



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**KEUPAYAAN BERGABUNG, PRESTASI GENOTIP, HETEROSIS
DAN KEBOLEBWARISAN PADA HIBRID JAGUNG BIJIAN**

KHAYAMUDDIN PANJAITAN

FP 2003 15



**KEUPAYAAN BERGABUNG, PRESTASI GENOTIP, HETEROSIS DAN
KEBOLEHWARISAN PADA HIBRID JAGUNG BIJIAN**

KHAYAMUDDIN PANJAITAN

**MASTER SAINS PERTANIAN
UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA**

2003



**KEUPAYAAN BERGABUNG, PRESTASI GENOTIP, HETEROSIS DAN
KEBOLEHWARISAN PADA HIBRID JAGUNG BIJIAN**

Oleh

KHAYAMUDDIN PANJAITAN

**Tesis ini dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia, Sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Master Sains Pertanian**

Ogos 2003



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains Pertanian.

**KEUPAYAAN BERGABUNG, PRESTASI GENOTIP, HETEROSIS DAN
KEBOLEHWARISAN PADA HIBRID JAGUNG BIJIAN**

Oleh

KHAYAMUDDIN PANJAITAN

Ogos, 2003

Pengerusi : Profesor Madya Ghizan Saleh, Ph.D.

Fakulti : Pertanian

Satu kajian telah dijalankan dalam tanaman jagung bijian, untuk menilai keupayaan bergabung antara titisan inbred terpilih dalam pembentukan hibrid kacukan tunggal, membandingkan prestasi dan heterosis pada hibrid-hibrid tersebut serta prestasi beberapa hibrid kacukan tiga hala, menganggarkan kebolehwarisan ciri-ciri penting dalam kedua-dua populasi, dan menentukan korelasi antara ciri-ciri tersebut.

Dalam Eksperimen I, hibrid-hibrid kacukan tunggal telah dibentuk melalui skema kacukan dialel 7 x 7 dan dinilai. Penilaiannya melibatkan 30 genotip yang terdiri dari 21 hibrid kacukan tunggal, serta tujuh titisan inbrednya, bersama dua varieti kawalan. Eksperimen II dijalankan untuk membentuk serta menilai prestasi 16 hibrid kacukan tiga hala. Kedua-dua eksperimen dijalankan di Kawasan Penyelidikan, Taman Pertanian Universiti, Universiti Putra Malaysia, dalam rekabentuk blok berawak lengkap (RCBD), dengan tiga replikasi.



Dari keputusan analisis keupayaan bergabung dalam Eksperimen I, yang melibatkan hibrid-hibrid kacukan tunggal, kedua-dua kesan keupayaan bergabung am (GCA) dan keupayaan bergabung khusus (SCA) didapati bererti untuk semua ciri, kecuali peratus peleraian yang hanya menunjukkan kesan GCA yang bererti. Titisian inbred P-1 (UPM-SW-2) memberikan kesan GCA yang tertinggi di kalangan inbred bagi hasil bijian sehektar, manakala kacukan SC-11 (UPM-MT 13 x IPB 15), SC-17 (UPM-SM 5-4 x IPB 8), SC-4 (UPM-SW 2 x IPB 8), SC-16 (UPM-SM 5-4 x IPB 14) dan SC-15 (UPM-SM 7-6 x IPB 15) menunjukkan kesan SCA yang tertinggi. Walau bagaimanapun, kesan SCA didapati lebih tinggi dari GCA, membuktikan bahawa, hasil bijian lebih dikawal oleh tindakan gen bukan penambah, berbanding tindakan gen penambah.

Hibrid SC-16 memberikan hasil bijian yang tertinggi (6985 kg ha^{-1}) di kalangan hibrid kacukan tunggal, diikuti oleh SC-2 (6800 kg ha^{-1}), SC-4 (6585 kg ha^{-1}), SC-5 (6555 kg ha^{-1}), SC-5 (6555 kg ha^{-1}), SC-8 (6118 kg ha^{-1}), SC-11 (6474 kg ha^{-1}), SC-14 (6074 kg ha^{-1}) dan SC-17 (6281 kg ha^{-1}). Pada amnya, hibrid-hibrid yang memberikan hasil terbaik ini didapati dibentuk dari kombinasi titisian inbred yang diperolehi dari populasi sumber yang berbeza secara genetik.

Mengikut kedua-dua kaedah pengiraan, iaitu berbanding nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP), heterosis yang tinggi untuk hasil bijian sehektar ditunjukkan oleh hibrid-hibrid kacukan tunggal yang dinilai. Heterosis BP yang tertinggi untuk hasil bijian ditunjukkan oleh SC-17 (174.0%), SC-18 (171.2%), SC-16 (144.7%) dan SC-20 (143.3%), manakala heterosis MP

yang tertinggi ditunjukkan oleh SC-17 (221.4%), SC-18 (201.0%), SC-4 (184.1%) dan SC-11 (164.3%). Nilai heterosis yang negatif ditunjukkan untuk hari pembungaan dan kematangan, menjelaskan bahawa hibrid-hibrid berbunga dan matang lebih awal dari induk-induknya.

Kebolehwarisan luas (h_B^2) yang tinggi ditunjukkan dalam populasi hibrid kacukan tunggal untuk ciri-ciri hari perambutan (75.3%), hari kematangan (73.8%), hari pentaselan (68.7%), bilangan bijian sebaris (68.6%), panjang tongkol (66.0%), ketinggian pokok (58.1%) dan garispusat tongkol (55.8%), manakala h_B^2 yang sederhana ditunjukkan untuk hasil bijian sehektar, ketinggian tongkol, hasil tongkol sehektar, berat tongkol dan bilangan baris setongkol. Nilai kebolehwarisan sempit (h_N^2) yang diperolehi melalui kaedah komponen varians keupayaan bergabung dan kaedah regresi induk-progeni secara amnya adalah rendah, menguatkan lagi bukti bahawa tindakan gen bukan penambah adalah lebih penting berbanding tindakan gen penambah, sebagaimana juga ditunjukkan dalam analisis keupayaan bergabung.

Dalam populasi hibrid kacukan tunggal yang dikaji, hasil bijian sehektar menunjukkan korelasi positif yang tinggi dengan hasil tongkol sehektar, berat tongkol, berat bijian setongkol, panjang tongkol dan bilangan bijian sebaris, korelasi yang sederhana dengan ketinggian pokok, ketinggian tongkol dan berat 100-bijian, manakala sebaliknya, tidak menunjukkan korelasi dengan hari pentaselan, hari perambutan, hari kematangan, garispusat tongkol, bilangan baris setongkol dan peratus peleraian.

Keputusan dari Eksperimen II yang melibatkan hibrid-hibrid kacukan tiga hala, menunjukkan bahawa TWC-34 dan TWC-35 memberikan hasil bijian sehektar yang tertinggi, masing-masing dengan 6726 kg ha^{-1} dan 6753 kg ha^{-1} . Hibrid-hibrid ini telah dihasilkan dari kombinasi titisan inbred dari populasi sumber yang luas perbezaan genetiknya, sebagaimana juga yang ditunjukkan oleh hibrid-hibrid kacukan tunggal.

Dalam populasi kacukan tiga hala tersebut, kebolehwarisan luas (h_B^2) yang tinggi ditunjukkan untuk ketinggian pokok, garispusat tongkol, bilangan baris setongkol dan berat 100-bijian, manakala h_B^2 yang sederhana ditunjukkan oleh hasil bijian sehektar, hasil tongkol sehektar, ketinggian tongkol, panjang tongkol, berat bijian setongkol, bilangan bijian sebaris, berat tongkol dan peratus peleraian. Korelasi positif yang tinggi ditunjukkan antara hasil bijian sehektar dengan hasil tongkol sehektar, berat tongkol dan berat bijian setongkol, manakala korelasi yang sederhana ditunjukkan dengan ketinggian pokok, ketinggian tongkol, panjang tongkol, garispusat tongkol, bilangan bijian sebaris dan berat 100-bijian, tetapi tiada korelasi ditunjukkan dengan hari pentaselan, hari perambutan, hari kematangan, bilangan baris setongkol dan peratus peleraian.

Kajian ini telah dapat menonjolkan hibrid-hibrid SC-16, SC-2, SC-4, SC-5, SC-11, SC-8, SC-14, SC-17, TWC-34 dan TWC-35 sebagai sangat berpotensi untuk dinilai selanjutnya bagi mendapatkan matlumat kestabilannya dalam penghasilan dan penampilan ciri-ciri berkaitan di lokasi pelbagai.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirement for the degree of Master of Agricultural Science.

**COMBINING ABILITY, GENOTYPE PERFORMANCE, HETEROSIS
AND HERITABILITY IN GRAIN MAIZE HYBRIDS**

by

KHAYAMUDDIN PANJAITAN

August, 2003

Chairman : Associate Professor Ghizan Saleh, Ph.D

Faculty : Agriculture

A study was conducted in grain maize, to evaluate combining abilities among selected inbred lines in single cross hybrid combinations, to compare performance and heterosis on the hybrids and performance of some three-way cross hybrids, to estimate heritability of important traits in both populations, and to determine correlations among the traits.

In Experiment I, single cross hybrids were developed through a 7 x 7 diallel mating scheme and then evaluated. The evaluation involved 30 genotypes consisting of 21 single cross hybrids, the seven parental inbred lines and two check varieties. Experiment II was conducted to develop and evaluate the performance of 16 three-way cross hybrids. Both experiments were carried out at the Research Area, University Agriculture Park, Universiti Putra Malaysia, in a randomized complete block design (RCBD), with three replications.



From results of the combining ability analysis in Experiment I, involving the single crosses, both the general combining ability (GCA) effects and specific combining ability (SCA) effects were significant for all traits, except shelling percentage, which only showed significant GCA effects. The inbred line P-1 (UPM –SW 2) gave the highest GCA effects among the inbreds for grain yield per hectare, while the crosses SC-11 (UPM-MT 13 x IPB 15), SC-17 (UPM-SM 5-4 x IPB 8), SC-4 (UPM-SW 2 x IPB 8), SC-16 (UPM-SM 5-4 x IPB 14) and SC-15 (UPM-SM 7-6 x IPB 15) showed highest SCA effects. However, SCA effects were found to be higher than the GCA effects, verifying the fact that, grain yield was predominantly controlled by non-additive gene action, compared to the additive counterpart.

The SC-16 hybrid gave the highest grain yield (6985 kg ha^{-1}) among the single cross hybrids, followed by SC-2 (6800 kg ha^{-1}), SC-4 (6585 kg ha^{-1}), SC-5 (6555 kg ha^{-1}), SC-8 (6118 kg ha^{-1}), SC-11 (6474 kg ha^{-1}), SC-14 (6074 kg ha^{-1}) and SC-17 (6281 kg ha^{-1}). In general, these top ranking hybrids were crosses formed from combination of inbred lines of genetically diverse source populations.

Based on both methods of calculation, i.e. better-parent (BP) and mid-parent (MP), high heterosis estimates for grain yield were shown by the single cross hybrids. The highest BP heterosis for grain yield was revealed by SC-17 (174.0%), SC-18 (171.2%), SC-16 (144.7%) and SC-20 (143.3%), whereas the highest MP heterosis was revealed by SC-17 (221.4%), SC-18 (201.0%), SC-4



(184.1%) and SC-11 (164.3%). Negative estimates of heterosis were shown for days to flowering and maturity, indicating that hybrids flowered and matured earlier than their parents.

High broad-sense heritability (h_B^2) estimates were shown in the single cross hybrids for days to silking (75.3%), days to maturity (73.8%), days to tasseling (68.7%), number of grains per row (68.6%), ear length (66.0%), plant height (58.1%) and ear diameter (55.8%), whereas moderate estimates were shown for grain yield per hectare, ear height, ear yield per hectare, ear weight and number of kernel rows per ear. Estimates of narrow-sense heritability (h_N^2) obtained using the methods of combining ability variance components and parent-offspring regression analysis, were generally low, giving further evidence that non-additive gene action was more important than additive gene action, as was shown previously in the combining ability analysis.

In the single cross hybrids evaluated, grain yield per hectare revealed high positive correlations with ear yield per hectare, ear weight, grain weight per ear, ear length and number of grains per row, moderate positive correlations with plant height, ear height and 100-grain weight, while in contrast, did not show correlations with days to tasseling, days to silking, days to maturity, ear diameter, number of kernel rows per ear and shelling percentage.

Results of Experiment II, involving three-way cross hybrids, showed that TWC-34 and TWC-35 gave the highest grain yield per hectare, with 6726 kg ha^{-1}



and 6753 kg ha⁻¹, respectively. These hybrids were developed from combinations of inbred lines of diverse source populations, as were in the case of the single cross hybrids.

In the three-way cross hybrids, high broad-sense heritability (h_B^2) estimates were shown for plant height, ear diameter, number of kernel rows per ear and 100-grain weight, while moderate h_B^2 estimates were revealed for grain yield per hectare, ear yield per hectare, ear height, ear length, grain weight per ear, number of kernels per row, ear weight and shelling percentage. High positive correlations were found between grain yield per hectare and ear yield per hectare, ear weight, and grain weight per ear, while moderate positive correlations were shown between with plant height, ear height, ear length, ear diameter, number of kernels per row and 100-grain weight, but no correlations were shown with days to tasseling, days to silking, days to maturity, number of kernel rows per ear and shelling percentage.

This study has revealed hybrids SC-16, SC-2, SC-4, SC-5, SC-11, SC-8, SC-14, SC-17, TWC-34 and TWC-35 as highly potential to be further evaluated, to obtain information on their stability in yield performance and expression of related traits at various locations.



PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, rasa syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana hidayah dan keridhoannya tesis ini dapat diselesaikan.

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada Prof. Madya Dr. Ghizan Saleh, selaku pengerusi jawatankuasa penyeliaan, Prof. Madya Dr Anuar Abdul Rahim dan Dr. Mihdzar Abdul Kadir selaku ahli jawatankuasa penyeliaan, yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, tunjuk ajar, bantuan dan kerjasama dalam menjayakan kajian ini.

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih dirakamkan kepada pihak Dekanat Fakultas Pertanian dan Rektorat Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) atas kerjasama, bantuan dan sokongan padunya.

Berbanyak terima kasih ditujukan kepada Prof. Madya. Dr. Mohd. Said Saad, pensyarah di Jabatan Sains Tanaman, UPM, atas tunjuk ajar program komputer analisis kacukan dialel.

Terima kasih juga ditujukan kepada pihak pengurusan ladang dua, khusus kepada En. Shahril Abd. Rahman dan En. Jamlus Jantan serta pengurusan Ladang Kongsi, Pejabat Operasi Taman Penyelidikan Universiti, Universiti Putra

Malaysia, terutama pada En. Abdul Ghani Hashim, Puan Zaleha Ujang dan En. Abu Bakar serta pegawai lain di atas bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.

Serangkai setinggi-tinggi terima kasih ditujukan kepada Puan Maininah Tahir, rakan-rakan seperjuangan Panca Jarot Santoso, Eltahir Siddiq Ali, Than Da Min, Noor Zahelawati Muhammad, Zainal Abidin, Melika Anak Nyambong, Zizi, Syed Alawi, Hafidzah, Nurhanim, Roslinda, Rosnaini Hamzah, Noraishah Junus, Ismail Iberahim, Mandefro Nigussie dan terutamanya kepada Muhammad Asraf Kamaluddin dan Izwanizam Arifin serta banyak lagi atas pertolongan dan cucuran peluh yang diberikan, juga rakan-rakan serumah yang turut membantu.

Sungguh tidak akan dilupakan, penghargaan yang tidak ternilai kepada Ayahanda Lokot Panjaitan dan Ibunda tercinta Boniyem serta adik-adik semua yang telah memberikan sokongan dan doa restunya demi kesejahteraan saya di sepanjang pengajian ini.

Setelah usaha yang optima dilakukan serta doa dan tawakkal, akhirnya, tiada suatu keberhasilan dapat dicapai kecuali kerana kehendak Allah S.W.T. kepada Allah S.W.T saya bermohon, semoga hidayah dan rahimNya selalu diberikan kepada semua.

KANDUNGAN

Muka surat

ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	vi
PENGHARGAAN	x
PENGESAHAN.....	xii
PERAKUAN.....	xiv
SENARAI JADUAL.....	xviii
SENARAI PLET.....	xxi
SENARAI RAJAH	xxii

BAB

1. PENDAHULUAN.....	1
2. KAJIAN BAHAN BERTULIS	5
2.1 Asal Usul, Botani dan Morfologi Jagung.....	5
2.2 Perkembangan Pembiakbakaan Jagung Bijian.....	8
2.3 Perkembangan Pembiakbakaan Jagung Bijian di Malaysia	10
2.4 Penginbredan dan Pembentukan Titisan Inbred.....	11
2.5 Keupayaan Bergabung.....	14
2.6 Kacukan dan Analisis Dialel	16
2.7 Penghibridan dan Varieti Hibrid	17
2.8 Heterosis.....	19
2.9 Kebolehwarisan	23
2.10 Pertalian antara Ciri.....	25
3. BAHAN DAN KAEDAH.....	28
3.1 Latar Belakang Kajian	28
3.2 Pemilihan Bahan Tanaman dan Pembentukan Kacukan.....	28
3.2.1 Pemilihan Induk Titisan Inbred.....	28
3.2.2 Pembentukan Kacukan	30
3.2.2.1 Peringkat Kacukan	30
3.2.2.2 Kaedah Membuat Kacukan	31
3.2.2.3 Penuaian dan Penyediaan Biji Benih.....	32
3.3 Eksperimen I: Keupayaan Bergabung, Prestasi Genotip, Heterosis, Keupayaan Bergabung dan Kebolehwarisan.....	34
3.3.1 Lokasi Eksperimen	34
3.3.2 Bahan Tanaman.....	34
3.3.3 Rekabentuk Kajian dan Keluasan Kawasan Kajian	36
3.3.4 Amalan Ladang.....	36
3.3.4.1 Penyediaan Tanah.....	36
3.3.4.2 Penanaman	36
3.3.4.3 Pembajaan	37

Muka surat

3.3.4.4 Pengawalan Rumpai	37
3.3.4.5 Pengairan	38
3.3.5 Pengumpulan Data	38
3.3.5.1 Data Sebelum Penuaian Hasil	38
3.3.5.2 Data Selepas Penuaian Hasil	39
3.3.6 Analisis Data	42
3.3.6.1 Analisis Keupayaan Bergabung.....	42
3.3.6.2 Prestasi Genotip.....	44
3.3.6.3 Heterosis.....	46
3.3.6.4 Kebolehwarisan	46
3.3.6.4.1 Kebolehwarisan Luas	46
3.3.6.4.2 Kebolehwarisan Sempit.....	48
3.3.6.5 Pertalian antara Ciri.....	48
3.4 Eksperimen II: Prestasi Genotip, Kebolehwarisan dan Korelasi antara Ciri pada Hibrid Kacukan Tiga Hala	49
3.4.1 Lokasi Eksperimen.....	49
3.4.2 Bahan Tanaman.....	49
3.4.3 Rekabentuk Kajian dan Keluasan Kawasan.....	51
3.4.4 Amalan Ladang.....	51
3.4.5 Pengumpulan Data	51
3.4.6 Analisis Data	51
3.4.6.1 Prestasi Genotip.....	51
3.4.6.2 Kebolehwarisan Luas	52
3.4.6.3 Pertalian antara Ciri.....	52
4. KEPUTUSAN	53
4.1 Eksperimen I: Keupayaan Bergabung, Prestasi Genotip, Heterosis, Kebolehwarisan dan Korelasi antara Ciri pada Hibrid Kacukan Tunggal	53
4.1.1 Kesan Genotip dan Keupayaan Bergabung	53
4.1.1.1 Keupayaan Bergabung Am.....	56
4.1.1.2 Keupayan Bergabung Khusus.....	62
4.1.2 Kesan dan Prestasi Genotip.....	71
4.1.3 Heterosis.....	92
4.1.4 Kebolehwarisan.....	112
4.1.4.1 Komponen Varians dan Kebolehwarisan Luas	112
4.1.4.2 Kebolehwarisan Sempit.....	112
4.1.5 Korelasi antara Ciri	116
4.1.5.1 Korelasi Mudah dalam Populasi Hibrid	116
4.1.5.2 Korelasi Mudah dalam Titisian Inbred.....	121
4.2 Eksperimen II: Prestasi Genotip, Kebolehwarisan dan Korelasi antara Ciri pada Hibrid Kacukan Tiga Hala	125
4.2.1 Prestasi Genotip.....	125
4.2.2 Kebolehwarisan Luas	138
4.2.3 Korelasi antara Ciri	140

	Muka surat
5. PERBINCANGAN	138
5.1 Eksperimen I: Keupayaan Bergabung, Prestasi Genotip, Heterosis, Kebolehwarisan dan Korelasi antara Ciri pada Hibrid Kacukan Tunggal	145
5.1.1 Keupayaan Bergabung.....	145
5.1.2 Prestasi Genotip.....	148
5.1.3 Heterosis.....	150
5.1.4 Kebolehwarisan.....	152
5.1.4.1 Kebolehwarisan Luas	152
5.1.4.2 Kebolehwarisan Sempit	153
5.1.5 Korelasi antara Ciri	155
5.2 Eksperimen II: Prestasi Genotip, Kebolehwarisan dan Korelasi antara Ciri pada Hibrid Kacukan Tiga Hala	156
5.2.1 Prestasi Genotip.....	156
5.2.2 Kebolehwarisan Luas	157
5.2.3 Korelasi antara Ciri	158
6. KESIMPULAN	159
BIBLIOGRAFI	164
LAMPIRAN	174
BIODATA PENULIS	177

SENARAI JADUAL

Jadual	Muka Surat
1 Senarai titisan inbred yang digunakan dalam kacukan dialel serta populasi sumber asalnya.....	29
2 Senarai hibrid-hibrid kacukan tunggal, titisan-titisan inbred dan varieti-varieti kawalan yang dinilai dalam Eksperimen I, berserta kombinasi kacukan atau pedigrianya	35
3 Rangka jadual ANOVA dengan min kuasa dua jangkauan (EMS) untuk kesan GCA dan SCA.....	43
4 Rangka jadual ANOVA dengan min kuasa dua jangkauan (EMS) untuk kesan genotip dan replikasi	45
5 Senarai hibrid-hibrid kacukan tiga hala dan varieti-varieti kawalan yang dinilai dalam Eksperimen II, berserta kombinasi kacukannya	50
6 Nilai min kuasa dua bagi ciri-ciri yang diukur dalam penilaian hibrid dan titisan inbred dari kacukan dialel 7 x 7 jagung bijian	54
7 Nilai min kuasa dua untuk keupayaan bergabung am (GCA) dan keupayaan bergabung khusus (SCA) bagi ciri-ciri yang diukur dari kacukan dialel 7 x 7 antara titisan inbred.....	55
8 Anggaran kesan keupayaan bergabung am (GCA) bagi tiap titisan inbred yang digunakan dalam kacukan dialel 7 x 7, untuk ciri-ciri yang diukur.....	58
9 Anggaran kesan keupayaan bergabung khusus (SCA) yang ditunjukkan oleh tiap kombinasi inbred dalam penghasilan hibrid yang dihasilkan dari kacukan dialel 7 x 7, untuk ciri yang diukur.....	63
10 Nilai min kuasa dua bagi ciri-ciri yang diukur dalam penilaian hibrid kacukan tunggal jagung bijian berserta titisan-titisan inbrednya dan varieti-varieti kawalan.....	73
11 Nilai min dan pekali variasi (c.v.) untuk ciri-ciri yang diukur pada setiap genotip yang dihasilkan dari kacukan dialel serta dua varieti kawalan jagung bijian.....	74
12 Nilai min dan pekali variasi (c.v.) untuk ciri-ciri yang diukur pada titisan inbred jagung bijian.....	79

Jadual	Muka surat
13 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi hasil bijian sehektar yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	93
14 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi hasil tongkol sehektar yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	95
15 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi hari pentaselan yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	96
16 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi hari perambutan yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	97
17 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi hari kematangan yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	99
18 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi ketinggian pokok yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	100
19 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi ketinggian tongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	101
20 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi panjang tongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	102
21 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi garispusat tongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	104
22 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi berat bijian setongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	105
23 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm <i>ralat lazim</i>) bagi berat 100-bijian yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	106

Jadual	Muka surat
24 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm ralat lazim) bagi berat tongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	107
25 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm ralat lazim) bagi bilangan baris setongkol yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	109
26 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm ralat lazim) bagi bilangan bijian sebaris yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	110
27 Heterosis berdasarkan nilai induk terbaik (BP) dan nilai pertengahan induk (MP) (\pm ralat lazim) bagi peratus peleraian yang dianggar pada 21 hibrid kacukan tunggal	111
28 Varians genotip (σ_G^2), varians fenotip (σ_P^2) dan kebolehwarisan luas (h_B^2) untuk ciri-ciri yang di ukur pada populasi 21 hibrid jagung bijian.....	113
29 Anggaran kebolehwarisan sempit (h_N^2) mengikut kaedah komponen varians keupayaan bergabung, dan regresi induk-progeni dari populasi 21 hibrid jagung bijian.....	114
30 Pekali korelasi mudah di antara ciri-ciri yang di ukur pada 21 hibrid jagung bijian	117
31 Pekali korelasi mudah di antara ciri-ciri yang di ukur pada titisan inbred jagung bijian	122
32 Nilai min kuasa dua dalam ANOVA bagi ciri-ciri yang dikaji ke atas 16 hibrid kacukan tiga hala dan dua varieti kawalan jagung bijian.....	126
33 Nilai min dan pekali variasi (c.v.) bagi ciri-ciri yang di ukur pada 16 hibrid kacukan tiga hala dan dua varieti kawalan jagung bijian.....	127
34 Varians genotip (σ_G^2), varians fenotip (σ_P^2) dan anggaran kebolehwarisan luas (h_B^2) bagi semua ciri yang di ukur dalam populasi 16 hibrid kacukan tiga hala jagung bijian.	139
35 Pekali korelasi mudah di antara ciri-ciri dalam 16 hibrid kacukan tiga hala jagung bijian	141

SENARAI PLET

Plet	Muka Surat
1. Gambar menunjukkan peringkat-peringkat dalam proses pengacukan jagung. A: Tassel jagung dibungkus pada tiga hari sebelum dilakukan pendebungaan. B: Putik jagung dibungkus untuk melindungi rerambut jagung dihindangi debunga yang dibawa angin. C: Rerambut jagung telah keluar, seterusnya didebungakan. D: Putik jagung yang telah dilakukan pendebungaan dibungkus dengan kemas untuk mengelakkan pencemaran ke atas tongkol yang telah didebungakan.....	33
2. Gambar tongkol-tongkol jagung titisan inbred P-I, yang menunjukkan kesan keupayaan bergabung am (GCA) yang tinggi.....	57
3. Gambar tongkol-tongkol dari hibrid kacukan tunggal jagung yang mempunyai hasil bijian yang tinggi. A : SC-2; B : SC-4; C : SC-5; D : SC-8; E: SC-11; F : SC-14; G : SC-16; H : SC-17.....	81
4. Gambar tongkol-tongkol dari hibrid kacukan tiga hala jagung, yang mempunyai hasil bijian yang tinggi. A : TWC-34; B : TWC-35	132

SENARAI RAJAH

Rajah	Muka Surat
1 Taburan hujan bulanan bagi bulan Januari 1999 hingga Disember 2000.....	174
2 Taburan bilangan hari hujan bulanan bagi Januari 1999 hingga Disember 2000.....	175
3 Suhu bulanan bagi bulan Januari 1999 hingga Disember 2000	176



BAB 1

PENGENALAN

Jagung (*Zea mays*. L) merupakan tanaman bijirin ketiga terpenting di dunia selepas gandum dan padi (Waldern, 1983). Produk jagung digunakan untuk makanan manusia, makanan ternakan dan dalam banyak industri lain yang berkaitan (Boyer dan Hannah, 1994).

Jagung sesuai di tanam di persekitaran dari dataran tanah rendah hingga ke dataran tinggi, dan dari garis lintang 45° Utara sehingga garis lintang 20° Selatan (De Leon dan Paroda, 1993a).

Di Malaysia, jagung bijian ditanam secara kecil-kecilan, di mana kawasan penanamannya hanyalah 21,000 hektar, berbanding dengan keluasan di negara-negara Asia yang lain, seperti China (23,056,000 hektar), India (6,557,000 hektar) dan Indonesia (3,000,000 hektar) (USDA, 2002).

Industri berasaskan komoditi jagung bijian dalam negara ini adalah bergantung sepenuhnya kepada bekalan jagung dalam pasaran antarabangsa. Lazimnya stok jagung bijian di pasaran dunia adalah kurang stabil, dan pengeluaran yang berkurangan akan menyebabkan Malaysia mungkin menghadapi masalah untuk mendapatkan bekalan bagi memenuhi permintaannya. Sementara itu, saiz pasaran terhadap jagung bijian dalam negara semakin