80	-0,16*	1,45	7,78
g8	7,48	0,81	0,12	0,20
g9	5,74	0,62*	0,20	0,87
Rataan	7,16			
Musim Kemarau (MK)				
g1	6,14	0,89	0,96	0,09
g2	6,64	1,01	0,34	0,00
g3	7,68	1,06	0,24	0,03
g4	6,79	1,09	0,94	0,06
g5	8,70	1,48	0,62	1,64
g6	6,57	1,11	0,74	0,09
g7	7,40	0,76	0,90	0,40
g8	7,63	1,13	0,22	0,12
g9	5,93	0,47*	0,41	2,00
Rataan	7,05			
Gabungan (MH+MK)				
g1	5,85	0,78	0,98	0,64
g2	6,76	1,11	0,24	0,15
g3	7,77	1,23	0,30	0,70
g4	7,37	1,40	1,18	2,07
g5	8,35	1,13	0,75	0,21
g6	7,38	1,53	1,49	3,61
g7	7,10	0,33*	1,23	5,89
g8	7,56	0,98	0,18	0,01
g9	5,84	0,53*	0,31	2,92
Rataan	7,11			

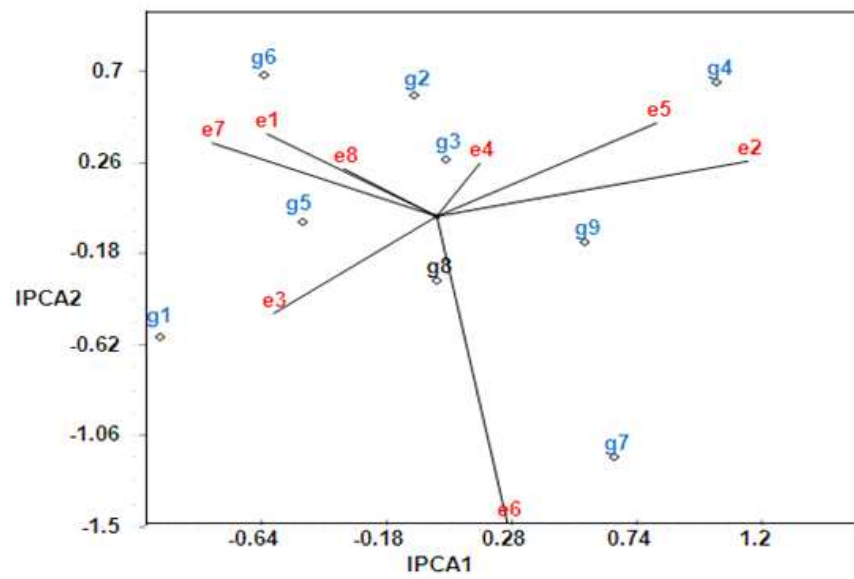
*: berbeda nyata taraf 5%

dan pada MK antara 5,93-8,70 t/ha dengan genotipe tertinggi adalah g5, g3 dan g8. Gabungan dua musim antara 5,84-8,35 dengan genotipe tertinggi adalah g5, g3 dan g8. KT regresi dan KT interaksi (G x E) menunjukkan bahwa genotipe paling stabil pada MH adalah g8 (7,48 t/ha) dan g5 (8,00 t/ha), genotipe g2 termasuk stabil, namun memiliki rata-rata hasil di bawah rata-rata lingkungan (6,89 t/ha), g6 merupakan genotipe yang spesifik lokasi. g7 dan g9 termasuk genotipe spesifik lokasi, namun hasilnya di bawah rata-rata lingkungan. Pada MK genotipe yang stabil adalah g3 (7,68 t/ha), g8 (7,63 t/ha) dan g7 (7,40 t/ha), g9 termasuk genotipe spesifik.

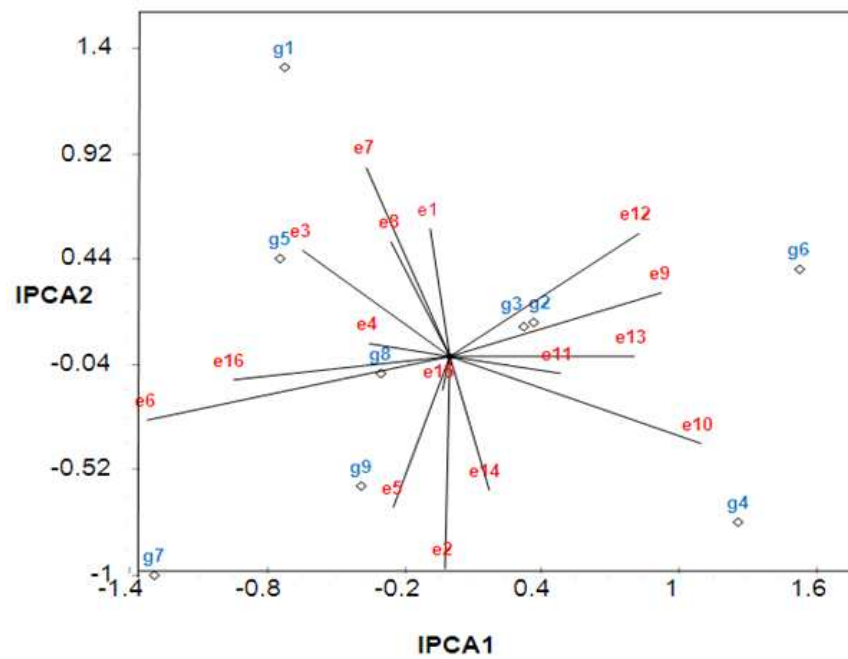
Kriteria genotipe stabil adalah genotipe yang memiliki nilai koefisien regresi (β_i) = 1 dengan galat baku, diikuti oleh nilai KT interaksi dan KT regresi semakin kecil atau mendekati 0. Genotipe yang tidak stabil atau spesifik lokasi memiliki nilai koefisien regresi > 1 dengan nilai galat baku, KT interaksi dan KT regresi yang semakin besar. Genotipe yang stabil namun memiliki rata-rata hasil lebih rendah dari semua rata-rata lingkungan tidak dapat terpilih sebagai calon varietas unggul (Nur 2007). Pada analisis ragam model AMMI pada MH terdapat satu model yang dapat dipertimbangkan dan berpengaruh nyata adalah AMMI 1, pada MK tidak terdapat model AMMI yang berpengaruh nyata, sedangkan gabungan MH dan MK semua komponen AMMI berpengaruh nyata dan sangat nyata. Hasil disajikan pada Gambar 12 (MH), Gambar 13 (MK) dan Gambar 14 (gabungan MH dan MK).



Gambar 2. Model AMMI 2 dari sembilan genotipe di delapan lingkungan pengujian musim hujan dengan tingkat kesesuaian 74,34%.



Gambar 13. Model AMMI 2 dari sembilan genotipe di delapan lingkungan pengujian musim kemarau dengan tingkat kesesuaian 65,8%.



Gambar 14. Model AMMI 2 dari sembilan genotipe di enam belas lingkungan pengujian musim hujan dan musim kemarau dengan tingkat kesesuaian 67,3%.

Berdasarkan keempat analisis stabilitas hasil yaitu uji t-Student, model Eberhart dan Russel, model Perkins dan Jink's, serta model AMMI dapat dikaji bahwa setiap macam analisis mempunyai keterandalan dalam menetapkan genotipe yang dianggap stabil untuk ditetapkan sebagai calon varietas. Model Eberhart dan Russel, serta model Perkins dan Jinks memilih genotipe tanpa mempertimbangkan rata-rata hasil genotipe terhadap rata-rata total selama UML. Varietas jagung fungsional yang dihasilkan Balitsereal adalah menggunakan kombinasi antara uji t-Student dengan penetapan model AMMI, yaitu genotipe terpilih jika uji t-Student menunjukkan koefisien regresi $\beta_i = 1$ nyata dengan simpangan baku mendekati nol, serta rata-rata hasil biji lebih tinggi dari rata-rata total (*grand mean*).

PRODUKSI BENIH, BUDI DAYA, DAN PENGUSULAN PELEPASAN VARIETAS

Produksi Benih

Setelah varietas dilepas, tahapan selanjutnya adalah memproduksi benih sumber untuk dikembangkan oleh produsen benih sehingga benih tersedia bagi petani. Kemurnian dan vigor benih varietas tetap harus terjaga, sehingga sifat, konstruksi genetik, karakter dan potensi hasil yang dimiliki varietas tidak berubah, sesuai dengan sifat varietas saat dilepas. Varietas yang mengalami kontaminasi akan berakibat terjadinya perubahan fenotipe dan genotipe yang berakibat terjadinya perubahan sifat dan kualitas biji, daya hasil, tekstur dan warna biji, tinggi tanaman dan tinggi letak tongkol, warna daun dan batang, dan bahkan ketahanan terhadap hama penyakit.

Produksi benih dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya melalui persilangan antartanaman (*sibbing*), persilangan kawin diri (*selfing*), perbanyakan dengan seleksi tongkol dari tanaman per baris (*ear to row*), perbanyakan dengan seleksi modifikasi tongkol dari tanaman per baris (*modified ear to row*), dan persilangan terbuka atau bersari bebas (*open pollinated*).

1. Persilangan antartanaman

Perbanyakan benih dilakukan dengan tahapan berikut:

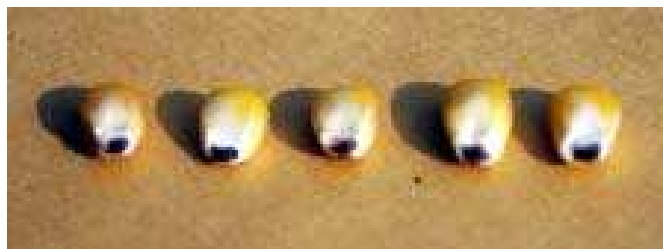
- a. Sumber benih adalah benih klas BS (*breeder seeds*/benih pemulia) minimal 250 tongkol, masing-masing tongkol tersimpan dalam kantong-kantong.
- b. Lahan terisolasi, dengan jarak 300 m, tidak ada tanaman jagung varietas lain, atau selisih waktu tanam 21 hari dari tanaman jagung varietas lain.
- c. Panjang barisan tanaman 5,0 m dan jarak tanam 75 cm x 25 cm, satu tanaman per rumpun, tanaman dipupuk dengan takaran 250 kg/ha urea, 100 kg/ha SP36 dan 100 kg/ha KCl, ditanam empat baris per kantong. Pemberian air, penyiangan, pembumbunan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) secara optimal.
- d. Pada fase generatif, dipilih tanaman sehat, kuat tidak rebah, dan tinggi tanaman seragam, pada tanaman yang terpilih dilakukan penutupan kelobot, setelah terlihat tonjolan bakal tongkol seperti pensil. Penutupan dilanjutkan pada malai bunga jantan jika telah mekar dengan mengeluarkan serbuk sari (bunga jantan) sekitar 25% atau saat lebah mulai bertengger. Malai yang telah ditutup

selama satu hari dipatahkan pada tangkainya, tepung sari pada kantong penutup digunakan untuk penyerbukan pada tongkol yang telah mengeluarkan rambut (bunga betina) panjang 2-3 cm. Pemilihan tanaman yang berbunganya sinkron, untuk penyerbukan dari satu malai untuk ke satu tongkol, kemudian tongkol yang telah diserbuki ditutup dengan kantong kerudung malainya dan di jepit kuat, agar pollen tidak jatuh/terbang. Persilangan dilakukan 900-1000 tanaman.

- e. Sebelum panen dilakukan cek biji dari tanaman yang tidak disilangkan, jika telah terdapat lapisan warna hitam (*black layer*) artinya tongkol dari tanaman yang disilangkan telah masak fisiologis dan siap untuk dipanen (Gambar 15).
- f. Hasil panen tongkol dijemur 4-5 hari, kemudian dipipil, biji pada bagian ujung dan pangkal tongkol dibuang masing-masing dua dan tiga baris. Hasil pipilan biji dimasukkan kedalam kantong dan dijemur kembali dua-tiga hari, hingga kandungan kadar air <12,0%. Kantong-kantong benih disimpan, benih yang dihasilkan dikategorikan sebagai benih inti (*nucleous seeds*). Seleksi dilakukan dengan memilih minimal 250 kantong dan disimpan dalam kaleng atau blek di ruang pendingin/*cold storage*.

2. Persilangan kawin diri

- a. Sumber benih adalah benih kelas BS (*breeder seeds*/benih pemulia) minimal 250 tongkol, yang masing-masing tongkol tersimpan dalam kantong-kantong.
- b. Lahan terisolasi, atau dalam jarak 300 m tidak ada tanaman jagung, atau berdekatan pertanaman jagung tetapi ditanam setelah atau sebelum 21 hari dari tanaman pokok produksi benih.
- c. Penanaman dengan panjang plot 5,0 m dan jarak tanam 75 cm x 25 cm satu tanaman per rumpun. Tanaman dipupuk 300 kg/ha urea, 100 kg/ha SP36, 100 kg/ha KCl. Pemberian air, penyiangan, pembumbunan dan pengendalian OPT dilakukan secara maksimal.



Gambar 15. Lapisan hitam (*black layer*) pada pangkal biji adalah penanda biji jagung sudah masak fisiologis, bisa dipanen untuk produksi benih.

- d. Pada fase generatif, dipilih tanaman yang sehat, kuat tidak rebah, tinggi tanaman seragam untuk dikawin diri. Penutupan kelobot dilakukan agar tidak diserbuki oleh pollen yang tidak diinginkan setelah terlihat tonjolan seperti pensil. Penutupan malai dilakukan jika tongkol yang ditutup telah keluar rambut (bunga betina) mencapai 2-3 cm. Pada saat itu serbuk sari (bunga jantan) mekar sekitar 25% atau terdapat lebah mulai bertengger. Bila bunga jantan telah mekar, kantong malai dipatahkan, penutup tongkol dibuka dan serbuk sari yang ada dalam kantong ditaburkan ke rambut pada tanaman yang sama. Selanjutnya kantong penutup tongkol dijepit kuat agar tidak jatuh/lepas. Pemilihan tanaman yang berbunganya sinkron untuk pelaksanaan kawin diri sangat berperan dalam produksi benih, dengan memilih tanaman yang mempunyai selisih umur bunga jantan dengan betina (*asi*) tidak lebih dari lima hari. Penyerbukan dengan nilai ASI (*anther silking interval*) > 5 hari tidak akan menghasilkan benih yang maksimal (Gambar 15-24).
- e. Sebelum panen dilakukan cek pada pangkal biji dari tanaman yang tidak dikawin diri, jika telah terdapat lapisan warna hitam (*black layer*) artinya tongkol yang dibungkus telah masak fisiologis dan siap untuk dipanen. Tongkol yang terbungkus dari hasil kawin diri diamankan untuk dijadikan benih.
- f. Tongkol-tongkol hasil silang diri dijemur 4-5 hari, kemudian dipipil biji dari setiap tongkol dan dimasukkan ke dalam kantong terpisah, biji pada bagian ujung dan pangkal tongkol dibuang masing-masing dua baris. Kandungan air benih harus <12,0% dan benih yang dihasilkan dikategorikan sebagai benih famili generasi S1 atau benih S1. Artinya benih telah diperbanyak secara *selfing* satu generasi. Selanjutnya jika dilakukan silang diri yang kedua kali maka benih yang dihasilkan sebagai benih generasi S2, tiga kali kawin diri hasil benihnya S3, dst.
- g. Benih dalam kantong dimasukkan ke dalam ruang pendingin atau *cold storage*
- h. Produksi benih dengan metode kawin diri (*selfing*) adalah untuk program perakitan hibrida. Semakin tinggi generasi *selfing* (Sn) semakin meningkat nilai *inbreeding*, keragaan tanaman semakin rendah seperti tinggi tanaman, tinggi tongkol, ukuran batang, termasuk hasil biji.



Gambar 16. Fase pertumbuhan tanaman generatif mulai memperlihatkan tongkol lonjong keluar seperti pensil pada ketiak daun.



Gambar 17. Tongkol dibungkus dengan kantong tongkol (*shoot bag*) atau kemasan plastik yang tidak mudah robek atau rusak jika terjadi hujan.



Gambar 18. Rambut jagung siap diserbuk.



Gambar 19. Malai mekar sekitar 50% serbuk sari telah terbentuk untuk siap dibungkus dengan kantong tassel (*tassel bag*).



Gambar 20. Malai dibungkus pada pagi hari mulai pukul 7.30-12.00.



Gambar 21. Malai telah dibungkus dengan kantong *tassel bag*, tiga kali lipatan, bagian bawah dilibat kuat agar serbuk sari tidak keluar, kemudian dijepit *paper clip*, dibiarkan satu hari.



Gambar 22. Malai yang telah terbungkus satu hari dipatahkan dengan hati-hati, tepung sari (pollen) dari dalam kantong diserbuki pada rambut tongkol.



Gambar 23. Proses penyerbukan sedang berlangsung, kantong malai dan rambut dibuka pelan, hati-hati dan harus tidak terkontaminasi. Jika serbuk sari berasal dari malai tanaman sama disebut kawin diri (*selfing*), dan jika berasal dari tanaman lain disebut kawin antartanaman (*sibbing*)



Gambar 24. Setelah dilakukan penyerbukan, tongkol ditutup rapat dengan kantong malainya sendiri dan dijepit agar tidak jatuh atau diterbangkan angin.

3. Perbanyak dengan seleksi tanaman sebaris per tongkol (*ear to row*)

- a. Sumber benih adalah benih inti atau benih pemulia minimal 250 tongkol, masing-masing tongkol tersimpan dalam bentuk kantong.
- b. Lahan terisolasi, atau jarak 300 m tanpa ada tanaman jagung, atau isolasi waktu tanam 21 hari.
- c. Setiap kantong diambil 25 biji sehingga terdapat 250×25 biji = 6.250 biji, disatukan/ dicampur (*bulk*,) yang akan digunakan sebagai tetua jantan (*pollinator*).
- d. Benih dari 250 kantong masing-masing ditanam satu baris untuk induk betina. Tetua jantan dari 6.250 biji ditanam berdampingan dengan tetua betina, pada panjang plot 5,0 m dan jarak tanam 75 x 25 cm satu tanaman per rumpun. Tanaman dipupuk dengan takaran Urea, SP36, KCl (300-100-100) kg/ha, panjang plot dapat dibuat sampai 10,0 m. Pemberian air, penyiangan, pembumbunan dan pengendalian OPT dilakukan secara maksimal.



Gambar 25. Produksi benih dengan metode seleksi baris per tongkol.

- e. Ratio tanam tetua jantan: betina dapat dipilih 1: 3; atau 2: 4; atau 2: 5 (Gambar 25).
- f. Setelah pembentukan malai atau saat memasuki fase generatif, malai barisan tanaman tetua betina dicabut (*detaselling*); waktu pencabutan malai ditandai saat malai mulai terlihat dalam gulungan daun bendera sebelum mekar keluar. Penyerbukan terhadap tetua betina, pollen berasal dari barisan tanaman tetua jantan atau pollinator.
- g. Seleksi (*rougging*) secara berkala mulai fase vegetatif yaitu tiga, dan enam minggu setelah tanam, tanaman yang menyimpang dicabut. Pada fase generatif yaitu saat malai mulai mengeluarkan serbuk sari, pilih tanaman yang warna malai dan rambut tongkolnya seragam, sesuai deskripsi. Tanaman yang warna malai dan rambut tongkolnya menyimpang, dicabut. Pada waktu tongkol telah terbentuk di *rougging* pada penutupan kelobot (*husc cover*), dibuang tanaman yang tongkolnya terbuka. Terakhir saat panen dipilih tongkol sehat, barisan biji lurus, warna biji seragam, tekstur dan ukuran tongkol relatif sama.
- h. Menjelang panen dilakukan cek pada pangkal biji dari barisan tanaman tetua betina dan tetua jantan; jika telah terdapat lapisan warna hitam (*black layer*) artinya tongkol telah masak fisiologis dan siap untuk dipanen. Barisan tetua jantan dipanen lebih awal untuk menghindari terjadinya campuran tongkol dengan tetua betina.
- i. Tongkol-tongkol hasil seleksi dari tetua betina dijemur 4-5 hari kemudian dipipil dan hasil pipilan disatukan/dicampur. Pada waktu pemipilan biji bagian ujung dan pangkal tongkol dibuang masing-masing dua dan tiga baris. Apabila tersedia mesin, benih dipilih menggunakan mesin *sortir* berdasarkan ukuran lubang dan tekstur benih tertentu. Hasil pipilan dijemur kembali dua-tiga hari, hingga

kandungan air <12,0%, benih dikemas dalam karung bobot 2,0 kg; 6,0 dan 10 kg per *packing*, untuk dimasukkan pada ruang pendingin/*cold storage*. Tanaman produksi benih yang telah dilakukan *rougging*, seleksi, dan sortir benih setelah pengepakan dihasilkan benih sekitar 2,5-3,0 t/ha. Benih yang dihasilkan dikategorikan sebagai klas benih pemulia (*BS/breeder seeds*).

4. Perbanyak dengan seleksi modifikasi tanaman sebaris per tongkol (*modified ear to row*)

Metode pelaksanaan sama dengan ad c, yang membedakan adalah pemakaian tetua jantan (*pollinator*) dipilih 20-25 tongkol terbaik dari benih inti kemudian dicampur (*bulk*). Kegiatan secara rinci adalah:

- a. Sumber benih dari benih inti minimal 250 tongkol yang tersimpan dalam bentuk kantong-kantong untuk barisan induk betina dan 20-25 tongkol terbaik untuk induk jantan.
- b. Lahan harus terisolasi, dapat dilakukan dengan jarak 300 m tidak ada tanaman jagung, atau berdekatan pertanaman jagung tetapi ditanam setelah 21 hari dari tanaman pokok yang akan diproduksi.
- c. Tongkol untuk induk jantan yang terpilih 20-25 tongkol dipipil dan dicampur (*bulk*).
- d. Benih berasal dari 250 kantong untuk tetua betina ditanam. Benih untuk tetua jantan ditanam berdampingan dengan tetua betina. Panjang plot 5,0 m dan jarak tanam 75 cm x 25 cm satu tanaman per rumpun, dipupuk Urea, SP36, KCl (300-100-100) kg/ha. Panjang plot dapat dibuat sampai 10,0 m. Pemberian air, penyiangan, pembumbunan dan pengendalian OPT dilakukan secara maksimal.
- e. Ratio tanam untuk tetua jantan: betina dapat dipilih 1: 3; 2: 4; atau 2: 5.
- f. Pada awal pembentukan malai atau saat memasuki fase generatif, malai barisan tanaman tetua betina dicabut (*detaselling*). Fase ini ditandai saat bakal malai mulai terlihat dalam gulungan daun bendera, penyerbukan oleh induk jantan berasal dari barisan tanaman *pollinator*.
- g. Seleksi (*roguing*) secara berkala dilakukan mulai fase vegetatif, yaitu tiga dan enam minggu setelah tanam, tanaman yang menyimpang dicabut. Pada fase generatif yaitu saat malai mulai mengeluarkan serbuk sari, pilih tanaman yang warna malai dan warna rambut tongkol seragam sesuai deskripsi tanaman. Setelah penyerbukan dan terbentuk tongkol di *roguing* pada penutupan kelobot (*husk cover*), dibuang tongkol yang terbuka atau kelobotnya tidak menutup dan pada waktu panen dipilih tongkol sehat, barisan biji lurus, warna biji seragam, tekstur dan ukuran tongkol relatif sama.

- h. Sebelum tongkol dipanen dilakukan chek pada pangkal biji dari barisan tanaman tetua betina, jika telah terdapat lapisan warna hitam (*black layer*) artinya tongkol telah masak fisiologis dan siap untuk dipanen. Tongkol dari tetua jantan dapat dipanen lebih awal untuk menghindari terjadinya campuran tongkol dengan induk betina tanpa menunggu terlihatnya *black layer* pada biji.
- i. Tongkol-tongkol berasal dari tetua betina yang terpilih dijemur 4-5 hari, kemudian dipipil dan dicampur. Sortir biji pada bagian ujung dan pangkal tongkol, dibuang biji-biji kecil masing-masing dua dan tiga baris. Apabila tersedia mesin, benih dipilih menggunakan mesin *sortir*, sesuai dengan ukuran lubang ayakan. Benih hasil pipilan dijemur kembali dua-tiga hari, hingga kadar air <12,0%. Benih dikemas dalam karung dengan bobot dua; lima; atau 10 kg per packing untuk dimasukkan pada ruang pendingin/*cold storage*. Tanaman produksi benih setelah *diroguing*, seleksi, dan sortir benih, dapat dihasilkan benih 2,5-3,0 t/ha, dan benih dikategorikan sebagai klas benih pemulia (*BS/breeder seeds*).

5. Persilangan terbuka (*open pollinated*)

- a. Benih sumber berupa 10,0 kg klas BS, yaitu untuk ditanam seluas 0,5 ha. Kebutuhan benih untuk memproduksi secara persarian terbuka adalah 20 kg/ha.
- b. Lahan terisolasi, atau jarak 300 m tidak ada tanaman jagung, atau berdekatan pertanaman jagung tetapi ditanam setelah atau sebelum 21 hari dari tanaman benih yang akan diproduksi.
- c. Jarak tanam 75 x 25 cm satu tanaman per rumpun, dipupuk dengan takaran Urea, SP36, KCl (300-100-100) kg/ha. Pemberian air, penyiangan, pembumbunan, dan pengendalian OPT dilaksanakan secara maksimal.
- d. Seleksi (*roguing*) dilakukan secara berkala mulai fase vegetatif yaitu tiga dan enam minggu setelah tanam, dicabut tanaman yang menyimpang. Pada fase generatif, yaitu saat malai mulai mengeluarkan serbuk sari, dipilih tanaman yang warna malai dan warna rambut tongkolnya seragam sesuai diskripsi tanaman, kemudian setelah penyerbukan selesai dan tongkol terbentuk di *roguing* berdasarkan penutupan kelobot (*husk cover*). Tanaman yang tongkolnya terbuka dibuang. Terakhir saat panen dipilih tongkol sehat, barisan biji lurus, warna biji seragam, tekstur dan ukuran tongkol relatif sama.
- e. Sebelum panen dilakukan chek pangkal biji dari beberapa barisan tanaman. Jika telah terdapat lapisan warna hitam (*black layer*) pada pangkal biji, artinya tongkol telah masak fisiologis dan siap untuk dipanen.

- f. Tongkol-tongkol hasil dari seleksi dijemur 4-5 hari kemudian dipipil, biji pada ujung dan pangkal tongkol dibuang masing-masing dua dan tiga baris. Benih dipilih menggunakan mesin *sortir* dengan ukuran lubang tekstur benih tertentu. Hasil pipilan dijemur kembali dua-tiga hari, sehingga kandungan air < 12,0%. Benih yang diperoleh diamankan dan dikemas dalam karung mulai dari bobot dua; lima; dan 10 kg per packing untuk dimasukkan pada ruang pendingin/*cold storage*. Hasil dari *roguing*, seleksi, dan sortir benih setelah pengepakan dapat diperoleh benih 4,5-5,0 t/ha, dan benih dikategorikan sebagai klas benih dasar (*FS/foundation seeds*)
- g. Jika benih yang dihasilkan (klas FS) ditanam kembali untuk produksi benih maka klas benih yang dihasilkan adalah klas benih pokok (*SS/stock seeds*), dan dari benih klas SS bila diperbanyak akan menghasilkan klas benih sebar (*ES/extension seeds*).

Pada Tabel 44 berikut disajikan alur penyediaan benih serta Institusi pelaksana dalam memproduksi benih jagung.

Secara umum prosedur dalam memproduksi dan memurnikan benih jagung adalah sebagai berikut:

- Benih sumber vigor dan daya tumbuhnya > 90%.
- Perlakuan benih dengan fungisida metalaxy (saromil atau ridomil) menghindari penyakit bulai.
- Pengolahan tanah secara sempurna dibajak dan disusul penggemburan bongkah tanah sampai gembur atau tanpa olah tanah (TOT) diiringi dengan aplikasi herbisida pada tanah dengan tekstur ringan/lempung berpasir. Tanah bertekstur dengan kandungan liat tinggi dianjurkan dilakukan pengolahan tanah sempurna.

Tabel 44. Alur penyediaan benih jagung dan institusi pelaku sampai benih ke petani.

Benih sumber	Klas benih	Pelaku (produsen)
NS/BS	BS	Balitsereal/Pemulia
BS/BD	BD (FS)	Balitsereal, BPTP, BBI, BUMN, Swasta (Perusahaan benih perorangan)
BD/BP	BP (SS)	Balitsereal, BPTP, BBI, BBU, BUMN, Swasta
BP/BR	BR (ES)	Produsen benih (BUMN/Swasta)
	BR (ES)	Petani pengguna

NS: benih inti (*nucleous seed*)

BS: benih sumber (*breeder seed*, benih pemulia)

BD: benih dasar (*FS: foundation seed*)

BP: benih pokok (*SS: stock seed*)

BR: benih sebar (*ES: extension seed*)

- Jarak tanam 75 cm x 25 cm atau 75 cm x 50 cm satu atau dua tanaman per rumpun.
- Pemupukan urea-SP36-KCl (300-100-100) kg/ha diaplikasi 7 hari setelah tanam (HST). Urea sepertiga bagian ditambah seluruh takaran SP36 dan KCl, dicampur rata kemudian ditugal di samping tanaman dan ditutup. Pemupukan kedua empat minggu setelah tanam (MST) dan ketiga tujuh MST masing masing sepertiga bagian dari takaran urea.
- Furadan 3G diberikan pada pucuk-pucuk tanaman berumur 20 HST, apabila lalat bibit bersifat endemis.
- Penyiangan dan pembumbunan tiga kali pada masa 10, 30 dan 55 HST.
- Pengairan diberikan bila tidak ada hujan, minimal sekali dalam seminggu sampai menjelang panen. Pengairan sangat penting selama masa penyerbukan, jika tanaman tercekam kekeringan tidak memproduksi serbuk sari.
- Panen dilakukan pada saat biji masak fisiologis, yaitu setelah terlihat lapisan hitam di pangkal biji.
- Pengeringan sampai kadar air benih < 12%, benih disimpan atau di kemas untuk disebar ke penangkar benih.
- Benih disimpan di ruang pendingin/*cold storage*, bila belum akan digunakan.

Budi Daya

Jagung dapat ditanam mulai dari dataran rendah sampai dataran sedang, atau pada ketinggian 0-800 m dpl, dapat dikembangkan pada wilayah tropis sampai subtropis. Menanam jagung pada dataran tinggi (>800 m dpl) akan berakibat tanaman berumur dalam, atau masa panen mencapai 150-160 hari. Pada dataran rendah umumnya umur panen 95-110 hari. Berdasarkan umur panen, jagung dibedakan atas tanaman berumur genjah yakni < 90 hari, tanaman berumur sedang yakni 90-100 hari dan berumur dalam yakni > 100 hari. Jagung harus mendapatkan sinar matahari cukup selama masa pertumbuhannya, tanaman teraungi akan terhambat pertumbuhannya dan tanaman akan sangat tinggi (*etiolasi*) serta hasil akan rendah. Terdapat korelasi kuat antara hasil jagung dengan umur, temperatur, serta penyebaran curah hujan. Semakin dalam umur tanaman maka hasil juga akan semakin tinggi, jika komponen lingkungan tumbuh mendukung secara optimal yakni mendapat intensitas radiasi/penyinaran penuh, pupuk optimal, cukup air, disiangi dan tidak terserang OPT terutama penyakit bulai.

Jagung adalah tanaman C4, memerlukan intensitas radiasi surya dan suhu tinggi, transpirasi dan curah hujan rendah dengan cahaya musiman tinggi, dan struktur tanah yang gembur. Sifat fisiologis dan anatomis yang dimiliki jagung sebagai tanaman C4 merupakan dasar perakitan varietas unggul untuk dilakukan seleksi pada cekaman biotik dan abiotik dengan daya adaptasi yang tinggi dibanding komoditas pangan lainnya. Dewasa ini faktor iklim, terutama penyebaran curah hujan yang tidak menentu, mengakibatkan ketersediaan kelembaban tanah tidak menentu, sehingga berbagai komoditas tanaman pangan, termasuk jagung, perolehan hasilnya tidak maksimal (Sumarno *et al.* 2008).

1. **Penyiapan lahan.** Jagung umumnya ditanam di dataran rendah, baik di ladang/tegalan, sawah tadah hujan atau sawah beririgasi. Pola tanam pada lahan ladang untuk komoditas jagung adalah menanam benih pada awal musim hujan dan panen menjelang pada akhir musim hujan. Bila hujannya panjang, dapat menanam jagung dua musim pertahun. Pada lahan sawah, jagung ditanam pada awal musim kemarau setelah panen padi. Lahan sebaiknya diolah secara sempurna, yakni dengan membajak satu kali, disusul garu dua kali sampai tanah gembur untuk siap ditanami. Tanam tanpa olah tanah tetapi dengan bantuan herbisida juga dapat memberikan hasil yang tinggi. Herbisida yang dapat dianjurkan adalah jenis herbisida pra/sebelum tanam (*pre emergence*) atau herbisida kontak misalnya, Roundup, Ronstar 250 EC, dan Gramaxon. Herbisida setelah tanam (*post emergence*) contoh herbisida yang dapat digunakan adalah Polaris.
2. **Tanam.** Varietas dan mutu benih sangat menentukan besarnya hasil panen. Benih jagung untuk tanam, disarankan diuji terlebih dahulu daya tumbuhnya. Benih dengan daya tumbuh >90% cukup baik untuk ditanam satu biji per lubang, sedangkan bila <90,0% ditanam dua biji per lubang. Jarak tanam yang dianjurkan 75 x 25 cm untuk satu tanaman perumpun atau 75 x 50 cm dua tanaman per rumpun. Jagung umur sangat genjah (<90 hari) 75 x 20 cm atau 75 x 40 cm masing-masing untuk satu atau dua tanaman per rumpun. Tali jarak tanam digunakan sebagai alat bantu tanam agar pertanaman lurus dan populasi per ha mencapai optimum. Penyulaman bila diperlukan dilakukan pada umur 7-8 HST.
3. **Pemupukan.** Rekomendasi umum pemupukan jagung adalah Urea-SP36-KCl (300-200-100) kg/ha. Waktu pemberian pupuk sebanyak tiga kali, saat tanam atau 7 HST Urea 100 kg ditambah seluruh SP36 dan KCl. Pemupukan kedua 25-30 HST, Urea 100 kg/ha, dan terakhir Urea 100 kg/ha saat menjelang keluar malai (45-50 HST). Penggunaan 5-10 t/ha pupuk kandang, jika tersedia sangat dianjurkan agar kesuburan tanah terjaga dan hasil maksimal dapat dicapai. Penggunaan pupuk kandang dapat

mengurangi dosis pupuk Urea sampai 50%. Pokharel *et al.* (2010) melaporkan bahwa ada korelasi positif antara hasil jagung dengan pemupukan nitrogen, populasi tanaman dan jenis tanah. Aplikasi 150 kg N per ha pada jagung bersari bebas (OP) meningkatkan hasil sampai 30% dibanding dengan takaran 30 kg N per ha, pupuk dasar 60 kg P₂O₅, dan 40 kg K₂O. Cara pemberian pupuk dengan menugal disamping lubang tanam, dan (5-10 cm) disamping tanaman pada kondisi lahan basah atau sesaat setelah hujan. Jika tanah dalam kondisi kering atau diperkirakan tidak ada hujan, pemupukan perlu ditunda.

4. **Penyiangan dan pembumbunan.** Penyiangan dilakukan sesuai dengan perkembangan gulma. Penyiangan pertama pada 14-20 HST dan penyiangan kedua saat tanaman memasuki fase generatif. Setiap penyiangan sambil dilakukan pembumbunan. Penyiangan terakhir dilakukan saat tanaman bunganya selesai menyerbuk, dan dapat dilakukan dengan kombinasi aplikasi herbisida kontak dan sistemik pada bagian bawah rimbunan daun jagung. Aplikasi herbisida disarankan hanya jika tenaga kerja tidak tersedia, dan diupayakan tidak mengenai daun tanaman. Varietas jagung fungsional tergolong peka terhadap herbisida, sehingga diperlukan kehati-hatian dalam menggunakan herbisida.
5. **Pengairan.** Tanaman jagung tergolong tahan kekeringan sehingga tidak memerlukan air dalam jumlah banyak. Jika hujan tidak cukup, maka pemberian air diperlukan, pertama menjelang tanam, kedua 10-14 HST, yakni saat akan mumupuk kedua. Penyiraman berikutnya dilakukan sesuai keadaan pertanaman dan jenis tanah, atau cukup satu kali setiap minggu. Jika tanah mengandung liat tinggi maka air akan lebih lama terikat sehingga pemberian air lebih sedikit, dibanding tanah bertekstur pasir/lempung. Fase kritis keperluan air untuk jagung adalah saat fase penyerbukan; jika air tidak tersedia, maka jumlah pollen yang dihasilkan akan sangat berkurang bahkan tidak dihasilkan sehingga penyerbukan menjadi gagal atau tidak sempurna, akibatnya tanaman berproduksi sedikit (Fisher *et al.* 1981). Terdapat sejumlah varietas yang tahan cekaman kering yaitu varietas Anoman 1, dan Lamuru.
6. **Pengendalian penyakit dan hama.** Di lahan dataran rendah tropis, penyakit utama pada jagung adalah bulai (*Peronosclerospora sp.*), diikuti oleh bercak daun (*Bipolaris maydis*); karat (*Puccinia sp.*), dan busuk upik daun (*Rhizoctonia solani*). Pada lingkungan dataran tinggi, penyakit utama adalah hawar daun (*Helminthosporium turcicum*). Tanaman yang terserang bulai praktis tidak akan memberikan hasil, sedangkan bercak daun, hawar daun, karat dan busuk upik daun, tanaman masih dapat memberikan hasil walaupun tidak maksimal. Pencegahan penyakit dapat dilakukan dengan menggunakan varietas unggul toleran penyakit. Varietas bersari bebas yang tergolong toleran penyakit bulai adalah

Lagaligo dan hibrida Bima 3. Hama utama pada tanaman jagung, diantaranya adalah penggerek batang (*Ostrinia furnacalis*), dicegah dengan aplikasi Furadan 3 G pada pucuk daun sebanyak 4-8 butir/tanaman. Pada lahan beriklim kering, invasi belalang dan tikus dapat menghabiskan seluruh bagian pertanaman. Upaya pengendalian hama dan penyakit secara umum adalah mengupayakan agar lahan pertanaman bersih dari gulma dan semak-semak disekitar tanaman.

7. **Panen dan Proseking.** Panen dilakukan setelah tongkol dan biji masak fisiologis (100-115 hari), yang ditandai dengan mengeringnya daun dan kelobot, biji keras, bernas, mengkilap, dan terdapat titik hitam (*black layer*) pada pangkal biji. Pada kondisi siap panen kadar air biji biasanya 20-25%. Panen dapat dilakukan secara manual dengan mematahkan pangkal tongkol dari batang, langsung dikupas dan dijemur 4-5 hari kemudian dipipil, dan dijemur kembali 2-3 hari. Pada kondisi kadar air <12,0% biji jagung dapat disimpan untuk selanjutnya menjadi benih, dikonsumsi atau dipasarkan.
8. **Penyimpanan.** Kegiatan penyimpanan biji jagung merupakan salah satu tahapan yang penting, karena dapat mengakibatkan kualitas benih menurun atau terserang kumbang bubuk (*Sitophilus sp.*). Jagung yang sudah dipanen dapat disimpan sesuai kebutuhan, jika untuk segera dijual maka tidak perlu dilakukan penyimpanan. Jika biji jagung untuk konsumsi secara bertahap, maka yang pertama dilakukan adalah biji harus berkadar air <12,0%. Selanjutnya dapat disimpan dengan cara tanpa mengupas seluruh daun kelobot, diikat dengan daun kelobot luar per 10 tongkol dan disimpan diatas bubungan dapur. Sistem penyimpanan seperti ini dapat bertahan 5-6 bulan tanpa kerusakan pada biji.
9. **Pendugaan hasil.** Hasil biji tanaman jagung dapat diduga dengan formula:

$$Y = (10.000/LP) \times ((100-ka)/85) \times BP \times C$$

Keterangan

Y = Hasil biji (kg/ha) pada kadar air 15%

LP = Luas ubinan saat panen (m²)

ka. = Kadar air saat panen, %

BP = Bobot tongkol kupasan, kg dari panen ubunan

C = Rendamen (*shelling percentage*) dari tongkol menjadi biji
(C=0,8 untuk ketetapan CIMMYT)

Pengusulan Pelepasan Varietas

Setelah dilakukan serangkaian seleksi dan perbaikan populasi diikuti uji daya hasil untuk menghasilkan varietas, prosedur selanjutnya harus mengacu pada ketentuan Tim Penilai dan Pelepas Varietas (TP2V). Berikut sejumlah acuan/prosedur dalam usulan pelepasan varietas untuk tanaman jagung (BBN 2012):

1. Sebelum melakukan penelitian uji multi lokasi (UML) harus melaporkan secara tertulis kepada ketua Badan Benih Nasional.
2. UML dilakukan minimal pada total unit 16 lingkungan, masing-masing 8 unit pada musim hujan dan 8 unit pada musim kemarau, ditempatkan pada sentra jagung dengan ekosistem yang berbeda. Pengujian jagung pulut cukup pada 8 lingkungan masing-masing 4 unit pada MH dan 4 unit pada MK. Pelaksanaan percobaan harus mengacu pada kaidah rancangan percobaan yang bersifat ilmiah.
3. Uji ketahanan hama dan penyakit harus dilaksanakan oleh peneliti ahli hama/ penyakit dari Instansi/Lembaga resmi Pemerintah atau Swasta.
 - Hama utama : Penggerek tongkol
 - Penyakit utama : Bulai, Karat dan Hawar daun
4. Uji mutu hasil harus dilaksanakan oleh peneliti dari Instansi/Lembaga resmi Pemerintah atau Swasta yang kompeten/resmi. Komponen mutu hasil yang perlu diuji adalah karbohidrat, kadar protein, kadar lemak. Jagung pulut ditambah dengan amilosa. Jagung fungsional QPM: lisin, triptofan. Jagung Provit A: beta carotene
5. Usulan pelepasan varietas perlu mencantumkan silsilah serta deskripsi materi genetik yang diunggulkan termasuk tetua (*parent line*) dan mencantumkan matriks unggulan dibanding materi *reference* atau varietas chek.
6. Ketersediaan benih penjenis untuk pelepasan varietas jagung bersari bebas minimal 50,0 kg, dan untuk hibrida ketersediaan benih masing-masing tetua inbrida 25 kg.
7. Usulan pelepasan varietas ditulis mengikuti format baku.
8. Dokumen usulan berupa risalah lengkap dikirimkan kepada Ketua Badan Nasional, via Ketua/Sekretariat TP2V Direktorat Benih. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- BBN (Badan Benih Nasional). 2012. Prosedur Pelepasan Varietas Tanaman Pangan. Badan Benih Nasional. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- BB Pascapanen. 2009. Laporan Pengujian Laboratorium. Jagung Fungsional Provit A. Beta Carotene. No.374/LBBPSC/X/09. Bogor.
- BB Pascapanen. 2011. Laporan Pengujian Laboratorium. Jagung Fungsional Provit A. Beta Carotene. No.33c/LBBPSC/VIII/11. Bogor.
- BB Pascapanen. 2013. Laporan Pengujian Laboratorium. Jagung Fungsional Pulut. Amilosa, Karbohidrat, Protein, Lemak. No.9/LBBPSC/IX/13. Bogor.
- Bjarnason. M. and S. K. Vasal. 1992. Breeding of QPM. CIMMYT. Lisboa 27. D. F. Meksiko:182.
- Balitsereal, 2005. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Edisi empat. Puslitbangtan. Balitsereal.
- Bourlaug. N. 1992. Potential role of Quality Protein Maize in Sub Saharan Africa. Departement of soils and crops Texas A&M. University college station. The American association of cereal chemists St. Paul. Minnesota. USA:94-95.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2012. Statistik Indonesia 2011/2012. Badan Pusat Statistik. Jakarta Indonesia. Jakarta – Indonesia.
- Bwibo N. O., Neumann C. G., 2003. Supplement: Animal source food to Improve Micronutrient Nutrition in Developing Countries. The American Society for Nutritional science. J. Nutr. 133-3936S-3940S. The journal of nutrition.
- CAAS – CIMMYT. 2007. Official Release of the First QPM Hybrid Variety Zhongdan 9409. Chinese Academy of Agricultural Sciences. Gunzhou
- CIMMYT. 2007. Soil and Plant Analysis Laboratory. Improvement Center International Maize and Wheat. Received October 17. 2007. ElBatan Meksiko.
- Cochran. W. G., and G. M. Cox. 1957. Experimental Designs. 2nd John Wiley&Sons. New York. p.550.
- Cong Khan N., West C. E., Pee A D., Bosch D., Phung H D., Hulshof P Jm., Khoi H H., Verhoef H., and Hautvast GAJ., 2007. The contribution of plant foods to the Vitamin A supply of lactating women in Vietnam: a randomized controlled trial. American Journal of Clinical Nutrition 85(4):1112-1120.

- Cordova. H. and S. Pandey. 2002. QPM Project Description. Testing unit. CIMMYT. Lisboa 27. D.F. Mexsico:2.
- Crossa. J. J., Cornelius. P. L., Yan. W., 2012. Biplots of Linier-Bilinier Models for Studying Cross over Genotype x Environment Interaction. *Crop Science* 42(2):619-633.
- Deskripsi Varietas Unggul Jagung. 2012. Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kementerian Pertanian.
- Djamaluddin dan M. Yasin HG., 2008. Konversi inbred tetua jagung hibrida menggunakan donor jagung QPM gen opaque-2. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. Puslitbangtan Bogor* 27(1):18-23.
- Edmeades. G. O., J. Bolanos., and H. R. Lafitte., 1992. Progress in Breeding for Drought Tolerance in Maize. *Proceeding of the 47th. Annual Corn and Sorghum Industry Research Conference. ASTA. Washington. D. C.*
- Fan X., Jing Tan., H. Chen, J. Yang., Y. Huang., Z Duan amg C Xu. 2005. Analysis of combining ability of effect QPM inbreds for the main agronomic characters. *Proceedings of the ninth Asian Regional Maize Workshop. Sept 5-9, 2005. CAAS China. CIMMYT. Beijing China. p. 247.*
- Fisher. K.S., E.C. Johnson., and G.O. Edmeades., 1981. Breeding and Selection for Drought Resistance in Tropical Maize. *CIMMYT El Batan. Mexico. p. 1-16.*
- Gauch. Jr. H. G. 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials: AMMI Analysis of Factorial Design.* Cornell University. Elsevier. AMSTerdam. p.56.
- Godawat S. I., L. Scheena L., K. B. Shukla, and Dilip Singh. 2008 Heterosis for morphophysiological traits associated with drought tolerance in maize. *Proceeding of the 10th ARMW. Makassar. Indonesia. Oct 20-23, 2008. p. 68.*
- Gomez. K. A., and A. A. Gomez., 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd. An IRRI Book.* John Wiley & Sons. Singapore. 441.
- Granados. G., 2002. Population Improvement of Maize. *Maize Breeding Devision of CIMMYT. Adiestramiento en maize. CIMMYT El Batan Mexico. p.2.*
- Griffing's, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. *Division of Plant Industry. CSJBO. Canberra. A. C. T.*
- Hallauer. A. R., and J. B. Miranda. Fo. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd. Iowa State University Press/Amess. p. 159.*

- Health News. 2003. Vitamin A, Lebih dari Sekedar Mencegah Kebutaan. Cybermed/ 0/0/5/1792. Ptofriend. Health.
- Huang Y., Mengliang Tian, Yongjian Liu, and Tianghao Rong. 2005. Speciation in Waxy Corn: Evidence From the Globulin-1 Gene. Proceedings of the Ninth Asian Regional Maize Workshop. September 5-9. Beijing China. p. 237.
- Jugenheimer. R. W., 1985. Corn Improvement. Seed Production. and Uses. Robert E Krieger Publishing Company Malabar. Florida.
- Kasim, F., M. Yasin HG., Azrai, M. Pabendon, A. Takdir, Efendi R., Subekti., N. A., Iriany. N., Wargiono, J. Mejaya, dan M.J. Dahlan. M. 2004. Usulan Pelepasan Varietas Unggul Jagung Bermutu Protein Tinggi. Balitsereal. Maros.
- King. J. G., and G. Edmeades. 1997. Morphology and growth of maize. IITA/ CIMMYT. Research guide 9. El Batan Mexico. p. 8.
- KNP (Komisi Nasional Plasma Nutfah). 2004. Traktat Internasional Sumber Daya Genetik Tanaman . Untuk Pangan dan Pertanian. Kumpulan Bahan Ratifikasi, Departemen Pertanian. P.74.
- Mertz. E.T. 1992. Discovery of High Lysine, High Tryptophan Cereals. Departement of Agronomy. Purdue University West Lafayette. Indiana. The American Association of Cereal Chemists St. Paul. Minnesota. USA:94-95.
- Nissen, O. 1990. MSTATC. A Microcomputer Program for the Design, Management and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University. Nortway.
- Nur Amin, M. Isnaeni, R.N. Iriany, dan A. Takdir. 2007. Stabilitas Komponen Hasil Sebagai Indikator Stabilitas Hasil Genotipe Jagung Hibrida. Jurnal Penelitian Pertanian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Puslitbangtan Bogor 26(2).
- Nutra. 2008. ALA Can Benefit Dry Eye Syndrome. News head lines Research. Ingredients. Corn. Breaking news on Supplements & Nutrition-Nort America.
- Pabendon, M. B., M. Azrai, M.J. Mejaya, dan Sutrisno. 2010. Genetic diversity of quality protein maize and normal maize inbred as revealed by SSR markers and its relationship with the hybrid performance. Indonesian Journal of agriculture. 3(2).
- Pixley, K.V. and M. S. Bjarnason. 1993. Combining Ability for Yield and Protein Quality among Modified Endosperm Opaque-2 Tropical Maize Inbreds. Crop Science 33:1232.
- Pixley. K.V. and M.S. Bjarnason. 1994. Pollen Parent Effects on Protein Quality and Endosperm Modification of QPM. Crop Science 34:404-409.

- Pixley, K., Beck, D., Palacios, N., Gunaratna N., Guimaraes P. E., Menkir, A., White W. S., Nestel, P., and Rocheford. 2005. Opportunities and Strategies for Biofertilized Maize. Proceedings of the Ninth Asian Regional Maize Workshop. September 5-9, 2005. Beijing, China. China Agricultural Science and Technology Press; 219-223.
- Pixley K., Palacios N., Rocheford T., R. Bahu. and J. Yan. 2010. Agriculture for Nutrition: Maize Biofertilization Strategies and Progress. Proceedings of the Tenth Asian Regional Maize Workshop. October 20-23, 2008. Makassar Indonesia.
- Pokharel, B. B., S. K. Sah., L. P. Amgain, L. P., and B. R. Ojka. 2010. Response of Promising Maize Cultivars to Different Nitrogen Level in Winter. Proceedings of the Tenth Asian Regional Maize Workshop. October 20-23, 2008. Makassar Indonesia.
- Prasanna, B. B., S. K. Vasal., B. Kassahum, and N.N. Singh. 2001. Quality Protein Maize.. Current Science 81(10):1316.
- Science Dailly. 2008. Science News. Economical way to Boost Vitamin A Conternt of Corn Found. Your source for the Latest Research news. USA.
- Singh, R. K., and Chaudhary, R. D. 1985. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers. Kamia Nagar. India: p.253.
- Snedecor, G. W. 1946. Statistical Methods. Applied to Experiments in Agriculture and Biology. 4 th. The Iowa State College Press. Iowa. p.35.
- Stoskopf, N. C., Tomes, D. T., and Christie B. R. 1993. Plant Breeding. Westview Press. Oxford. p.475.
- Suarni dan S. Widowati. 2007. Sturuktur. Komposisi. dan Nutrisi Jagung. Jagung. Teknik Produksi dan Pengembangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. p. 410.
- Subekti, N. A., and A. M. Salazar. 2007. Diallel analysis of resistance to bacterial stalk rot (*Pectobacterium chrysant hemi pv. zea* Burk., *mcFad. And Dim*) in corn (*Zea mays* L.). Indonesian Journal of agricultural Science. 8(2).
- Sullivan, J. S., D. A. Knabe, A. J. Bockhold, and E. J. Gregg. 1988. Nutrituional value of QPM and food corn for started and growth pigs. Texas A&M. Animal science. University college station:1285.

- Sumarno, J. Wargiono, U. G. Kartasasmita, A Hasanuddin. 2008. Anomali Iklim 2006/2007 dan Saran Kebijakan Teknis Pencapaian Target produksi Padi. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol 3. no 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. p. 69.
- Sumarno dan N. Zuraida. 2004. Pengelolaan plasma nutfah terintegrasi dengan program pemuliaan dan industri benih. *Prosiding simposium Perhimpunan ilmu pemuliaan Indonesia (Peripi, 2004)* Bogor.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan S. Yuniarti. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Vasal. S. K. 2000. *High Quality Protein corn. Specialty Corn*. CRC. Press. CIMMYT. Lisboa 27. D. F. Mexico. Tokyo:81.
- Vasal. S. K., 2000a. *The Quality Protein Maize History*. Food and Nutritional Bulletin. Vol. 21(4). The United Nations University: 445.
- Vasal. S. K., and E. Villegas. 2013. *Quality Protein Maize. Need fi High Protein Maize*. CIMMYT El Batan Mexico. Wikimedia Foundation. Inc. Mexico.
- Winner. B. J. 1971. *Statistical Principles in Experimental Design*. 2 nd Edition. International Student Edition. MC Graw Hill. Kogakusha. LTD. Sydnei. p. 240.
- Yasin HG. M., dan F. Kasim. 2001. *Rekombinasi Famili Superior Tuxpeno Sequia C7 di Lahan Kering. Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah*. Balitjas Maros.
- Yasin HG. M., A. Mulyadi, Arifuddin, dan F. Kasim. 2002. *Evaluasi daya hasil populasi jagung introduksi CIMMYT*. *Jurnal Agrivigor*. Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin. Vol 2. No. 1. p 65-71.
- Yasin HG. M., dan F. Kasim. 2003. *Maize. Population History*. Kumpulan Populasi Jagung. Balitjas Maros. Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah. Balitjas Maros.
- Yasin HG. M., M. J. Mejaya, F. Kasim, and Subandi. 2007. *Development of Quality Protein Maize (QPM) in Indonesia*. *Proceedings of the ninth Asian Regional Maize Workshop*. Beijing, China. p282.
- Yasin HG. M., A. Rahman, dan N. A. Subekti. 2008. *Daya gabung umum dan daya gabung spesifik galur harapan jagung berprotein mutu tinggi*. *Jurnal Penelitian Pertanian dan Pengembangan Tanaman Pangan*. Puslitbangtan Bogor Vol 27. No. 2. p. 76.

- Yasin HG. M., A. Fattah., NN. Andayani., dan Jamaluddin. 2010. Uji Daya Hasil Pendahuluan (UDHP) dan Lanjutan (UDHL) Calon Hibrida dan Populasi QPM biji putih. Laporan Tahunan RPTP Jagung Khusus 2012. Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah Balitsereal Maros.
- Yasin HG. M., NN. Andayani, Jamaluddin, dan S. B. Santoso. 2011. Analisis Stabilitas Hasil Calon Hibrida Biji Putih Jagung QPM. Laporan Tahunan RPTP Jagung Khusus 2011. Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah Balitsereal Maros.
- Yasin HG. M., NN. Andayani, dan Jamaluddin. 2012. Analisis DGU dan DGS enam Galur Inbrida Jagung Berkuantitas Beta Carotene Tinggi. Laporan Tahunan RPTP Jagung Khusus 2012. Kelti Pemuliaan dan Plasma Nutfah Balitsereal Maros.

1. Analisis Daya Gabung Umum (DGU/GCA) dan Daya Gabung Spesifik (DGS/SCA)

Data File :DGSDGU.doc

Title : DGU-DGS calon hibrida Pulut

VARIABLE 6 : Hasil hasil t/ha

TABLE 1

Genotype	Block		ROW SUM
	1	2	
1	1,76	1,40	3,16
2	6,37	5,55	11,92
3	7,00	7,90	14,90
4	9,74	10,00	19,74
5	11,02	10,50	21,52
6	10,00	10,48	20,48
7	2,82	2,50	5,32
8	9,52	9,24	18,76
9	8,50	8,76	17,26
10	9,75	8,25	18,00
11	9,85	9,15	19,00
12	2,40	1,60	4,00
13	10,73	10,15	20,88
14	9,50	10,50	20,00
15	10,50	9,50	20,00
16	3,60	3,30	6,90
17	10,40	12,06	22,46
18	12,10	10,90	23,00
19	2,56	3,00	5,56
20	10,96	10,52	21,48
21	2,70	3,06	5,76
COLUMN SUM	161,78	158,32	320,10

TABLE 2 ANALYSIS OF VARIANCE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value
Genotypes	20	494,359	24,7179	79,88
Blocks	1	0,285	0,2852	0,92
Error	20	6,189	0,3094	
Total	41	500,832		

Standard Error = 0,55626

Coeff, of Variation = 7,29%

TABLE 3

Parent	P x P DIALLEL TABLE						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
P1	3,16	11,92	14,90	19,74	21,52	20,48	94,88
P2	11,92	5,32	18,76	17,26	18,00	19,00	95,58
P3	14,90	18,76	4,00	20,88	20,00	20,00	102,54
P4	19,74	17,26	20,88	6,90	22,46	23,00	117,14
P5	21,52	18,00	20,00	22,46	5,56	21,48	114,58
P6	20,48	19,00	20,00	23,00	21,48	5,76	115,48

TABLE 4 ANALYSIS OF VARIANCE

Griffing's General Combining Ability, Method II, Fixed Model

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value
G.C.A.	5	33,053	6,6106	21,36
S.C.A.	15	461,305	30,7537	99,39
Error	20	6,189	0,3094	

TABLE 5 Specific Combining Ability Effects

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	-4,564	-0,228	2,714	2,426	2,464	2,077

TABLE 6

PARENT NO	GENERAL EFFECT	VARIANCE OF SCA EFFECTS	F-VALUE
1	-0,739	+ 10,2859	67,48
2	-0,695	+ 3,5529	23,96
3	-0,260	+ 6,4699	42,82
4	0,653	+ 5,8228	38,64
5	0,493	+ 5,0375	33,56
6	0,549	+ -0,1547	0,00

U = 7,6214

Var. of U = 0,0074

TABLE 7

SOURCE OF VARIANCE	VARIANCE
Gi	0,0161
Gi - Gj	0,0387
Xij	0,1547
Xij-Xkl	0,3094
Sii	0,0829
Sij	0,1216
Sii-Sjj	0,1547
Sii-Sij	0,2708
Sii-Sjk	0,1934
Sij-Sik	0,2708
Sij - Skl	0,2321

List of variables :

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC Tet(I)	tetua I
2	NUMERIC Tet(II)	tetua II
3	NUMERIC Repl	ulangan I-II
4	NUMERIC Ukr-spl	sample size
5	NUMERIC T(t1xt2)	tetua 1 x tetua 2
6	NUMERIC Hasil	hasil t/ha

Case no.	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	1	1,76
2	2	2	1	1	2	2,82
3	3	3	1	1	3	2,40
4	4	4	1	1	4	3,60
5	5	5	1	1	5	2,56
6	6	6	1	1	6	2,70
7	1	2	1	1	7	6,37
8	1	3	1	1	8	7,00
9	1	4	1	1	9	9,74
10	1	5	1	1	10	11,02
11	1	6	1	1	11	10,00
12	2	3	1	1	12	9,52
13	2	4	1	1	13	8,50
14	2	5	1	1	14	9,75
15	2	6	1	1	15	9,85
16	3	4	1	1	16	10,73
17	3	5	1	1	17	9,50

Case no.	1	2	3	4	5	6
18	3	6	1	1	18	10,50
19	4	5	1	1	19	10,40
20	4	6	1	1	20	12,10
21	5	6	1	1	21	10,96
22	1	1	2	1	1	1,40
23	2	2	2	1	2	2,50
24	3	3	2	1	3	1,60
25	4	4	2	1	4	3,30
26	5	5	2	1	5	3,00
27	6	6	2	1	6	3,06
28	1	2	2	1	7	5,55
29	1	3	2	1	8	7,90
30	1	4	2	1	9	10,00
31	1	5	2	1	10	10,50
32	1	6	2	1	11	10,48
33	2	3	2	1	12	9,24
34	2	4	2	1	13	8,76
35	2	5	2	1	14	8,25
36	2	6	2	1	15	9,15
37	3	4	2	1	16	10,15
38	3	5	2	1	17	10,50
39	3	6	2	1	18	9,50
40	4	5	2	1	19	12,06
41	4	6	2	1	20	10,90
42	5	6	2	1	21	10,50

2. Analisis Uji Daya Hasil Pendahuluan (UDHP)

Metoda analisis : Simple Lattice Design (8x8x2)

Data file : UDHP.doc

Title : UDHP Provit A

Function : ANOVALAT

Data case no. 1 to 128

Variable number 5 Hasil Hasil biji t/ha

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

For Square Lattice Design

Source of Variance	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	Prob
Replications	1	0,034	0,034		
Treatments					
- Unadjusted	63	362,996	5,762	3,60	0,000
- Adjusted	63	362,996	5,762	4,03	0,000
Blocks within Reps (adj.)	14	35,599	2,543		
Error					
- Effective	49	70,085	1,430		
- RCB Design	63	98,763	1,568		
- Intrablock	49	63,164	1,289		
Total	127	461,794			

Efficiency of Lattice : Compared with Randomized Complete Blocks 109,6

Grand Sum = 1026,56 Grand Mean = 8,0200 Total Count = 128

Coefficient of variation : 14,91 %

Least Significant Differences

P = 0,05 LSD = 2,4034

P = 0,01 LSD = 3,2051

Title : UDHP Provit A

Data case no. 1 to 128

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC Replication	ulangan I-II
2	NUMERIC Blok	kode sub blok
3	NUMERIC Genotipe	kode genotipe
4	NUMERIC Plot	kode no plot
5	NUMERIC Hasil	hasil biji t/ha

Case no.	1	2	3	4	5
1	1	1	41	1	8,55
2	1	1	33	2	8,42
3	1	1	57	3	6,50
4	1	1	49	4	7,58
5	1	1	17	5	6,82
6	1	1	25	6	7,40
7	1	1	1	7	5,00
8	1	1	9	8	7,55
9	1	2	42	9	8,00
10	1	2	58	10	10,25
11	1	2	50	11	9,40
12	1	2	34	12	11,62
13	1	2	18	13	10,00
14	1	2	26	14	6,50
15	1	2	10	15	4,41
16	1	2	2	16	4,00
17	1	3	43	17	9,40
18	1	3	59	18	11,59
19	1	3	51	19	10,50
20	1	3	35	20	9,00
21	1	3	19	21	9,24
22	1	3	27	22	5,05
23	1	3	11	23	8,50
24	1	3	3	24	6,95
25	1	4	44	25	9,00
26	1	4	60	26	9,40
27	1	4	52	27	4,60
28	1	4	36	28	9,60
29	1	4	20	29	11,25
30	1	4	28	30	4,00
31	1	4	12	31	9,44
32	1	4	4	32	6,40
33	1	5	45	33	9,63
34	1	5	61	34	8,60
35	1	5	53	35	7,40
36	1	5	37	36	9,61
37	1	5	21	37	8,10
38	1	5	29	38	9,95
39	1	5	13	39	9,50
40	1	5	5	40	7,60
41	1	6	46	41	7,50
42	1	6	62	42	4,50
43	1	6	54	43	8,60
44	1	6	38	44	9,43
45	1	6	22	45	10,41

Case no.	1	2	3	4	5
46	1	6	30	46	6,50
47	1	6	14	47	8,49
48	1	6	6	48	6,88
49	1	7	47	49	9,60
50	1	7	63	50	7,58
51	1	7	55	51	4,00
52	1	7	39	52	10,75
53	1	7	23	53	7,00
54	1	7	31	54	8,12
55	1	7	15	55	4,65
56	1	7	7	56	7,55
57	1	8	48	57	6,00
58	1	8	64	58	6,42
59	1	8	56	59	8,80
60	1	8	40	60	9,25
61	1	8	24	61	9,82
62	1	8	32	62	9,35
63	1	8	16	63	9,00
64	1	8	8	64	7,82
65	2	1	57	65	7,70
66	2	1	33	66	9,62
67	2	1	1	67	8,55
68	2	1	49	68	9,40
69	2	1	41	69	7,45
70	2	1	17	70	8,50
71	2	1	9	71	7,50
72	2	1	25	72	8,72
73	2	2	50	73	7,40
74	2	2	58	74	9,22
75	2	2	10	75	5,70
76	2	2	34	76	9,80
77	2	2	42	77	7,54
78	2	2	18	78	7,46
79	2	2	2	79	5,50
80	2	2	26	80	8,64
81	2	3	51	81	12,20
82	2	3	59	82	10,93
83	2	3	11	83	9,00
84	2	3	35	84	7,50
85	2	3	43	85	8,45
86	2	3	19	86	7,50
87	2	3	3	87	7,50
88	2	3	27	88	4,40
89	2	4	52	89	5,75
90	2	4	60	90	11,40
91	2	4	12	91	7,50

Case no.	1	2	3	4	5
92	2	4	36	92	8,48
93	2	4	44	93	8,10
94	2	4	20	94	9,80
95	2	4	4	95	8,05
96	2	4	28	96	8,55
97	2	5	53	97	5,90
98	2	5	61	98	6,75
99	2	5	13	99	8,45
100	2	5	37	100	6,80
101	2	5	45	101	8,90
102	2	5	21	102	9,45
103	2	5	5	103	6,80
104	2	5	29	104	7,35
105	2	6	54	105	6,20
106	2	6	62	106	5,50
107	2	6	14	107	6,00
108	2	6	38	108	11,40
109	2	6	46	109	5,80
110	2	6	22	110	8,55
111	2	6	6	111	5,90
112	2	6	30	112	7,45
113	2	7	55	113	4,25
114	2	7	63	114	4,65
115	2	7	15	115	7,00
116	2	7	39	116	11,50
117	2	7	47	117	10,15
118	2	7	23	118	8,75
119	2	7	7	119	9,00
120	2	7	31	120	9,52
121	2	8	56	121	9,20
122	2	8	64	122	5,30
123	2	8	16	123	6,50
124	2	8	40	124	11,50
125	2	8	48	125	8,90
126	2	8	24	126	11,50
127	2	8	8	127	6,00
128	2	8	32	128	7,50

3. Analisis Uji Daya Hasil Lanjutan (UDHL)

Metoda analisis : Simple Lattice Design (5x5x2)

Data file : UDHL.doc

Title : UDHL Provit A

Function : ANOVALAT

Data case no. 1 to 50

Variable number 5 Hasil Kode Hasil t/ha

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE
For Square Lattice Design

Source of Variance	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	Prob
Replications	1	0,900	0,900		
Treatments					
- Unadjusted	24	74,829	3,118	2,48	0,032
- Adjusted	24	81,410	3,392	3,42	0,007
Blocks within Reps (adj.)	8	17,036	2,130		
Error					
- Effective	16	15,877	0,992		
- RCB Design	24	30,219	1,259		
- Intrablock	16	13,183	0,824		
Total	49	105,949			

Efficiency of Lattice: Compared with Randomized Complete Blocks 126,89

Grand Sum = 401,61 Grand Mean = 8,0322 Total Count = 50

Coefficient of variation : 12,40 %

Least Significant Differences

P = 0,05 LSD = 2,1117

P = 0,01 LSD = 2,9095

Title: UDHL Provit A

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC Replication	ulangan I-II
2	NUMERIC Blok	kode sub blok
3	NUMERIC Genotipe	kode genotipe
4	NUMERIC Plot	kode no plot
5	NUMERIC Hasil	hasil biji t/ha

Case no.	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	7,20
2	1	1	7	2	9,30
3	1	1	11	3	10,00
4	1	1	15	4	6,00
5	1	1	4	5	9,20
6	1	2	10	6	8,30
7	1	2	14	7	7,50
8	1	2	19	8	8,50
9	1	2	24	9	7,50
10	1	2	17	10	9,85
11	1	3	20	11	9,35
12	1	3	25	12	9,30
13	1	3	12	13	7,00
14	1	3	18	14	7,95
15	1	3	2	15	6,50
16	1	4	6	16	8,00
17	1	4	9	17	6,50
18	1	4	16	18	7,40
19	1	4	22	19	6,40
20	1	4	13	20	6,20
21	1	5	23	21	7,00
22	1	5	8	22	7,58
23	1	5	21	23	10,40
24	1	5	3	24	5,22
25	1	5	5	25	9,30
26	2	1	5	26	8,75
27	2	1	9	27	5,80
28	2	1	13	28	5,75
29	2	1	18	29	9,55
30	2	1	23	30	5,83
31	2	2	15	31	8,69
32	2	2	10	32	6,95
33	2	2	25	33	8,65
34	2	2	16	34	9,55
35	2	2	4	35	8,00
36	2	3	7	36	7,45
37	2	3	11	37	8,75
38	2	3	19	38	8,85
39	2	3	21	39	8,25
40	2	3	22	40	5,95
41	2	4	14	41	6,95
42	2	4	17	42	10,45
43	2	4	24	43	6,15
44	2	4	20	44	9,55
45	2	4	12	45	9,25
46	2	5	8	46	9,52
47	2	5	3	47	6,94
48	2	5	1	48	9,45
49	2	5	6	49	11,25
50	2	5	2	50	7,88

4. Analisis Gabungan Interaksi Genotipe x Lokasi (G x E, Musim Hujan)

Data file: UMLMH.doc

Title: UML(MH)

Function: FACTOR

Experiment Model Number 15:

One Factor Randomized Complete Block Design Combined over
Locations (or Combined over Years)

Data case no. 1 to 216.

Factorial ANOVA for the factors:

Location (Var 4: loks lokasi) with values from 1 to 8

Replication (Var 3: repl Ulangan I-III) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: gent kode genotipe) with values from 1 to 9

Variable 5: hasil hasil biji (t/ha)

Grand Mean = 7.164 Grand Sum = 1547.360 Total Count = 216

TABLE OF MEANS

4	3	2	5	Total
1	*	*	7,643	206,360
2	*	*	7,626	205,910
3	*	*	7,384	199,370
4	*	*	8,386	226,430
5	*	*	7,174	193,710
6	*	*	6,620	178,740
7	*	*	7,196	194,290
8	*	*	5,280	142,550
*	*	1	5,561	133,460
*	*	2	6,886	165,260
*	*	3	7,866	188,780
*	*	4	7,954	190,890
*	*	5	8,000	191,990
*	*	6	8,188	196,510
*	*	7	6,798	163,150
*	*	8	7,481	179,550
*	*	9	5,740	137,770
1	*	1	6,303	18,910
1	*	2	7,223	21,670
1	*	3	8,453	25,360
1	*	4	8,697	26,090
1	*	5	7,897	23,690
1	*	6	9,947	29,840
1	*	7	6,560	19,680
1	*	8	8,060	24,180
1	*	9	5,647	16,940
2	*	1	4,887	14,660
2	*	2	7,773	23,320
2	*	3	7,970	23,910
2	*	4	10,093	30,280
2	*	5	8,557	25,670
2	*	6	9,023	27,070
2	*	7	6,187	18,560

4	3	2	5	Total
2	*	8	8,177	24,530
2	*	9	5,970	17,910
3	*	1	6,197	18,590
3	*	2	7,000	21,000
3	*	3	8,153	24,460
3	*	4	8,417	25,250
3	*	5	7,633	22,900
3	*	6	8,590	25,770
3	*	7	7,340	22,020
3	*	8	7,253	21,760
3	*	9	5,873	17,620
4	*	1	6,990	20,970
4	*	2	8,580	25,740
4	*	3	9,943	29,830
4	*	4	9,570	28,710
4	*	5	9,850	29,550
4	*	6	9,353	28,060
4	*	7	6,093	18,280
4	*	8	8,457	25,370
4	*	9	6,640	19,920
5	*	1	6,063	18,190
5	*	2	7,310	21,930
5	*	3	8,293	24,880
5	*	4	8,540	25,620
5	*	5	6,623	19,870
5	*	6	8,607	25,820
5	*	7	6,633	19,900
5	*	8	7,030	21,090
5	*	9	5,470	16,410
6	*	1	3,463	10,390
6	*	2	6,203	18,610
6	*	3	7,890	23,670
6	*	4	6,370	19,110
6	*	5	7,957	23,870
6	*	6	7,710	23,130
6	*	7	7,143	21,430
6	*	8	7,033	21,100
6	*	9	5,810	17,430
7	*	1	5,537	16,610
7	*	2	6,283	18,850
7	*	3	7,257	21,770
7	*	4	6,990	20,970
7	*	5	8,547	25,640
7	*	6	8,433	25,300
7	*	7	7,837	23,510
7	*	8	7,820	23,460
7	*	9	6,060	18,180
8	*	1	5,047	15,140
8	*	2	4,713	14,140
8	*	3	4,967	14,900
8	*	4	4,953	14,860
8	*	5	6,933	20,800
8	*	6	3,840	11,520
8	*	7	6,590	19,770
8	*	8	6,020	18,060
8	*	9	4,453	13,360

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	Prob
1 Location (E)	7	157,504	22,501	55,4212	0,0000
-3 R/E	16	6,500	0,406		
4 Factor G	8	186,520	23,315	10,5069	0,0000
5 E x G	56	124,249	2,219	3,8524	0,0000
-7 Error	128	73,777	0,576		
Total	215	548,549			

Coefficient of Variation: 10,60%

s_ for means group 1: 0,1227 Number of Observations: 27

y

s_ for means group 4: 0,1550 Number of Observations: 24

y

s_ for means group 5: 0,4383 Number of Observations: 3

y

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC plot	kode plot
2	NUMERIC genotipe	kode genotipe
3	NUMERIC ulangan	ulangan I-III
4	NUMERIC lokasi	kode no plot
5	NUMERIC hasil	hasil biji t/ha

Case no.	1	2	3	4	5
1	1	3	1	1	9,82
2	2	9	1	1	5,06
3	3	7	1	1	6,35
4	4	1	1	1	6,14
5	5	5	1	1	8,09
6	6	2	1	1	7,97
7	7	4	1	1	8,67
8	8	8	1	1	7,40
9	9	6	1	1	9,44
10	10	2	2	1	7,03
11	11	4	2	1	8,88
12	12	7	2	1	5,75
13	13	1	2	1	7,33
14	14	5	2	1	8,40
15	15	9	2	1	5,81
16	16	6	2	1	10,30
17	17	3	2	1	7,57
18	18	8	2	1	8,09

Case no.	1	2	3	4	5
19	19	1	3	1	5,44
20	20	3	3	1	7,97
21	21	6	3	1	10,10
22	22	9	3	1	6,07
23	23	4	3	1	8,54
24	24	8	3	1	8,69
25	25	2	3	1	6,67
26	26	7	3	1	7,58
27	27	5	3	1	7,20
28	28	3	1	2	7,77
29	29	9	1	2	5,75
30	30	7	1	2	6,14
31	31	1	1	2	4,75
32	32	5	1	2	8,80
33	33	2	1	2	6,86
34	34	4	1	2	8,71
35	35	8	1	2	8,97
36	36	6	1	2	8,43
37	37	2	2	2	8,10
38	38	4	2	2	10,38
39	39	7	2	2	6,17
40	40	1	2	2	4,65
41	41	5	2	2	8,00
42	42	9	2	2	5,89
43	43	6	2	2	9,90
44	44	3	2	2	7,50
45	45	8	2	2	8,73
46	46	1	3	2	5,26
47	47	3	3	2	8,64
48	48	6	3	2	8,74
49	49	9	3	2	6,27
50	50	4	3	2	11,19
51	51	8	3	2	6,83
52	52	2	3	2	8,36
53	53	7	3	2	6,25
54	54	5	3	2	8,87
55	55	3	1	3	9,01
56	56	9	1	3	5,18
57	57	7	1	3	8,28
58	58	1	1	3	6,33
59	59	5	1	3	6,96
60	60	2	1	3	7,40
61	61	4	1	3	8,42
62	62	8	1	3	7,73
63	63	6	1	3	9,25
64	64	2	2	3	6,52
65	65	4	2	3	8,88
66	66	7	2	3	6,91
67	67	1	2	3	5,69
68	68	5	2	3	7,92
69	69	9	2	3	6,10
70	70	6	2	3	8,19

Case no.	1	2	3	4	5
71	71	3	2	3	7,88
72	72	8	2	3	7,29
73	73	1	3	3	6,57
74	74	3	3	3	7,57
75	75	6	3	3	8,33
76	76	9	3	3	6,34
77	77	4	3	3	7,95
78	78	8	3	3	6,74
79	79	2	3	3	7,08
80	80	7	3	3	6,83
81	81	5	3	3	8,02
82	82	3	1	4	8,28
83	83	9	1	4	7,31
84	84	7	1	4	6,80
85	85	1	1	4	6,36
86	86	5	1	4	10,73
87	87	2	1	4	9,12
88	88	4	1	4	8,41
89	89	8	1	4	7,94
90	90	6	1	4	9,50
91	91	2	2	4	8,28
92	92	4	2	4	10,50
93	93	7	2	4	5,55
94	94	1	2	4	8,00
95	95	5	2	4	9,25
96	96	9	2	4	6,19
97	97	6	2	4	10,25
98	98	3	2	4	9,26
99	99	8	2	4	8,03
100	100	1	3	4	6,61
101	101	3	3	4	12,29
102	102	6	3	4	8,31
103	103	9	3	4	6,42
104	104	4	3	4	9,80
105	105	8	3	4	9,40
106	106	2	3	4	8,34
107	107	7	3	4	5,93
108	108	5	3	4	9,57
109	109	3	1	5	8,40
110	110	9	1	5	5,79
111	111	7	1	5	6,56
112	112	1	1	5	6,47
113	113	5	1	5	7,50
114	114	2	1	5	6,43
115	115	4	1	5	8,54
116	116	8	1	5	7,34
117	117	6	1	5	9,67
118	118	2	2	5	7,41
119	119	4	2	5	8,94
120	120	7	2	5	5,99
121	121	1	2	5	5,86
122	122	5	2	5	6,52

Case no.	1	2	3	4	5
123	123	9	2	5	4,76
124	124	6	2	5	7,75
125	125	3	2	5	9,00
126	126	8	2	5	5,41
127	127	1	3	5	5,86
128	128	3	3	5	7,48
129	129	6	3	5	8,40
130	130	9	3	5	5,86
131	131	4	3	5	8,14
132	132	8	3	5	8,34
133	133	2	3	5	8,09
134	134	7	3	5	7,35
135	135	5	3	5	5,85
136	136	3	1	6	8,38
137	137	9	1	6	5,89
138	138	7	1	6	6,53
139	139	1	1	6	3,49
140	140	5	1	6	7,31
141	141	2	1	6	6,54
142	142	4	1	6	5,97
143	143	8	1	6	6,79
144	144	6	1	6	7,40
145	145	2	2	6	6,43
146	146	4	2	6	7,01
147	147	7	2	6	8,44
148	148	1	2	6	3,87
149	149	5	2	6	7,48
150	150	9	2	6	5,69
151	151	6	2	6	8,26
152	152	3	2	6	7,73
153	153	8	2	6	7,15
154	154	1	3	6	3,03
155	155	3	3	6	7,56
156	156	6	3	6	7,47
157	157	9	3	6	5,85
158	158	4	3	6	6,13
159	159	8	3	6	7,16
160	160	2	3	6	5,64
161	161	7	3	6	6,46
162	162	5	3	6	9,08
163	163	3	1	7	7,21
164	164	9	1	7	6,34
165	165	7	1	7	7,09
166	166	1	1	7	5,76
167	167	5	1	7	9,01
168	168	2	1	7	5,92
169	169	4	1	7	7,37
170	170	8	1	7	8,02
171	171	6	1	7	7,87
172	172	2	2	7	5,83
173	173	4	2	7	7,27
174	174	7	2	7	7,43

Case no.	1	2	3	4	5
175	175	1	2	7	5,52
176	176	5	2	7	7,94
177	177	9	2	7	5,89
178	178	6	2	7	8,11
179	179	3	2	7	7,51
180	180	8	2	7	7,68
181	181	1	3	7	5,33
182	182	3	3	7	7,05
183	183	6	3	7	9,32
184	184	9	3	7	5,95
185	185	4	3	7	6,33
186	186	8	3	7	7,76
187	187	2	3	7	7,10
188	188	7	3	7	8,99
189	189	5	3	7	8,69
190	190	3	1	8	5,15
191	191	9	1	8	4,41
192	192	7	1	8	5,16
193	193	1	1	8	4,58
194	194	5	1	8	6,49
195	195	2	1	8	4,90
196	196	4	1	8	5,38
197	197	8	1	8	5,96
198	198	6	1	8	3,60
199	199	2	2	8	4,30
200	200	4	2	8	4,26
201	201	7	2	8	7,00
202	202	1	2	8	4,67
203	203	5	2	8	7,06
204	204	9	2	8	3,97
205	205	6	2	8	4,27
206	206	3	2	8	4,18
207	207	8	2	8	7,12
208	208	1	3	8	5,89
209	209	3	3	8	5,57
210	210	6	3	8	3,65
211	211	9	3	8	4,98
212	212	4	3	8	5,22
213	213	8	3	8	4,98
214	214	2	3	8	4,94
215	215	7	3	8	7,61
216	216	5	3	8	7,25

5. Analisis Gabungan Interaksi Genotipe x Lokasi (GxL, Musim Kemarau)

Title: UML(MK)

function: FACTOR

Experiment Model Number 15:

One Factor Randomized Complete Block Design Combined over Locations (or Combined over Years)

Data case no. 1 to 216.

Factorial ANOVA for the factors:

Location (Var 4: loks lokasi) with values from 1 to 8

Replication (Var 3: repl Ulangan I-III) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: gent kode genotipe) with values from 1 to 9

Variable 5: hasil hasil biji (t/ha)

Grand Mean = 7.054 Grand Sum = 1523.700 Total Count = 216

TABLE OF MEANS

4	3	2	5	Total
1	*	*	7,715	208,310
2	*	*	6,505	175,640
3	*	*	7,473	201,770
4	*	*	8,946	241,550
5	*	*	6,728	181,650
6	*	*	6,247	168,670
7	*	*	7,106	191,870
8	*	*	5,713	154,240
*	*	1	6,136	147,270
*	*	2	6,640	159,350
*	*	3	7,683	184,400
*	*	4	6,794	163,050
*	*	5	8,701	208,830
*	*	6	6,567	157,600
*	*	7	7,400	177,600
*	*	8	7,632	183,170
*	*	9	5,935	142,430
1	*	1	7,023	21,070
1	*	2	6,913	20,740
1	*	3	8,170	24,510
1	*	4	7,313	21,940
1	*	5	9,867	29,600
1	*	6	8,713	26,140
1	*	7	7,600	22,800
1	*	8	8,003	24,010
1	*	9	5,833	17,500
2	*	1	4,627	13,880
2	*	2	5,917	17,750
2	*	3	6,587	19,760
2	*	4	7,897	23,690
2	*	5	6,750	20,250
2	*	6	6,123	18,370
2	*	7	7,340	22,020
2	*	8	7,017	21,050

4	3	2	5	Total
2	*	9	6,290	18,870
3	*	1	7,293	21,880
3	*	2	7,197	21,590
3	*	3	7,410	22,230
3	*	4	5,957	17,870
3	*	5	8,690	26,070
3	*	6	7,477	22,430
3	*	7	7,967	23,900
3	*	8	8,977	26,930
3	*	9	6,290	18,870
4	*	1	7,727	23,180
4	*	2	8,367	25,100
4	*	3	9,937	29,810
4	*	4	9,647	28,940
4	*	5	11,543	34,630
4	*	6	7,687	23,060
4	*	7	8,833	26,500
4	*	8	9,833	29,500
4	*	9	6,943	20,830
5	*	1	3,967	11,900
5	*	2	7,100	21,300
5	*	3	8,070	24,210
5	*	4	6,797	20,390
5	*	5	8,397	25,190
5	*	6	5,790	17,370
5	*	7	7,263	21,790
5	*	8	7,097	21,290
5	*	9	6,070	18,210
6	*	1	5,850	17,550
6	*	2	4,830	14,490
6	*	3	6,760	20,280
6	*	4	5,347	16,040
6	*	5	8,210	24,630
6	*	6	4,433	13,300
6	*	7	8,553	25,660
6	*	8	6,903	20,710
6	*	9	5,337	16,010
7	*	1	6,757	20,270
7	*	2	7,400	22,200
7	*	3	8,170	24,510
7	*	4	5,930	17,790
7	*	5	9,467	28,400
7	*	6	7,007	21,020
7	*	7	6,620	19,860
7	*	8	7,023	21,070
7	*	9	5,583	16,750
8	*	1	5,847	17,540
8	*	2	5,393	16,180
8	*	3	6,363	19,090
8	*	4	5,463	16,390
8	*	5	6,687	20,060
8	*	6	5,303	15,910
8	*	7	5,023	15,070
8	*	8	6,203	18,610
8	*	9	5,130	15,390

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	Prob
1 Location (E)	7	190,469	27,210	30,3667	0,0000
-3 R/E	16	21,372	1,336		
4 Factor G	8	147,257	18,407	9,1304	0,0000
5 E x G	56	112,874	2,016	3,2621	0,0000
-7 Error	128	79,137	0,618		
Total	215	551,109			

Coefficient of Variation: 11,15%

s_y for means group 1: 0,2224 Number of Observations: 27

y

s_y for means group 4: 0,1605 Number of Observations: 24

y

s_y for means group 5: 0,4540 Number of Observations: 3

y

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC plot	kode plot
2	NUMERIC genotype	kode genotype
3	NUMERIC ulangan	ulangan I-III
4	NUMERIC lokasi	lokasi
5	NUMERIC hasil	hasil biji (t/ha)

Case no.	1	2	3	4	5
1	1	3	1	1	8,65
2	2	9	1	1	5,73
3	3	7	1	1	8,42
4	4	1	1	1	7,33
5	5	5	1	1	10,37
6	6	2	1	1	7,49
7	7	4	1	1	7,19
8	8	8	1	1	8,06
9	9	6	1	1	9,28
10	10	2	2	1	7,28
11	11	4	2	1	7,70
12	12	7	2	1	7,22
13	13	1	2	1	7,40
14	14	5	2	1	9,24
15	15	9	2	1	5,67
16	16	6	2	1	7,47
17	17	3	2	1	7,57
18	18	8	2	1	7,87

Case no.	1	2	3	4	5
19	19	1	3	1	6,34
20	20	3	3	1	8,29
21	21	6	3	1	9,39
22	22	9	3	1	6,10
23	23	4	3	1	7,05
24	24	8	3	1	8,08
25	25	2	3	1	5,97
26	26	7	3	1	7,16
27	27	5	3	1	9,99
28	28	3	1	2	6,64
29	29	9	1	2	6,31
30	30	7	1	2	6,77
31	31	1	1	2	5,37
32	32	5	1	2	6,14
33	33	2	1	2	6,55
34	34	4	1	2	7,93
35	35	8	1	2	6,46
36	36	6	1	2	6,18
37	37	2	2	2	5,35
38	38	4	2	2	7,44
39	39	7	2	2	7,16
40	40	1	2	2	4,37
41	41	5	2	2	7,74
42	42	9	2	2	6,49
43	43	6	2	2	6,40
44	44	3	2	2	6,72
45	45	8	2	2	7,22
46	46	1	3	2	4,14
47	47	3	3	2	6,40
48	48	6	3	2	5,79
49	49	9	3	2	6,07
50	50	4	3	2	8,32
51	51	8	3	2	7,37
52	52	2	3	2	5,85
53	53	7	3	2	8,09
54	54	5	3	2	6,37
55	55	3	1	3	7,81
56	56	9	1	3	6,72
57	57	7	1	3	6,26
58	58	1	1	3	8,77
59	59	5	1	3	8,98
60	60	2	1	3	6,51
61	61	4	1	3	5,84
62	62	8	1	3	10,46
63	63	6	1	3	8,19
64	64	2	2	3	7,65
65	65	4	2	3	6,66
66	66	7	2	3	8,73
67	67	1	2	3	7,03
68	68	5	2	3	7,85
69	69	9	2	3	6,88
70	70	6	2	3	7,83

Case no.	1	2	3	4	5
71	71	3	2	3	6,39
72	72	8	2	3	7,96
73	73	1	3	3	6,08
74	74	3	3	3	8,03
75	75	6	3	3	6,41
76	76	9	3	3	5,27
77	77	4	3	3	5,37
78	78	8	3	3	8,51
79	79	2	3	3	7,43
80	80	7	3	3	8,91
81	81	5	3	3	9,24
82	82	3	1	4	9,67
83	83	9	1	4	6,44
84	84	7	1	4	10,77
85	85	1	1	4	7,82
86	86	5	1	4	11,79
87	87	2	1	4	7,68
88	88	4	1	4	10,77
89	89	8	1	4	10,82
90	90	6	1	4	8,00
91	91	2	2	4	9,48
92	92	4	2	4	9,18
93	93	7	2	4	9,26
94	94	1	2	4	8,14
95	95	5	2	4	11,63
96	96	9	2	4	7,47
97	97	6	2	4	7,67
98	98	3	2	4	9,00
99	99	8	2	4	9,22
100	100	1	3	4	7,22
101	101	3	3	4	11,14
102	102	6	3	4	7,39
103	103	9	3	4	6,92
104	104	4	3	4	8,99
105	105	8	3	4	9,46
106	106	2	3	4	7,94
107	107	7	3	4	6,47
108	108	5	3	4	11,21
109	109	3	1	5	7,95
110	110	9	1	5	6,52
111	111	7	1	5	7,64
112	112	1	1	5	3,91
113	113	5	1	5	8,71
114	114	2	1	5	6,54
115	115	4	1	5	7,01
116	116	8	1	5	7,41
117	117	6	1	5	6,03
118	118	2	2	5	7,25
119	119	4	2	5	6,40
120	120	7	2	5	7,09
121	121	1	2	5	3,94
122	122	5	2	5	8,30

Case no.	1	2	3	4	5
123	123	9	2	5	5,22
124	124	6	2	5	5,93
125	125	3	2	5	7,53
126	126	8	2	5	5,92
127	127	1	3	5	4,05
128	128	3	3	5	8,73
129	129	6	3	5	5,41
130	130	9	3	5	6,47
131	131	4	3	5	6,98
132	132	8	3	5	7,96
133	133	2	3	5	7,51
134	134	7	3	5	7,06
135	135	5	3	5	8,18
136	136	3	1	6	5,98
137	137	9	1	6	5,25
138	138	7	1	6	9,00
139	139	1	1	6	6,32
140	140	5	1	6	7,82
141	141	2	1	6	4,55
142	142	4	1	6	4,05
143	143	8	1	6	7,34
144	144	6	1	6	4,66
145	145	2	2	6	3,92
146	146	4	2	6	4,19
147	147	7	2	6	7,65
148	148	1	2	6	6,16
149	149	5	2	6	8,05
150	150	9	2	6	4,75
151	151	6	2	6	4,59
152	152	3	2	6	5,97
153	153	8	2	6	6,68
154	154	1	3	6	5,07
155	155	3	3	6	8,33
156	156	6	3	6	4,05
157	157	9	3	6	6,01
158	158	4	3	6	7,80
159	159	8	3	6	6,69
160	160	2	3	6	6,02
161	161	7	3	6	9,01
162	162	5	3	6	8,76
163	163	3	1	7	8,43
164	164	9	1	7	6,09
165	165	7	1	7	6,31
166	166	1	1	7	6,52
167	167	5	1	7	9,84
168	168	2	1	7	8,22
169	169	4	1	7	6,47
170	170	8	1	7	8,17
171	171	6	1	7	8,04
172	172	2	2	7	6,66
173	173	4	2	7	5,94
174	174	7	2	7	7,63

Case no.	1	2	3	4	5
175	175	1	2	7	7,82
176	176	5	2	7	9,51
177	177	9	2	7	5,12
178	178	6	2	7	5,87
179	179	3	2	7	9,60
180	180	8	2	7	6,49
181	181	1	3	7	5,93
182	182	3	3	7	6,48
183	183	6	3	7	7,11
184	184	9	3	7	5,54
185	185	4	3	7	5,38
186	186	8	3	7	6,41
187	187	2	3	7	7,32
188	188	7	3	7	5,92
189	189	5	3	7	9,05
190	190	3	1	8	7,49
191	191	9	1	8	6,10
192	192	7	1	8	5,11
193	193	1	1	8	5,44
194	194	5	1	8	8,21
195	195	2	1	8	5,33
196	196	4	1	8	5,18
197	197	8	1	8	7,02
198	198	6	1	8	5,58
199	199	2	2	8	4,99
200	200	4	2	8	5,56
201	201	7	2	8	4,63
202	202	1	2	8	5,26
203	203	5	2	8	5,85
204	204	9	2	8	4,35
205	205	6	2	8	5,14
206	206	3	2	8	5,50
207	207	8	2	8	5,45
208	208	1	3	8	6,84
209	209	3	3	8	6,10
210	210	6	3	8	5,19
211	211	9	3	8	4,94
212	212	4	3	8	5,65
213	213	8	3	8	6,14
214	214	2	3	8	5,86
215	215	7	3	8	5,33
216	216	5	3	8	6,00

6. Analisis Gabungan Interaksi Genotipe x Lokasi x Musim (G x E x M)

Data file: MHMKGa.doc

Title: UML Gabungan MH dan MK

Function: FACTOR

Experiment Model Number 19:

Two Factor Randomized Complete Block Design Combined over

Locations (or Combined over Years)

Data case no. 1 to 432.

Factorial ANOVA for the factors:

Location (Var 4: loks lokasi) with values from 1 to 8

Replication (Var 3: repl ulangan) with values from 1 to 3

Factor A (Var 2: gent kode genotipe) with values from 1 to 9

Factor B (Var 5: musim Musim hujan dan kemarau (1, 2)) with values from 1 to 2

Variable 6: hasil hasil biji (t/ha)

Grand Mean = 7.109 Grand Sum = 3071.060 Total Count = 432

TABLE OF MEANS

4	3	2	5	6	Total
1	*	*	*	7,679	414,670
2	*	*	*	7,066	381,550
3	*	*	*	7,429	401,140
4	*	*	*	8,666	467,980
5	*	*	*	6,951	375,360
6	*	*	*	6,434	347,410
7	*	*	*	7,151	386,160
8	*	*	*	5,496	296,790
1	1	*	*	7,859	141,460
1	2	*	*	7,588	136,580
1	3	*	*	7,591	136,630
2	1	*	*	6,918	124,530
2	2	*	*	7,123	128,210
2	3	*	*	7,156	128,810
3	1	*	*	7,672	138,100
3	2	*	*	7,353	132,360
3	3	*	*	7,260	130,680
4	1	*	*	8,789	158,210
4	2	*	*	8,687	156,360
4	3	*	*	8,523	153,410
5	1	*	*	7,134	128,420
5	2	*	*	6,623	119,220
5	3	*	*	7,096	127,720
6	1	*	*	6,293	113,270
6	2	*	*	6,334	114,020
6	3	*	*	6,673	120,120
7	1	*	*	7,371	132,680
7	2	*	*	7,101	127,820
7	3	*	*	6,981	125,660
8	1	*	*	5,616	101,090
8	2	*	*	5,198	93,560

4	3	2	5	6	Total
8	3	*	*	5,674	102,140
*	*	1	*	5,849	280,730
*	*	2	*	6,763	324,610
*	*	3	*	7,775	373,180
*	*	4	*	7,374	353,940
*	*	5	*	8,350	400,820
*	*	6	*	7,377	354,110
*	*	7	*	7,099	340,750
*	*	8	*	7,557	362,720
*	*	9	*	5,837	280,200
1	*	1	*	6,663	39,980
1	*	2	*	7,068	42,410
1	*	3	*	8,312	49,870
1	*	4	*	8,005	48,030
1	*	5	*	8,882	53,290
1	*	6	*	9,330	55,980
1	*	7	*	7,080	42,480
1	*	8	*	8,032	48,190
1	*	9	*	5,740	34,440
2	*	1	*	4,757	28,540
2	*	2	*	6,845	41,070
2	*	3	*	7,278	43,670
2	*	4	*	8,995	53,970
2	*	5	*	7,653	45,920
2	*	6	*	7,573	45,440
2	*	7	*	6,763	40,580
2	*	8	*	7,597	45,580
2	*	9	*	6,130	36,780
3	*	1	*	6,745	40,470
3	*	2	*	7,098	42,590
3	*	3	*	7,782	46,690
3	*	4	*	7,187	43,120
3	*	5	*	8,162	48,970
3	*	6	*	8,033	48,200
3	*	7	*	7,653	45,920
3	*	8	*	8,115	48,690
3	*	9	*	6,082	36,490
4	*	1	*	7,358	44,150
4	*	2	*	8,473	50,840
4	*	3	*	9,940	59,640
4	*	4	*	9,608	57,650
4	*	5	*	10,697	64,180
4	*	6	*	8,520	51,120
4	*	7	*	7,463	44,780
4	*	8	*	9,145	54,870
4	*	9	*	6,792	40,750
5	*	1	*	5,015	30,090
5	*	2	*	7,205	43,230
5	*	3	*	8,182	49,090
5	*	4	*	7,668	46,010
5	*	5	*	7,510	45,060
5	*	6	*	7,198	43,190

4	3	2	5	6	Total
5	*	7	*	6,948	41,690
5	*	8	*	7,063	42,380
5	*	9	*	5,770	34,620
6	*	1	*	4,657	27,940
6	*	2	*	5,517	33,100
6	*	3	*	7,325	43,950
6	*	4	*	5,858	35,150
6	*	5	*	8,083	48,500
6	*	6	*	6,072	36,430
6	*	7	*	7,848	47,090
6	*	8	*	6,968	41,810
6	*	9	*	5,573	33,440
7	*	1	*	6,147	36,880
7	*	2	*	6,842	41,050
7	*	3	*	7,713	46,280
7	*	4	*	6,460	38,760
7	*	5	*	9,007	54,040
7	*	6	*	7,720	46,320
7	*	7	*	7,228	43,370
7	*	8	*	7,422	44,530
7	*	9	*	5,822	34,930
8	*	1	*	5,447	32,680
8	*	2	*	5,053	30,320
8	*	3	*	5,665	33,990
8	*	4	*	5,208	31,250
8	*	5	*	6,810	40,860
8	*	6	*	4,572	27,430
8	*	7	*	5,807	34,840
8	*	8	*	6,112	36,670
8	*	9	*	4,792	28,750
*	*	*	1	7,164	1547,360
*	*	*	2	7,054	1523,700
1	*	*	1	7,643	206,360
1	*	*	2	7,715	208,310
2	*	*	1	7,626	205,910
2	*	*	2	6,505	175,640
3	*	*	1	7,384	199,370
3	*	*	2	7,473	201,770
4	*	*	1	8,386	226,430
4	*	*	2	8,946	241,550
5	*	*	1	7,174	193,710
5	*	*	2	6,728	181,650
6	*	*	1	6,620	178,740
6	*	*	2	6,247	168,670
7	*	*	1	7,196	194,290
7	*	*	2	7,106	191,870
8	*	*	1	5,280	142,550
8	*	*	2	5,713	154,240
*	*	1	1	5,561	133,460
*	*	1	2	6,136	147,270
*	*	2	1	6,886	165,260
*	*	2	2	6,640	159,350

4	3	2	5	6	Total
*	*	3	1	7,866	188,780
*	*	3	2	7,683	184,400
*	*	4	1	7,954	190,890
*	*	4	2	6,794	163,050
*	*	5	1	8,000	191,990
*	*	5	2	8,701	208,830
*	*	6	1	8,188	196,510
*	*	6	2	6,567	157,600
*	*	7	1	6,798	163,150
*	*	7	2	7,400	177,600
*	*	8	1	7,481	179,550
*	*	8	2	7,632	183,170
*	*	9	1	5,740	137,770
*	*	9	2	5,935	142,430
1	*	1	1	6,303	18,910
1	*	1	2	7,023	21,070
1	*	2	1	7,223	21,670
1	*	2	2	6,913	20,740
1	*	3	1	8,453	25,360
1	*	3	2	8,170	24,510
1	*	4	1	8,697	26,090
1	*	4	2	7,313	21,940
1	*	5	1	7,897	23,690
1	*	5	2	9,867	29,600
1	*	6	1	9,947	29,840
1	*	6	2	8,713	26,140
1	*	7	1	6,560	19,680
1	*	7	2	7,600	22,800
1	*	8	1	8,060	24,180
1	*	8	2	8,003	24,010
1	*	9	1	5,647	16,940
1	*	9	2	5,833	17,500
2	*	1	1	4,887	14,660
2	*	1	2	4,627	13,880
2	*	2	1	7,773	23,320
2	*	2	2	5,917	17,750
2	*	3	1	7,970	23,910
2	*	3	2	6,587	19,760
2	*	4	1	10,093	30,280
2	*	4	2	7,897	23,690
2	*	5	1	8,557	25,670
2	*	5	2	6,750	20,250
2	*	6	1	9,023	27,070
2	*	6	2	6,123	18,370
2	*	7	1	6,187	18,560
2	*	7	2	7,340	22,020
2	*	8	1	8,177	24,530
2	*	8	2	7,017	21,050
2	*	9	1	5,970	17,910
2	*	9	2	6,290	18,870
3	*	1	1	6,197	18,590
3	*	1	2	7,293	21,880

4	3	2	5	6	Total
3	*	2	1	7,000	21,000
3	*	2	2	7,197	21,590
3	*	3	1	8,153	24,460
3	*	3	2	7,410	22,230
3	*	4	1	8,417	25,250
3	*	4	2	5,957	17,870
3	*	5	1	7,633	22,900
3	*	5	2	8,690	26,070
3	*	6	1	8,590	25,770
3	*	6	2	7,477	22,430
3	*	7	1	7,340	22,020
3	*	7	2	7,967	23,900
3	*	8	1	7,253	21,760
3	*	8	2	8,977	26,930
3	*	9	1	5,873	17,620
3	*	9	2	6,290	18,870
4	*	1	1	6,990	20,970
4	*	1	2	7,727	23,180
4	*	2	1	8,580	25,740
4	*	2	2	8,367	25,100
4	*	3	1	9,943	29,830
4	*	3	2	9,937	29,810
4	*	4	1	9,570	28,710
4	*	4	2	9,647	28,940
4	*	5	1	9,850	29,550
4	*	5	2	11,543	34,630
4	*	6	1	9,353	28,060
4	*	6	2	7,687	23,060
4	*	7	1	6,093	18,280
4	*	7	2	8,833	26,500
4	*	8	1	8,457	25,370
4	*	8	2	9,833	29,500
4	*	9	1	6,640	19,920
4	*	9	2	6,943	20,830
5	*	1	1	6,063	18,190
5	*	1	2	3,967	11,900
5	*	2	1	7,310	21,930
5	*	2	2	7,100	21,300
5	*	3	1	8,293	24,880
5	*	3	2	8,070	24,210
5	*	4	1	8,540	25,620
5	*	4	2	6,797	20,390
5	*	5	1	6,623	19,870
5	*	5	2	8,397	25,190
5	*	6	1	8,607	25,820
5	*	6	2	5,790	17,370
5	*	7	1	6,633	19,900
5	*	7	2	7,263	21,790
5	*	8	1	7,030	21,090
5	*	8	2	7,097	21,290
5	*	9	1	5,470	16,410
5	*	9	2	6,070	18,210
6	*	1	1	3,463	10,390

4	3	2	5	6	Total
6	*	1	2	5,850	17,550
6	*	2	1	6,203	18,610
6	*	2	2	4,830	14,490
6	*	3	1	7,890	23,670
6	*	3	2	6,760	20,280
6	*	4	1	6,370	19,110
6	*	4	2	5,347	16,040
6	*	5	1	7,957	23,870
6	*	5	2	8,210	24,630
6	*	6	1	7,710	23,130
6	*	6	2	4,433	13,300
6	*	7	1	7,143	21,430
6	*	7	2	8,553	25,660
6	*	8	1	7,033	21,100
6	*	8	2	6,903	20,710
6	*	9	1	5,810	17,430
6	*	9	2	5,337	16,010
7	*	1	1	5,537	16,610
7	*	1	2	6,757	20,270
7	*	2	1	6,283	18,850
7	*	2	2	7,400	22,200
7	*	3	1	7,257	21,770
7	*	3	2	8,170	24,510
7	*	4	1	6,990	20,970
7	*	4	2	5,930	17,790
7	*	5	1	8,547	25,640
7	*	5	2	9,467	28,400
7	*	6	1	8,433	25,300
7	*	6	2	7,007	21,020
7	*	7	1	7,837	23,510
7	*	7	2	6,620	19,860
7	*	8	1	7,820	23,460
7	*	8	2	7,023	21,070
7	*	9	1	6,060	18,180
7	*	9	2	5,583	16,750
8	*	1	1	5,047	15,140
8	*	1	2	5,847	17,540
8	*	2	1	4,713	14,140
8	*	2	2	5,393	16,180
8	*	3	1	4,967	14,900
8	*	3	2	6,363	19,090
8	*	4	1	4,953	14,860
8	*	4	2	5,463	16,390
8	*	5	1	6,933	20,800
8	*	5	2	6,687	20,060
8	*	6	1	3,840	11,520
8	*	6	2	5,303	15,910
8	*	7	1	6,590	19,770
8	*	7	2	5,023	15,070
8	*	8	1	6,020	18,060
8	*	8	2	6,203	18,610
8	*	9	1	4,453	13,360
8	*	9	2	5,130	15,390

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	Prob
1 Location (E)	7	320,679	45,811	60,2776	0,0000
3 R/E	16	12,156	0,760		
4 Factor G	8	271,300	33,912	20,0071	0,0000
5 E x G	56	142,202	2,539	1,4979	0,0000
8 Factor M	1	1,296	1,296	< 1,0	0,1494
9 E x M	7	27,293	3,899	2,2003	0,0000
12 G x M	8	62,477	7,810	4,0676	0,0000
13 G x G x M	56	94,921	1,695	2,734	0,0000
-15Error	272	168,630	0,620		
Total	431	1100,954			

Coefficient of Variation: 11,08%

s_ for means group 1: 0,1071 Number of Observations: 54

y

s_ for means group 3: 0,1856 Number of Observations: 18

y

s_ for means group 4: 0,1136 Number of Observations: 48

y

s_ for means group 5: 0,3214 Number of Observations: 6

y

s_ for means group 8: 0,0536 Number of Observations: 216

y

s_ for means group 9: 0,1515 Number of Observations: 27

y

s_ for means group 12: 0,1607 Number of Observations: 24

y

s_ for means group 13: 0,4546 Number of Observations: 3

y

Title: UML Gabungan MH dan MK (F1 Provit A)

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC plot	kode plot
2	NUMERIC gent	kode genotipe
3	NUMERIC repl	ulangan
4	NUMERIC loks	lokasi
5	NUMERIC musim	musim hujan dan kemarau (1, 2)
6	NUMERIC hasil	hasil biji (t/ha)

Case no.	1	2	3	4	5	6
1	1	3	1	1	1	9,82
2	2	9	1	1	1	5,06
3	3	7	1	1	1	6,35
4	4	1	1	1	1	6,14
5	5	5	1	1	1	8,09
6	6	2	1	1	1	7,97
7	7	4	1	1	1	8,67
8	8	8	1	1	1	7,40
9	9	6	1	1	1	9,44
10	10	2	2	1	1	7,03
11	11	4	2	1	1	8,88
12	12	7	2	1	1	5,75
13	13	1	2	1	1	7,33
14	14	5	2	1	1	8,40
15	15	9	2	1	1	5,81
16	16	6	2	1	1	10,30
17	17	3	2	1	1	7,57
18	18	8	2	1	1	8,09
19	19	1	3	1	1	5,44
20	20	3	3	1	1	7,97
21	21	6	3	1	1	10,10
22	22	9	3	1	1	6,07
23	23	4	3	1	1	8,54
24	24	8	3	1	1	8,69
25	25	2	3	1	1	6,67
26	26	7	3	1	1	7,58
27	27	5	3	1	1	7,20
28	28	3	1	2	1	7,77
29	29	9	1	2	1	5,75
30	30	7	1	2	1	6,14
31	31	1	1	2	1	4,75
32	32	5	1	2	1	8,80
33	33	2	1	2	1	6,86
34	34	4	1	2	1	8,71
35	35	8	1	2	1	8,97
36	36	6	1	2	1	8,43
37	37	2	2	2	1	8,10
38	38	4	2	2	1	10,38
39	39	7	2	2	1	6,17
40	40	1	2	2	1	4,65
41	41	5	2	2	1	8,00
42	42	9	2	2	1	5,89
43	43	6	2	2	1	9,90
44	44	3	2	2	1	7,50
45	45	8	2	2	1	8,73
46	46	1	3	2	1	5,26
47	47	3	3	2	1	8,64
48	48	6	3	2	1	8,74
49	49	9	3	2	1	6,27
50	50	4	3	2	1	11,19
51	51	8	3	2	1	6,83
52	52	2	3	2	1	8,36

Case no.	1	2	3	4	5	6
53	53	7	3	2	1	6,25
54	54	5	3	2	1	8,87
55	55	3	1	3	1	9,01
56	56	9	1	3	1	5,18
57	57	7	1	3	1	8,28
58	58	1	1	3	1	6,33
59	59	5	1	3	1	6,96
60	60	2	1	3	1	7,40
61	61	4	1	3	1	8,42
62	62	8	1	3	1	7,73
63	63	6	1	3	1	9,25
64	64	2	2	3	1	6,52
65	65	4	2	3	1	8,88
66	66	7	2	3	1	6,91
67	67	1	2	3	1	5,69
68	68	5	2	3	1	7,92
69	69	9	2	3	1	6,10
70	70	6	2	3	1	8,19
71	71	3	2	3	1	7,88
72	72	8	2	3	1	7,29
73	73	1	3	3	1	6,57
74	74	3	3	3	1	7,57
75	75	6	3	3	1	8,33
76	76	9	3	3	1	6,34
77	77	4	3	3	1	7,95
78	78	8	3	3	1	6,74
79	79	2	3	3	1	7,08
80	80	7	3	3	1	6,83
81	81	5	3	3	1	8,02
82	82	3	1	4	1	8,28
83	83	9	1	4	1	7,31
84	84	7	1	4	1	6,80
85	85	1	1	4	1	6,36
86	86	5	1	4	1	10,73
87	87	2	1	4	1	9,12
88	88	4	1	4	1	8,41
89	89	8	1	4	1	7,94
90	90	6	1	4	1	9,50
91	91	2	2	4	1	8,28
92	92	4	2	4	1	10,50
93	93	7	2	4	1	5,55
94	94	1	2	4	1	8,00
95	95	5	2	4	1	9,25
96	96	9	2	4	1	6,19
97	97	6	2	4	1	10,25
98	98	3	2	4	1	9,26
99	99	8	2	4	1	8,03
100	100	1	3	4	1	6,61
101	101	3	3	4	1	12,29
102	102	6	3	4	1	8,31
103	103	9	3	4	1	6,42
104	104	4	3	4	1	9,80

Case no.	1	2	3	4	5	6
105	105	8	3	4	1	9,40
106	106	2	3	4	1	8,34
107	107	7	3	4	1	5,93
108	108	5	3	4	1	9,57
109	109	3	1	5	1	8,40
110	110	9	1	5	1	5,79
111	111	7	1	5	1	6,56
112	112	1	1	5	1	6,47
113	113	5	1	5	1	7,50
114	114	2	1	5	1	6,43
115	115	4	1	5	1	8,54
116	116	8	1	5	1	7,34
117	117	6	1	5	1	9,67
118	118	2	2	5	1	7,41
119	119	4	2	5	1	8,94
120	120	7	2	5	1	5,99
121	121	1	2	5	1	5,86
122	122	5	2	5	1	6,52
123	123	9	2	5	1	4,76
124	124	6	2	5	1	7,75
125	125	3	2	5	1	9,00
126	126	8	2	5	1	5,41
127	127	1	3	5	1	5,86
128	128	3	3	5	1	7,48
129	129	6	3	5	1	8,40
130	130	9	3	5	1	5,86
131	131	4	3	5	1	8,14
132	132	8	3	5	1	8,34
133	133	2	3	5	1	8,09
134	134	7	3	5	1	7,35
135	135	5	3	5	1	5,85
136	136	3	1	6	1	8,38
137	137	9	1	6	1	5,89
138	138	7	1	6	1	6,53
139	139	1	1	6	1	3,49
140	140	5	1	6	1	7,31
141	141	2	1	6	1	6,54
142	142	4	1	6	1	5,97
143	143	8	1	6	1	6,79
144	144	6	1	6	1	7,40
145	145	2	2	6	1	6,43
146	146	4	2	6	1	7,01
147	147	7	2	6	1	8,44
148	148	1	2	6	1	3,87
149	149	5	2	6	1	7,48
150	150	9	2	6	1	5,69
151	151	6	2	6	1	8,26
152	152	3	2	6	1	7,73
153	153	8	2	6	1	7,15
154	154	1	3	6	1	3,03
155	155	3	3	6	1	7,56
156	156	6	3	6	1	7,47

Case no.	1	2	3	4	5	6
157	157	9	3	6	1	5,85
158	158	4	3	6	1	6,13
159	159	8	3	6	1	7,16
160	160	2	3	6	1	5,64
161	161	7	3	6	1	6,46
162	162	5	3	6	1	9,08
163	163	3	1	7	1	7,21
164	164	9	1	7	1	6,34
165	165	7	1	7	1	7,09
166	166	1	1	7	1	5,76
167	167	5	1	7	1	9,01
168	168	2	1	7	1	5,92
169	169	4	1	7	1	7,37
170	170	8	1	7	1	8,02
171	171	6	1	7	1	7,87
172	172	2	2	7	1	5,83
173	173	4	2	7	1	7,27
174	174	7	2	7	1	7,43
175	175	1	2	7	1	5,52
176	176	5	2	7	1	7,94
177	177	9	2	7	1	5,89
178	178	6	2	7	1	8,11
179	179	3	2	7	1	7,51
180	180	8	2	7	1	7,68
181	181	1	3	7	1	5,33
182	182	3	3	7	1	7,05
183	183	6	3	7	1	9,32
184	184	9	3	7	1	5,95
185	185	4	3	7	1	6,33
186	186	8	3	7	1	7,76
187	187	2	3	7	1	7,10
188	188	7	3	7	1	8,99
189	189	5	3	7	1	8,69
190	190	3	1	8	1	5,15
191	191	9	1	8	1	4,41
192	192	7	1	8	1	5,16
193	193	1	1	8	1	4,58
194	194	5	1	8	1	6,49
195	195	2	1	8	1	4,90
196	196	4	1	8	1	5,38
197	197	8	1	8	1	5,96
198	198	6	1	8	1	3,60
199	199	2	2	8	1	4,30
200	200	4	2	8	1	4,26
201	201	7	2	8	1	7,00
202	202	1	2	8	1	4,67
203	203	5	2	8	1	7,06
204	204	9	2	8	1	3,97
205	205	6	2	8	1	4,27
206	206	3	2	8	1	4,18
207	207	8	2	8	1	7,12
208	208	1	3	8	1	5,89

Case no.	1	2	3	4	5	6
209	209	3	3	8	1	5,57
210	210	6	3	8	1	3,65
211	211	9	3	8	1	4,98
212	212	4	3	8	1	5,22
213	213	8	3	8	1	4,98
214	214	2	3	8	1	4,94
215	215	7	3	8	1	7,61
216	216	5	3	8	1	7,25
217	1	3	1	1	2	8,65
218	2	9	1	1	2	5,73
219	3	7	1	1	2	8,42
220	4	1	1	1	2	7,33
221	5	5	1	1	2	10,37
222	6	2	1	1	2	7,49
223	7	4	1	1	2	7,19
224	8	8	1	1	2	8,06
225	9	6	1	1	2	9,28
226	10	2	2	1	2	7,28
227	11	4	2	1	2	7,70
228	12	7	2	1	2	7,22
229	13	1	2	1	2	7,40
230	14	5	2	1	2	9,24
231	15	9	2	1	2	5,67
232	16	6	2	1	2	7,47
233	17	3	2	1	2	7,57
234	18	8	2	1	2	7,87
235	19	1	3	1	2	6,34
236	20	3	3	1	2	8,29
237	21	6	3	1	2	9,39
238	22	9	3	1	2	6,10
239	23	4	3	1	2	7,05
240	24	8	3	1	2	8,08
241	25	2	3	1	2	5,97
242	26	7	3	1	2	7,16
243	27	5	3	1	2	9,99
244	28	3	1	2	2	6,64
245	29	9	1	2	2	6,31
246	30	7	1	2	2	6,77
247	31	1	1	2	2	5,37
248	32	5	1	2	2	6,14
249	33	2	1	2	2	6,55
250	34	4	1	2	2	7,93
251	35	8	1	2	2	6,46
252	36	6	1	2	2	6,18
253	37	2	2	2	2	5,35
254	38	4	2	2	2	7,44
255	39	7	2	2	2	7,16
256	40	1	2	2	2	4,37
257	41	5	2	2	2	7,74
258	42	9	2	2	2	6,49
259	43	6	2	2	2	6,40
260	44	3	2	2	2	6,72

Case no.	1	2	3	4	5	6
261	45	8	2	2	2	7,22
262	46	1	3	2	2	4,14
263	47	3	3	2	2	6,40
264	48	6	3	2	2	5,79
265	49	9	3	2	2	6,07
266	50	4	3	2	2	8,32
267	51	8	3	2	2	7,37
268	52	2	3	2	2	5,85
269	53	7	3	2	2	8,09
270	54	5	3	2	2	6,37
271	55	3	1	3	2	7,81
272	56	9	1	3	2	6,72
273	57	7	1	3	2	6,26
274	58	1	1	3	2	8,77
275	59	5	1	3	2	8,98
276	60	2	1	3	2	6,51
277	61	4	1	3	2	5,84
278	62	8	1	3	2	10,46
279	63	6	1	3	2	8,19
280	64	2	2	3	2	7,65
281	65	4	2	3	2	6,66
282	66	7	2	3	2	8,73
283	67	1	2	3	2	7,03
284	68	5	2	3	2	7,85
285	69	9	2	3	2	6,88
286	70	6	2	3	2	7,83
287	71	3	2	3	2	6,39
288	72	8	2	3	2	7,96
289	73	1	3	3	2	6,08
290	74	3	3	3	2	8,03
291	75	6	3	3	2	6,41
292	76	9	3	3	2	5,27
293	77	4	3	3	2	5,37
294	78	8	3	3	2	8,51
295	79	2	3	3	2	7,43
296	80	7	3	3	2	8,91
297	81	5	3	3	2	9,24
298	82	3	1	4	2	9,67
299	83	9	1	4	2	6,44
300	84	7	1	4	2	10,77
301	85	1	1	4	2	7,82
302	86	5	1	4	2	11,79
303	87	2	1	4	2	7,68
304	88	4	1	4	2	10,77
305	89	8	1	4	2	10,82
306	90	6	1	4	2	8,00
307	91	2	2	4	2	9,48
308	92	4	2	4	2	9,18
309	93	7	2	4	2	9,26
310	94	1	2	4	2	8,14
311	95	5	2	4	2	11,63
312	96	9	2	4	2	7,47

Case no.	1	2	3	4	5	6
313	97	6	2	4	2	7,67
314	98	3	2	4	2	9,00
315	99	8	2	4	2	9,22
316	100	1	3	4	2	7,22
317	101	3	3	4	2	11,14
318	102	6	3	4	2	7,39
319	103	9	3	4	2	6,92
320	104	4	3	4	2	8,99
321	105	8	3	4	2	9,46
322	106	2	3	4	2	7,94
323	107	7	3	4	2	6,47
324	108	5	3	4	2	11,21
325	109	3	1	5	2	7,95
326	110	9	1	5	2	6,52
327	111	7	1	5	2	7,64
328	112	1	1	5	2	3,91
329	113	5	1	5	2	8,71
330	114	2	1	5	2	6,54
331	115	4	1	5	2	7,01
332	116	8	1	5	2	7,41
333	117	6	1	5	2	6,03
334	118	2	2	5	2	7,25
335	119	4	2	5	2	6,40
336	120	7	2	5	2	7,09
337	121	1	2	5	2	3,94
338	122	5	2	5	2	8,30
339	123	9	2	5	2	5,22
340	124	6	2	5	2	5,93
341	125	3	2	5	2	7,53
342	126	8	2	5	2	5,92
343	127	1	3	5	2	4,05
344	128	3	3	5	2	8,73
345	129	6	3	5	2	5,41
346	130	9	3	5	2	6,47
347	131	4	3	5	2	6,98
348	132	8	3	5	2	7,96
349	133	2	3	5	2	7,51
350	134	7	3	5	2	7,06
351	135	5	3	5	2	8,18
352	136	3	1	6	2	5,98
353	137	9	1	6	2	5,25
354	138	7	1	6	2	9,00
355	139	1	1	6	2	6,32
356	140	5	1	6	2	7,82
357	141	2	1	6	2	4,55
358	142	4	1	6	2	4,05
359	143	8	1	6	2	7,34
360	144	6	1	6	2	4,66
361	145	2	2	6	2	3,92
362	146	4	2	6	2	4,19
363	147	7	2	6	2	7,65
364	148	1	2	6	2	6,16

Case no.	1	2	3	4	5	6
365	149	5	2	6	2	8,05
366	150	9	2	6	2	4,75
367	151	6	2	6	2	4,59
368	152	3	2	6	2	5,97
369	153	8	2	6	2	6,68
370	154	1	3	6	2	5,07
371	155	3	3	6	2	8,33
372	156	6	3	6	2	4,05
373	157	9	3	6	2	6,01
374	158	4	3	6	2	7,80
375	159	8	3	6	2	6,69
376	160	2	3	6	2	6,02
377	161	7	3	6	2	9,01
378	162	5	3	6	2	8,76
379	163	3	1	7	2	8,43
380	164	9	1	7	2	6,09
381	165	7	1	7	2	6,31
382	166	1	1	7	2	6,52
383	167	5	1	7	2	9,84
384	168	2	1	7	2	8,22
385	169	4	1	7	2	6,47
386	170	8	1	7	2	8,17
387	171	6	1	7	2	8,04
388	172	2	2	7	2	6,66
389	173	4	2	7	2	5,94
390	174	7	2	7	2	7,63
391	175	1	2	7	2	7,82
392	176	5	2	7	2	9,51
393	177	9	2	7	2	5,12
394	178	6	2	7	2	5,87
395	179	3	2	7	2	9,60
396	180	8	2	7	2	6,49
397	181	1	3	7	2	5,93
398	182	3	3	7	2	6,48
399	183	6	3	7	2	7,11
400	184	9	3	7	2	5,54
401	185	4	3	7	2	5,38
402	186	8	3	7	2	6,41
403	187	2	3	7	2	7,32
404	188	7	3	7	2	5,92
405	189	5	3	7	2	9,05
406	190	3	1	8	2	7,49
407	191	9	1	8	2	6,10
408	192	7	1	8	2	5,11
409	193	1	1	8	2	5,44
410	194	5	1	8	2	8,21
411	195	2	1	8	2	5,33
412	196	4	1	8	2	5,18
413	197	8	1	8	2	7,02
414	198	6	1	8	2	5,58
415	199	2	2	8	2	4,99
416	200	4	2	8	2	5,56

Case no.	1	2	3	4	5	6
417	201	7	2	8	2	4,63
418	202	1	2	8	2	5,26
419	203	5	2	8	2	5,85
420	204	9	2	8	2	4,35
421	205	6	2	8	2	5,14
422	206	3	2	8	2	5,50
423	207	8	2	8	2	5,45
424	208	1	3	8	2	6,84
425	209	3	3	8	2	6,10
426	210	6	3	8	2	5,19
427	211	9	3	8	2	4,94
428	212	4	3	8	2	5,65
429	213	8	3	8	2	6,14
430	214	2	3	8	2	5,86
431	215	7	3	8	2	5,33
432	216	5	3	8	2	6,00

7. Analisis Uji Stabilitas Hasil, Musim Hujan

Data file : REGRESMH
 Title : Stabilitas Hasil MH
 Data case no. 1 to 72
 List of variables

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC	Entri kode genotipe
2	NUMERIC	Variety kode genotipe
3	NUMERIC	Lokasi kode lokasi
4	NUMERIC	Hasil bobot biji ka, 15%

Case no.	1	2	3	4
1	1	1	1	6,303
2	2	2	1	7,223
3	3	3	1	8,453
4	4	4	1	8,697
5	5	5	1	7,897
6	6	6	1	9,947
7	7	7	1	6,560
8	8	8	1	8,060
9	9	9	1	5,647
10	1	1	2	4,887
11	2	2	2	7,773
12	3	3	2	7,970
13	4	4	2	10,093
14	5	5	2	8,557
15	6	6	2	9,023
16	7	7	2	6,187
17	8	8	2	8,177
18	9	9	2	5,970
19	1	1	3	6,197
20	2	2	3	7,000
21	3	3	3	8,153
22	4	4	3	8,417
23	5	5	3	7,633
24	6	6	3	8,590
25	7	7	3	7,340
26	8	8	3	7,253
27	9	9	3	5,873
28	1	1	4	6,990
29	2	2	4	8,580
30	3	3	4	9,943
31	4	4	4	9,570

Case no.	1	2	3	4
32	5	5	4	9,850
33	6	6	4	9,353
34	7	7	4	6,093
35	8	8	4	8,457
36	9	9	4	6,640
37	1	1	5	6,063
38	2	2	5	7,310
39	3	3	5	8,293
40	4	4	5	8,540
41	5	5	5	6,623
42	6	6	5	8,607
43	7	7	5	6,633
44	8	8	5	7,030
45	9	9	5	5,470
46	1	1	6	3,463
47	2	2	6	6,203
48	3	3	6	7,890
49	4	4	6	6,370
50	5	5	6	7,957
51	6	6	6	7,710
52	7	7	6	7,143
53	8	8	6	7,033
54	9	9	6	5,810
55	1	1	7	5,537
56	2	2	7	6,283
57	3	3	7	7,257
58	4	4	7	6,990
59	5	5	7	8,547
60	6	6	7	8,433
61	7	7	7	7,837
62	8	8	7	7,820
63	9	9	7	6,060
64	1	1	8	5,047
65	2	2	8	4,713
66	3	3	8	4,967
67	4	4	8	4,953
68	5	5	8	6,933
69	6	6	8	3,840
70	7	7	8	6,590
71	8	8	8	6,020
72	9	9	8	4,453

Parameter Stabilitas Hasil saat MH

Stability Statistics	Genotype (g)								
Variety of Interest:	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9
Treatment of Interest:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Number of Data Points:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Coefficient of Correlation:	0,579	0,955	0,935	0,901	0,682	0,934	-0,237	0,928	0,899
Coefficient of Determination:	0,335	0,913	0,875	0,812	0,465	0,872	0,056	0,862	0,809
Regression Line Intercept:	0,594	-1,856	-2,407	-4,220	2,565	-5,574	7,907	1,655	1,337
Regression Line Slope:	0,693	1,22	1,434	1,699	0,759	1,921	-0,155	0,813	0,615
Standard Error of Slope:	0,399	0,154	0,221	0,333	0,332	0,300	0,259	0,133	0,122
Student's t Value:	0,769	1,432	1,962	2,097	0,727	3,070	4,457	1,404	3,156
Probability:	1,000	0,202	0,097	0,081	1,000	0,022	0,004	0,210	0,020
Error Mean Square:	0,928	0,138	0,285	0,649	0,643	0,525	0,392	0,103	0,087
Mean Response:	5,561	6,886	7,866	7,954	8,000	8,188	6,798	7,481	5,740

8. Uji Stabilitas Hasil, Musim Kemarau

Data file : REGRESMK
 Title : Stabilitas Hasil MK
 Data case no. 1 to 72
 List of Variables

List of variables

Var	Type	Name / Description
1	NUMERIC Entri	kode genotipe
2	NUMERIC Variety	kode genotipe
3	NUMERIC Lokasi	kode lokasi
4	NUMERIC Hasil	bobot biji ka. 15%

Case no.	1	2	3	4
1	1	1	1	7,023
2	2	2	1	6,913
3	3	3	1	8,170
4	4	4	1	7,313
5	5	5	1	9,867
6	6	6	1	8,713
7	7	7	1	7,600
8	8	8	1	8,003
9	9	9	1	5,833
10	1	1	2	4,627
11	2	2	2	5,917
12	3	3	2	6,587
13	4	4	2	7,897
14	5	5	2	6,750
15	6	6	2	6,123
16	7	7	2	7,340
17	8	8	2	7,017
18	9	9	2	6,290
19	1	1	3	7,293
20	2	2	3	7,197
21	3	3	3	7,410
22	4	4	3	5,957
23	5	5	3	8,690
24	6	6	3	7,477
25	7	7	3	7,967
26	8	8	3	8,977
27	9	9	3	6,290
28	1	1	4	7,727
29	2	2	4	8,367
30	3	3	4	9,937
31	4	4	4	9,647

Case no.	1	2	3	4
32	5	5	4	11,543
33	6	6	4	7,687
34	7	7	4	8,833
35	8	8	4	9,833
36	9	9	4	6,943
37	1	1	5	3,967
38	2	2	5	7,100
39	3	3	5	8,070
40	4	4	5	6,797
41	5	5	5	8,397
42	6	6	5	5,790
43	7	7	5	7,263
44	8	8	5	7,097
45	9	9	5	6,070
46	1	1	6	5,850
47	2	2	6	4,830
48	3	3	6	6,760
49	4	4	6	5,347
50	5	5	6	8,210
51	6	6	6	4,433
52	7	7	6	8,553
53	8	8	6	6,903
54	9	9	6	5,337
55	1	1	7	6,757
56	2	2	7	7,400
57	3	3	7	8,170
58	4	4	7	5,930
59	5	5	7	9,467
60	6	6	7	7,007
61	7	7	7	6,620
62	8	8	7	7,023
63	9	9	7	5,583
64	1	1	8	5,847
65	2	2	8	5,393
66	3	3	8	6,363
67	4	4	8	5,463
68	5	5	8	6,687
69	6	6	8	5,303
70	7	7	8	5,023
71	8	8	8	6,203
72	9	9	8	5,130

Parameter Stabilitas Hasil saat MK

Stability Statistics	Genotype (g)								
Variety of Interest:	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9
Treatment of Interest:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Number of Data Points:	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Coefficient of Correlation:	0,676	0,867	0,911	0,749	0,922	0,795	0,639	0,929	0,796
Coefficient of Determination:	0,457	0,752	0,830	0,562	0,850	0,633	0,409	0,863	0,634
Regression Line Intercept:	-0,131	-0,462	0,195	-0,899	-1,750	-1,290	2,023	-0,327	2,641
Regression Line Slope:	0,889	1,007	1,062	1,090	1,482	1,114	0,762	1,128	0,467
Standard Error of Slope:	0,395	0,236	0,196	0,393	0,254	0,347	0,374	0,183	0,145
Student's t Value:	0,282	0,028	0,314	0,230	1,895	0,328	0,636	0,700	3,680
Probability:	1,000	1,000	1,000	1,000	0,107	1,000	1,000	1,000	0,010
Error Mean Square:	1,103	0,393	0,271	1,091	0,456	0,847	0,988	0,237	0,148
Mean Response:	6,136	6,640	7,683	6,794	8,701	6,567	7,400	7,632	5,934