

**PARAMETER GENETIK TANAMAN
TEBBAKAU MADURA**

Sakka Samudin

2007

SAKKA SAMUDIN

**PARAMETER GENETIK
TEMBAKAU MADURA**

TADULAKO UNIVERSITY PRESS

ISBN : 979-9371-27-9

PARAMETER GENETIK TEBBAKAU MADURA

Cetakan : Pertama, 2007
Layout Isi : ESY
Desain Sampul : ESY

Diterbitkan oleh Tadulako University Press
Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu 94118
Sulawesi Tengah

*Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak isi buku ini sebagian atau
seluruhnya dalam bentuk dan cara apapun juga,
baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk
fotocopy, rekaman, dan lalin-lain tanpa izin tertulis
dari penerbit*

PARAMETER GENETIK TEBBAKAU MADURA

Penulis, Sakka Samudin
Tadulako University Press, 2007
viii – 102, 15,5 x 23 cm

ISBN : **979-9371-27-9**

KATA PENGANTAR

Pemuliaan tanaman tembakau di Indonesia tetap berjalan walaupun lebih lambat dibanding pemuliaan tanaman lainnya khususnya tanaman pangan seperti padi, jagung dan kacang-kacangan. Keterlambatan pemuliaan tanaman tembakau ini disebabkan masih kurangnya instansi atau lembaga lain yang mendukung kegiatan penelitian tersebut kecuali Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat (Balittas) Malang. Walaupun demikian, para petani tetap mengusahakan komoditas ini dengan alasan bahwa nilai ekonominya cukup menggembirakan.

Pengusahaan komoditas ini memiliki dampak ganda baik terhadap serapan tenaga kerja maupun sumbangan terhadap PDB secara nasional. Jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam usaha budidaya tanaman tembakau cukup banyak. Disisi lain, sumbangan bea dan cukai atas komoditas ini cukup besar dimana setiap tahunnya mengalami peningkatan yang sangat signifikan dan saat ini telah mencapai puluhan triliun rupiah setiap tahunnya.

Didasarkan atas beberapa pertimbangan yang telah disebutkan diatas tadi, maka penelitian ini dilaksanakan untuk meningkatkan produksi dan mutu tembakau. Dalam penelitian ini, telah diamati kadar nikotin yang dikandung oleh beberapa galur-galur hasil persilangan namun belum dijadikan tujuan utama untuk menurunkan kadar nikotin dalam kegiatan ini.

Dalam buku referensi ini, disajikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan di Indonesia dalam dua musim tanam. Selain itu, juga diungkapkan kemajuan penelitian yang telah dilakukan untuk komoditas tanaman tembakau baik melalui buku teks maupun jurnal-jurnal ilmiah. Oleh karena itu, pustaka yang digunakan disesuaikan dengan kemajuan penelitian tentang parameter genetik tanaman tembakau. Hasil penelitian untuk komoditas yang lain juga disajikan dalam buku ini untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan tentang parameter genetic.

Buku referensi ini terutama ditujukan kepada para peneliti yang berkecimpung dalam bidang pemuliaan tanaman tembakau khususnya dan pemuliaan tanaman yang lain secara umum. Selain itu, buku ini dapat digunakan oleh mahasiswa maupun pemerhati tanaman tembakau.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada mereka yang telah membantu kegiatan penelitian ini baik moril maupun material sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Dr. Ir. Suwarso, Dr. Ir. Nur Basuki, Prof. Soemardjo Poespodarsono, M.AgrSc (alm), Pak Slamet, Kepala Desa Por-Dapor, Kecamatan Guluk-Guluk Kabupaten Sumenep dan Kepala Desa Galang Kecamatan Pakong Kabupaten Pamekasan yang telah memberikan saran dan membantu kegiatan ini sehingga dapat terlaksanakan sesuai harapan.

Akhirnya, disadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan lapang untuk perbaikan penulisan pada masa yang akan datang.

Palu, Oktober 2007

Penulis

DAFTAR ISI

No.	<i>T e k s</i>	hal
	KATA PENGANTAR	i
	DAFTAR TABEL	iii
	DAFTAR GAMBAR	iv
	DAFTAR ISI	v
I	PENDAHULUAN	1
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Rumusan masalah	2
1.3.	Kerangka berpikir	3
II.	TELAAH PUSTAKA	8
2.1.	Daya gabung	8
2.1.1.	Analisis silang puncak	9
2.1.2.	Analisis persilangan dialel	11
2.2.	Keragaman genetic dan tipe peran gen	13
2.3.	Heterosis	16
2.4.	Korelasi antar sifat	19
III.	BAHAN DAN METODE	24
3.1.	Percobaan tahap I	24
3.1.1.	Bahan	24
3.1.2.	Metode	25
3.2.	Percobaan tahap II	32
3.2.1.	Bahan	32
3.2.2.	Metode	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1.	Pendugaan daya gabung dengan silang puncak	41
4.1.1.	Efek daya gabung umum	42
4.1.2.	Efek daya gabung khusus	49
4.2.	Pendugaan daya gabung dengan persilangan dialel	56
4.2.1.	Efek daya gabung umum	57

4.2.2	Efek daya daya gabung khusus dan efek heterosis	61
4.3.	Keragaman genetic dan tipe peran gen	75
4.4.	Korelasi antar sifat	78
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1.	Kesimpulan	89
5.2.	Saran-saran	91
	DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR TABEL

No.	Teks	hal
1.	Analisis ragam dan kuadrat tengah harapan dari rancangan acak kelompok	29
2.	Analisis ragam untuk analisis galur x penguji dengan tetuanya	30
3.	Analisis ragam rancangan acak kelompok yang digunakan dalam pendugaan daya gabung	36
4.	Analisis Ragam Untuk Daya Gabung	38
5.	Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum sifat tinggi Tanaman, jumlah daun, luas daun dan umur berbunga	43
6.	Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum sifat hasil daun basah, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman	44
7.	Nilai rata-rata dan uji beda efek daya gabung khusus sifat tinggi tanaman dan jumlah daun	50
8.	Nilai rata-rata dan uji beda efek daya gabung khusus sifat Luas daun dan Umur berbunga	51
9.	Nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus sifat hasil daun basah dan hasil rajangan	52
10.	Nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus sifat Indeks mutu dan indeks tanaman	53
11.	Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum beberapa sifat tanaman tembakau	58
12.	Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat tinggi tanaman dan jumlah daun	62
13.	Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat luas daun, dan umur berbunga	63
14.	Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk hasil daun basah per tanaman, dan hasil rajangan	64
15.	Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat indeks mutu, dan indeks tanaman	65
16.	Koefisien keragaman genotipik dan fenotipik beberapa sifat tanaman tembakau	75

17.	Ragam daya gabung dan peran gen yang mengendalikan sifat pada tanaman tembakau	77
18.	Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat tanaman tembakau terhadap hasil rajangan	79
19.	Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara hasil rajangan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman	80
20.	Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat tanaman tembakau	81
21.	Pengaruh langsung dan tidak langsung untuk sifat tinggi tanaman (X_1), jumlah daun (X_2), luas daun (X_3), umur berbunga (X_4), hasil daun basah per tanaman (X_5) terhadap hasil Rajang	83

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	hal
1.	Diagram lintas antara peubah Y (factor akibat) dengan peubah x_1, x_2 dan x_3 (factor sebab)	22
2.	Diagram lintas hubungan antara tinggi tanaman (TT= X_1), jumlah daun (JD= X_2), luas daun (LD= X_3), umur berbunga (UB= X_4), hasil daun basah per tanaman (HB= X_5), hasil rajangan (HR= X_6), indeks mutu (IM= X_7) dan indeks tanaman (IT).....	85

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bagi Indonesia, tembakau merupakan komoditas yang bernilai ekonomi cukup besar, mempunyai pengaruh langsung sebagai penghasil devisa, cukai maupun sebagai penyerap tenaga kerja. Nilai ekspor tembakau Indonesia tiap tahun rata-rata sebesar \$ 71 juta, sedangkan cukai mencapai sekitar 2.3 triliun (Hartana, 1996). Sumbangan cukai terhadap pendapatan Negara terus meningkat yang dapat dilihat pada tahun 1997 sebesar 4,6 triliun (Tobacco International, 1998), tahun 1998 sebesar 6,7 triliun sedangkan tahun 1999 mencapai 10,1 triliun (Isdidjoso, 2000). Pada tahun 2002 cukai rokok telah mencapai 22,3 triliun. Disamping pengaruh langsung, perusahaan tembakau juga menghasilkan pengaruh ganda pada kegiatan ekonomi yang lain seperti telekomunikasi, perbankan, percetakan dan lain-lain (Samudin, 2002).

Pengusahaan tanaman tembakau telah dilakukan oleh para petani dalam kurun waktu yang lama dimasing-masing daerah pengembangan sehingga setiap daerah pengembangan mempunyai varietas lokal dengan rasa dan aroma spesifik. Varietas lokal terbentuk melalui proses penyerbukan sendiri dan terjadi silang dalam sehingga jumlah individu homosigot meningkat. Menurut Kasno (1992), dalam proses tersebut terjadi fiksasi dan penghanyutan gen-gen secara bersamaan. Setelah beberapa generasi silang dalam akan terjadi pemisahan populasi menjadi bermacam-macam galur yang bervariasi yang secara bersamaan membentuk suatu kelompok dengan ciri spesifik.

Salah satu kelompok tersebut terdapat di Madura, Jawa Timur. Tembakau ini lebih dikenal sebagai tembakau Madura dengan rasa dan aromatisnya yang tidak dijumpai pada tembakau lokal yang lain. Sebagian besar daun tembakau (70 - 80%) diproses menjadi rajangan sehingga lebih dikenal sebagai tembakau rajangan (Tirtosastro, Mukani dan Machfudz, 1996) dan digunakan sebagai bahan baku pembuatan rokok kretek. Dalam pembuatan rokok kretek, mutu tembakau Madura digunakan sebagai bahan campuran yang menentukan rasa dan aroma rokok kretek. Djuffan dan Joyosupeno (1996), kebutuhan tembakau Madura untuk bahan baku pembuatan rokok kretek cukup besar yang mencapai 14-22%.

Produksi rokok yang dilakukan oleh industri pabrik setiap tahun terus meningkat. Pada tahun 1997 produksinya sekitar 177,05 milyar batang dan pada tahun 2000 telah mencapai 208, 937 milyar batang dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 1-1,5%. Kebutuhan tembakau juga terus meningkat yang dapat dilihat pada tahun 1997 dibutuhkan sebesar 141.948 ton sedangkan pada tahun 2000 dibutuhkan sebesar 2020.755 ton (Suwarso, Herwati, Isdijoso, Rochman, Slamet, Supriyadi dan Yasin, 2001a). Dari produksi rokok tersebut, sekitar 90% merupakan rokok kretek sedangkan sisanya merupakan rokok putih (Tobacco International, 2000).

Rata-rata luas areal penanaman tembakau Madura setiap tahun mencapai 50.000 ha dengan hasil yang berkisar antara 0,40 hingga 0,55 ton/ha (Suwarso, 1992; Suwarso, Herwati, Rochman dan Isdijoso, 1999). Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil tipe tembakau daerah lain seperti Weleri yang mencapai 0.664 ton/ha, Boyolali 0.836 ton/ha dan Paiton 0.942 ton/ha (Isdijoso dkk., 1996). Hasil tembakau Madura yang rendah mengakibatkan kebutuhan untuk industri rokok belum terpenuhi. Kebutuhan tembakau Madura pada tahun 1995 mencapai 23.085 ton sedangkan hasil tembakau pada tahun sebelumnya hanya mencapai 15.393 ton (Siahaan, 1995).

Walaupun hasilnya relatif rendah, namun menurut Hartana (1996) nilai ekonomis mengusahakan tembakau melebihi jenis tanaman yang lain seperti palawija. Hal ini dapat dilihat dari peredaran uang di Madura pada musim panen 1997 yang mencapai 232 milyar rupiah (Mukani dan Isdijoso, 1999). Selain itu, pengusaha tembakau Madura dapat menyumbangkan pendapatan petani sebesar 60-80% (Suwarso, 2000). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa petani masih mempunyai keinginan yang besar untuk mengusahakan tembakau karena nilai ekonomisnya yang cukup tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Tembakau Madura sangat diperlukan sebagai bahan baku campuran untuk produksi rokok kretek. Permintaan yang terus meningkat setiap tahun di satu sisi dan belum terpenuhinya hasil di sisi lain menyebabkan petani terus berupaya untuk meningkatkan hasil tanaman tembakau antara lain melalui perluasan areal. Perluasan areal dilakukan hingga saat ini telah mencapai lahan-lahan yang kurang produktif. Akibatnya, biaya pengusaha semakin tinggi yang menyebabkan tingkat pendapatan petani menjadi semakin rendah

karena hasil tembakau tidak meningkat bahkan mutu yang dihasilkan rendah.

Rendahnya hasil tembakau Madura selain disebabkan oleh perluasan areal ke lahan tidak produktif juga diperparah dengan penggunaan varietas local yang mempunyai tingkat heterogenitas tinggi. Selain itu, bibit yang ditanam diperoleh dari pasar local yang tidak jelas mutu benihnya atau mengusahakan bibit sendiri yang diperoleh dari pertanaman sebelumnya.

Perbaikan hasil dan mutu tembakau memerlukan informasi genetic yang meliputi peran gen, keragaman genetic, materi pemuliaan, daya gabung dan lain sebagainya. Informasi ini berkaitan dengan penentuan metode seleksi. Selain itu, korelasi antar sifat juga penting untuk menentukan criteria seleksi. Informasi genetic diatas telah banyak dilaporkan oleh peneliti-peneliti yang berasal dari luar negeri dan sebagian lagi telah dilaporkan oleh peneliti dalam negeri pada tembakau Virginia, Cerutu dan tembakau Burley. Khusus tembakau Madura, informasi genetic tentang peran gen, keragaman genetic, materi pemuliaan dan korelasi antar sifat yang tersedia masih sangat terbatas. Selain itu, pendugaan daya gabung yang menggunakan prosedur silang puncak dan persilangan dialel umumnya dilakukan secara terpisah. Penggunaan prosedur silang puncak yang dilanjutkan dengan penggunaan persilangan dialel untuk menentukan genotip superior berdasarkan daya gabung belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, masalah-masalah tersebut perlu diteliti sehingga perbaikan sifat dapat dilakukan secara lebih terarah dan efektif.

1.3. Dasar Pemikiran

Menurut Poespodarsono (1997), produktivitas suatu tanaman dapat ditingkatkan melalui manipulasi lingkungan tanaman dan manipulasi genetic dengan program pemuliaan tanaman. Dalam program pemuliaan tanaman, pengembangan genotip unggul dapat dilakukan dari populasi alami maupun populasi memisah hasil suatu persilangan. Kasno, Trustinah dan Utomom (1999) melaporkan bahwa pada persilangan akan dihasilkan individu heterosigot yang berpotensi menimbulkan keragaman keturunan dan akan menghasilkan homosigot yang menjadi landasan pembentukan varietas baru. Berkaitan dengan hal tersebut, maka Jensen (1983) menganjurkan agar dalam suatu program persilangan harus memperhatikan hal-hal seperti penetapan tujuan pemuliaan, penunjang bagi seleksi, cara seleksi dan pemilihan tetua.

Menurut Allard (1960), pemilihan tetua dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu: a). menelaah tetua sebagai galur-galur homositot yang penilaiannya berdasarkan sidik komponen hasil, pengukuran hasil dan stabilitasnya serta pengukuran keragaman genetic, b). menduga persilangan yang akan menghasilkan segregasi transgresif unggul, yang penilaiannya dilakukan pada galur-galur F₄ dan seterusnya berdasarkan nilai tengah dan ragam, dan c). menggunakan metode genetika statistika berdasarkan daya gabung.

Daya gabung merupakan suatu konsep penting dalam pemuliaan tanaman untuk memilih tetua dari segi genetic dan merupakan ukuran kemampuan suatu kombinasi dalam menghasilkan keturunan yang diharapkan. Menurut Knight (1979), jika suatu tetua disilangkan dengan sejumlah tetua yang lain dan turunannya menunjukkan penampilan yang lebih tinggi dari seluruh penampilan persilangan, maka tetua tersebut dinamakan memiliki daya gabung umum yang baik. Sebaliknya, bila suatu turunan kombinasi persilangan menunjukkan penampilan yang lebih baik dari penampilan tetuanya, maka kombinasi persilangan tersebut dikatakan memiliki daya gabung khusus yang baik.

Berkaitan dengan prosedur pengujian, Knight (1979) mengemukakan bahwa terdapat empat prosedur pengujian yang dapat digunakan untuk menilai daya gabung suatu galur atau genotip, yaitu uji turunan varietas menyerbuk terbuka, uji policross, uji silang puncak dan uji persilangan dialel. Dari keempat prosedur tersebut, hanya silang puncak dan persilangan dialel yang paling umum digunakan dalam persilangan hingga saat ini. Menurut Griffing (1956), konsep daya gabung terutama bermanfaat dalam kaitan dengan prosedur pengujian yang diperlukan dalam penelitian dan untuk membandingkan penampilan galur/genotip dalam kombinasi hibridanya.

Beberapa peneliti telah menggunakan prosedur silang puncak untuk menduga daya gabung pada beberapa jenis tanaman. Satyanarayana, Kumar dan Reddy (1998) menggunakan 33 genotip sebagai penguji dan tiga galur CMS untuk menduga daya gabung pada tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya gabung umum dan khusus berpengaruh nyata pada sifat yang diamati (khususnya hasil gabah), namun daya gabung khusus lebih penting dibanding daya gabung umum karena kuadrat tengah daya gabung umum lebih rendah dibanding kuadrat tengah daya gabung khusus. Hasil penelitian yang sama juga diperoleh Bobby dan Nadarajan (1993)

menggunakan 5 galur restorer sebagai penguji dan 10 galur CMS pada tanaman padi. Penggunaan prosedur silang puncak pada tanaman tembakau belum umum dilakukan. Selain prosedur silang puncak, penggunaan prosedur persilangan dialel juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti untuk menduga daya gabung pada berbagai jenis tanaman.

Hoang dan Tram (1991) menggunakan persilangan dialel lengkap pada 10 genotip tanaman padi untuk menduga daya gabung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya gabung umum dan khusus berpengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati, namun daya gabung umum lebih menonjol dibanding daya gabung khusus berdasarkan kuadrat tengahnya. Hasil penelitian Gudoy, Ventura dan Rivera (1987) menggunakan persilangan dialel lengkap pada 5 kultivar tembakau Burley menunjukkan bahwa daya gabung umum dan khusus berpengaruh sangat nyata pada beberapa sifat yang diamati, namun daya gabung khusus lebih penting dibanding daya gabung umum berdasarkan kuadrat tengahnya. Hasil penelitian yang berbeda diperoleh Fan dan Aycock (1971) menggunakan 5 tetua tembakau Maryland dalam dialel lengkap menunjukkan bahwa daya gabung umum berpengaruh secara nyata terhadap hasil, jumlah daun dan umur berbunga sedangkan daya gabung khusus tidak berpengaruh nyata.

Keberhasilan program pemuliaan yang menggunakan hibridisasi umumnya bergantung pada prosedur pengujian yang digunakan untuk mengidentifikasi galur-galur yang menghasilkan hibrida superior. Para peneliti seringkali menggunakan galur yang mendekati homosigot dan melakukan persilangan diantara galur tersebut untuk menentukan daya gabung galur-galur terhadap sifat-sifat yang diinginkan. Menurut Hallauer dan Lopez-Perez (1980) jika jumlah galur yang disilangkan berkisar antara 10 sampai 15, maka hal tersebut tidak sulit untuk menghasilkan dan menguji $n(n-1)/2$ persilangan diantara n galur yang mungkin. Jika galur yang akan dievaluasi cukup banyak, maka hal tersebut akan meningkatkan kesulitan dalam menghasilkan dan menguji kombinasi persilangan yang mungkin.

Berdasarkan dengan masalah diatas, Hallauer (1975) menyarankan menggunakan prosedur silang puncak (top cross) untuk mengevaluasi daya gabung galur-galur yang digunakan. Jumlah kombinasi persilangan yang mungkin dihasilkan dengan menggunakan prosedur silang puncak akan lebih kecil dibanding dengan kombinasi persilangan yang dihasilkan menggunakan formulasi $n(n-1)/2$

(persilangan dialel) pada jumlah galur yang ditangani sama. Pada prosedur silang puncak, galur-galur yang dievaluasi berjumlah banyak dan selama evaluasi akan disingkirkan galur-galur yang mempunyai daya gabung jelek lebih awal sehingga akan diperoleh beberapa galur dengan daya gabung yang baik. Selain silang puncak, para peneliti seringkali juga menggunakan prosedur persilangan dialel untuk mengevaluasi daya gabung galur-galur yang ditangani.

Pengujian daya gabung menggunakan prosedur persilangan dialel akan bergantung pada apakah F1 dan atau kebalikan dilibatkan dalam menghasilkan kombinasi persilangan yang mungkin (Singh dan Chaudhary, 1979). Jika jumlah galur yang ditangani cukup besar, maka penggunaan prosedur persilangan dialel (khususnya metode dialel lengkap) akan meningkatkan kesulitan dalam menghasilkan dan mengevaluasi kombinasi persilangan yang mungkin. Singh dan Singh (1991) menganjurkan agar menggunakan galur-galur dalam jumlah kecil, bahkan Stuber (1980) menyarankan agar jumlah galur yang akan digunakan untuk persilangan dialel tidak melebihi 10. Berkaitan dengan hal tersebut, maka McWhirter (1979) menganjurkan agar dalam penggunaan silang puncak untuk mengevaluasi daya gabung galur-galur sebaiknya dilanjutkan dengan persilangan dialel agar diperoleh genotip-genotip dengan daya gabung superior.

Seleksi merupakan proses yang sangat penting dalam pemuliaan tanaman dan keberhasilannya bergantung pada kemampuan untuk memilih genotip yang unggul dari yang tidak unggul (Kasno, 1992). Pemilihan genotip yang unggul dari yang tidak unggul merupakan pekerjaan yang sulit dalam proses seleksi sehingga informasi-informasi seperti keragaman genetic, peran gen dan korelasi antar sifat perlu diketahui sebelum kegiatan seleksi dilakukan.

Pengetahuan tentang keragaman genetic akan membantu dalam mengefisienkan kegiatan seleksi. Bila keragaman genetic dalam populasi besar, berarti individu dalam populasi beragam sehingga peluang untuk memperoleh genotip unggul akan besar. Sebaliknya, bila keragaman genetic dalam populasi kecil menunjukkan bahwa individu dalam populasi cenderung seragam sehingga tidak terdapat peluang untuk memilih genotip yang unggul.

Pengetahuan tentang peran gen sangat penting dalam menentukan metode seleksi yang akan diterapkan. Bila peran gen aditif lebih menonjol daripada peran gen dominan dalam mengendalikan suatu sifat, maka seleksi massa merupakan metode yang lebih tepat (Matzinger, 1968). Bila peran gen dominan lebih

penting dari peran gen aditif, maka program pemuliaan sebaiknya diarahkan untuk membentuk varietas hibrida (Gudoy et al., 1987; Basuki, 1995; Dean, 1974). Hasil penelitian Matzinger (1968) menunjukkan bahwa peran gen aditif lebih menonjol dibanding dominan dalam mengendalikan sifat hasil, alkaloid, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan jumlah sucker dari daun aksil pada tembakau flue-cured. Hasil penelitian yang sama juga diperoleh Gopinath, Ramanarao, Subrahmanyam dan Narayana (1966) dari semua sifat yang diamati pada tembakau flue-cured.

Korelasi antar sifat sangat penting dalam usaha meningkatkan efisiensi dan efektifitas seleksi dalam suatu program pemuliaan tanaman. Menurut Jain (1982), korelasi antar sifat disebabkan oleh factor genetic, factor lingkungan dan interaksinya. Pengetahuan tentang korelasi genetic antar sifat dapat membantu memperlihatkan sifat lain yang dapat diseleksi secara tidak langsung untuk meningkatkan sifat utama yang dituju. Selain itu, dapat menentukan beberapa sifat yang dapat diseleksi secara serempak untuk meningkatkan hasil tanaman. Hasil penelitian Suwarso (1982) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara lebar daun dan produksi daun basah pada tembakau Virginia. Hasil penelitian Malligan, Garvois, Bischoff dan Martin (1990) menunjukkan bahwa jumlah batang mempunyai efek langsung terhadap hasil raton pertama, kedua dan panen akhir pada tanaman tebu. Demikian pula, hasil penelitian Cho dan Chang (1990) menunjukkan bahwa panjang daun, lebar daun, umur berbunga dan luas daun mempunyai efek langsung yang kuat terhadap hasil tembakau.

II. TELAAH PUSTAKA

2.1. Daya Gabung

Dalam pengembangan dan seleksi galur atau klon, perhatian terutama ditujukan pada: a). keragaman genetic asal, b). sifat-sifat tanaman yang telah diketahui penting, dan c). daya gabung galur-galur (Comstock, Robinson dan Harvey, 1949).

Daya gabung merupakan suatu konsep penting dalam pemuliaan tanaman. Konsep ini terutama berguna dalam kaitan dengan prosedur pengujian yang diperlukan dalam pemilihan dan untuk membandingkan penampilan galur-galur dalam kombinasi hibrida (Griffing, 1956). Menurut McWhirter (1979), daya gabung merupakan suatu ukuran kemampuan tanaman dalam persilangan untuk menghasilkan keturunan yang jelek atau unggul bila dibanding dengan tetuanya.

Menurut Griffing (1956) daya gabung umum digunakan untuk menunjukkan penampilan rata-rata suatu galur dalam kombinasi hibrida. Sedangkan daya gabung khusus digunakan untuk menunjukkan hal tersebut pada kombinasi tertentu yang secara relative lebih baik atau lebih jelek daripada yang diharapkan yang didasarkan atas penampilan galur-galur yang digunakan. Knight (1979) mengemukakan bahwa jika suatu galur tua disilangkan dengan beberapa galur tua yang lain dan turunannya menunjukkan penampilan rata-rata lebih tinggi daripada penampilan rata-rata seluruh persilangan, maka tua tersebut dikatakan mempunyai daya gabung umum yang baik. Sebaliknya, bila penampilan keturunan suatu persilangan jauh lebih baik dari penampilan rata-rata kedua tua, maka persilangan tersebut dikatakan memiliki daya gabung khusus yang tinggi.

Untuk mengetahui daya gabung suatu tua atau galur/klon dalam kegiatan pemuliaan tanaman, maka perlu dilakukan analisis. Analisis daya gabung merupakan tehnik yang berguna dalam membantu untuk mengklasifikasikan galur tua dalam penampilan hibridanya dan berguna dalam memilih tua-tua yang bila disilangkan akan menghasilkan segregate tua yang diinginkan (Konstrad dan Foote, 1965). Bentuk analisis yang seringkali digunakan untuk maksud tersebut adalah analisis silang puncak (*galur x penguji*) dan persilangan dialel.

2.1.1. Analisis Silang Puncak (Galur x Penguji)

Silang puncak merupakan persilangan antara turunan pertama (F1) dengan varietas atau galur (Anwari, 1992; Slamet dan Dahlan, 1992). Menurut Stuber (1980), silang puncak merupakan persilangan antara suatu galur/varietas dengan penguji. Pola perkawinan silang puncak melibatkan sejumlah persilangan dari galur atau klon yang menggunakan tetua (penguji). Dalam hal ini, tetua jantan digunakan sebagai penguji sedangkan tetua betina (galur, klon) yang diuji harus bersifat mansul jantan, sel incompatible atau diemaskulasi sebelum kotak sari pecah.

Silang puncak merupakan salah satu prosedur yang dapat digunakan untuk mengevaluasi galur-galur atau varietas yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut (Hallauer, 1975; Miller dan Lee, 1965; Voight, 1968). Untuk mengevaluasi potensi hasil galur-galur inbred, pemilihan penguji yang tepat menjadi sangat penting. Perkembangan metodologi pemuliaan jagung dan teori genetika kuantitatif memberikan beberapa informasi tentang pemilihan penguji.

Menurut Stuber (1980), dalam silang puncak dapat digunakan penguji yang berupa kultivar, galur murni, silang tunggal dan lain-lain. Seleksi penguji dapat berupa dasar genetic luas vs dasar genetic sempit, frekuensi genetic tinggi vs frekuensi genetic rendah, daya gabung umum vs daya gabung khusus, daya hasil tinggi vs daya hasil rendah, beberapa penguji vs satu penguji dan lain-lain (Hallauer, 1975). Karena penggunaan penguji tersebut sangat penting dalam silang puncak, maka penggunaan penguji yang tepat untuk mencapai tujuan yang diinginkan mutlak diperlukan.

Rawling dan Allison (1962) mengemukakan bahwa penguji yang baik dapat mengkalisifikasikan penampilan secara relative dari galur-galur dan mendiskriminasikan secara efisien diantar galur-galur yang diuji. Menurut Allison dan Cruwino (1966), penguji yang baik untuk memperbaiki populasi pemuliaan dapat memaksimalkan nilai tengah populasi hasil yang diharapkan dan dihasilkan dari perkawinan acak genotip-genotip yang diseleksi.

Dengan analisis silang puncak akan dapat diperoleh informasi tentang peran gen, dan pada saat yang bersamaan dapat diketahui daya gabung galur-varietas dalam kombinasinya (Singh dan Chaudhary, 1979). Beberapa peneliti telah menggunakan analisis galur x penguji untuk mengetahui daya gabung sifat suatu tanaman, baik pada tanaman menyerbuk sendiri maupun tanaman yang menyerbuk silang.

Pada tanaman menyerbuk silang khususnya jagung, penelitian yang menggunakan analisis galur x penguji telah dilakukan oleh Kustiani (1997). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek dominan lebih berperan dibanding peran gen aditif dalam menampilkan sifat tanaman yang diamati. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Santoso (1997), hasil penelitian menunjukkan bahwa varians daya gabung umum dan khusus berpengaruh nyata pada beberapa sifat tanaman jagung yang diamati.

Pada tanaman menyerbuk sendiri juga telah terdapat beberapa penelitian dengan tujuan yang sama. Singh dan Singh (1991) mempelajari daya gabung beberapa sifat tanaman mustard. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek gen dominan lebih berperan dibanding gen aditif pada beberapa sifat yang diamati. Hasil penelitian Satoto, Setiamihardja, Suprohatno dan Baihaki (1993) menunjukkan bahwa efek daya gabung khusus lebih berperan dibanding daya gabung umum pada tanaman padi. Demikian pula, Lavanya, Vijaykumar dan Sreeramareddy (1997) telah menggunakan lima galur tetua CMS dan 6 penguji untuk mengetahui daya gabung umum dan khusus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat efek daya gabung umum dan khusus tetapi daya gabung umum lebih berperan dibanding daya gabung khusus. Penelitian yang sama pada tanaman Lombok telah dilakukan oleh Nasir (1997). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya gabung umum lebih berperan dibanding efek daya gabung khusus pada beberapa sifat yang diamati.

Hasil penelitian Susanto dkk (2001) pada tanaman jagung yang menggunakan 26 galur generasi F8 dan 306 galur generasi S3 yang disilangkan dengan satu tester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 galur murni yang memiliki daya gabung umum yang baik dan direkomendasikan untuk digunakan dalam persilangan lebih lanjut sebagai tetua.

Penggunaan daya gabung yang menggunakan analisis silang puncak pada tanaman tembakau telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Rao dan Narasimhayya (1976) menggunakan analisis galur x penguji untuk mengetahui daya gabung umum dan khusus pada tembakau Virginia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, hasil daun basah dan jumlah daun yang menjadi krosok mempunyai efek daya gabung umum yang nyata sedangkan efek daya gabung khusus tidak berpengaruh nyata. Patel, Jaisani dan Patel (1976) melakukan penelitian dengan tujuan yang sama pada tanaman tembakau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

efek daya gabung umum dan khusus berpengaruh nyata terhadap jumlah sucker, panjang daun, lebar daun, tebal daun, hasil daun basah, serta disimpulkan bahwa daya gabung umum lebih penting dibanding daya gabung khusus pada semua sifat yang diamati.

2.1.2. Analisis Persilangan Dialel

Suatu persilangan yang dihasilkan oleh n galur dalam suatu kombinasi yang mungkin dinamakan persilangan dialel, sedangkan analisis persilangan semacam ini dinamakan analisis persilangan dialel (Singh dan Chaudhary, 1979). Teknik-teknik persilangan dialel dapat beragamn bergantung pada apakah inbred-inbred atau galur-galur tetua atau kebalikan F1nya dimasukkan atau tidak kedalam materi percobaan yang ditangani. Dengan menggunakan dasar tersebut, maka Griffing (1956) mengklasifikasikan teknik persilangan dialel menjadi 4 metode, yaitu (i) tetua-tetua, 1 set F1 dan kebalikan F1 dimasukkan kedalam materi percobaan (p^2 kombinasi), (ii) tetua-tetua dan 1 set F1 dimasukkan kedalam materi percobaan tetapi kebalikan F1 tidak dimasukkan ($1/2 (p+1)$ kombinasi), (iii) 1 set F1 dan F1 kebalikan dimasukkan kedalam materi percobaan tetapi tetua nya tidak dimasukkan kedalam materi percobaan ($p(p-1)$ kombinasi) dan (iv) 1 set F1 dimasukkan kedalam materi percobaan sedangkan 1 set kebalikan F1 dan tetuanya tidak dimasukkan kedalam materi percobaan ($1/2 (p-1)$ kombinasi).

Menurut Singh dan Chaudhary (1979), analisis dialel dapat digunakan untuk mengetahui daya gabung umum dan daya gabung khusus dari tetua-tetua yang digunakan dalam persilangan serta dengan menggunakan sejumlah asumsi dapat digunakan untuk menentukan sifat dan besarnya parameter genetic. Selain itu Hayes (1995) mengemukakan bahwa persilangan dialel dapat digunakan untuk memperoleh informasi genetic untuk mengembangkan strategi pemuliaan dan untuk mengembangkan plasma nutfah baru. Perislangan dialel telah digunakan secara ekstensif untuk mengidentifikasi tetua-tetua yang potensial atas dasar daya gabung umum dan daya gabung khusus (Song dan Walton, 1975). Teknik pemuliaan demikian lebih efektif dalam memilih klon-klon yang sesuai untuk digunakan sebagai tetua dari dua klon atau multi klon persilangan sintetik.

Beberapa peneliti telah banyak melakukan penelitian untuk mengetahui daya gabung galur atau varietas menggunakan persilangan dialel. Kanro, Tagitimbang dan Sulle (1997) melakukan penelitian

menggunakan 6 tetua dan 15 F1 pada tanaman kapas yang menunjukkan bahwa efek daya gabung khusus lebih berperan dibanding efek daya gabung umum terhadap hasil biji. Penelitian yang sama telah dilakukan oleh Suhartini, Suwarno dan Syafaruddin (1996) menggunakan empat genotip dengan dialel lengkap pada tanaman padi sawah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varian genetik aditif dan varian genetik dominan berperan terhadap keracunan Fe, namun efek genetik aditif lebih menonjol dibanding efek genetik dominan. Lipper (1975) menduga daya gabung menggunakan 9 tetua dan 36 F1 pada tujuh karakter tanaman Lombok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat jumlah buah per tanaman, panjang buah, lebar buah, dan berat kering per tanaman serta total karetenoid mempunyai daya gabung umum yang lebih penting dibanding daya gabung khusus. Penelitian yang menggunakan persilangan dialel pada tingkat seluler telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Quimio dan Zapata (1990) mempelajari kendali genetik induksi kalus dan regenerasi tanaman kecil (*green-plant*) menggunakan persilangan dialel lengkap pada empat tetua tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya gabung umum dan daya gabung khusus berpengaruh sangat nyata, namun efek genetik aditif terutama berkontribusi terhadap respon yang diamati. Boye-Goni an Mancarian (1985) mempelajari daya gabung menggunakan half dialel pada enam tetua yang berasal dari biji tanaman sorgum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat efek daya gabung umum dan daya gabung khusus terhadap panjang akar relative, tetapi efek genetik aditif lebih berperan dibanding efek dominan. Kurado, Kato dan Ikeda (1998) mempelajari daya gabung pada tingkat seluler menggunakan persilangan dialel melibatkan 14 tetua tanpa kebalikan pada tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varian daya gabung umum dan varian daya gabung khusus berpengaruh sangat nyata, namun efek daya gabung umum lebih berperan dibanding daya gabung khusus terhadap laju pertumbuhan kalus.

Beberapa peneliti juga telah melakukan penelitian dengan tujuan yang sama pada tanaman tembakau. Chang dan Shyu (1976) mempelajari daya gabung pada tanaman tembakau flue-cured, burley dan Turkish. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varian daya gabung umum lebih berperan dibanding varian daya gabung khusus. Dengan tujuan yang sama, Dean (1974) mempelajari daya gabung pada tanaman tembakau burley, hasil penelitian menunjukkan bahwa varian daya gabung umum lebih menonjol dibanding varian daya gabung

khusus. Hasil penelitian yang sama diperoleh Mariani dan Sack (1966) pada tembakau oriental. Kara dan Esendel (1995) mempelajari daya gabung tanaman tembakau Turkish pada beberapa sifat kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya gabung umum lebih penting dibanding daya gabung khusus terhadap sifat tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, panjang daun, lebar daun, hasil krosok, kadar abu, total gula dan total alkaloid. Demikian pula hasil penelitian Dubey (1975) menunjukkan bahwa daya gabung umum dan daya gabung khusus berbeda nyata untuk semua sifat yang diamati, tetapi daya gabung umum lebih berperan dibanding daya gabung khusus. Hasil penelitian Chen (1976) pada tembakau burley menunjukkan bahwa panjang daun, umur berbunga dan indeks tanaman mempunyai daya gabung umum yang nyata.

2.2. Keragaman genetic dan Tipe Peran Gen

Penampilan fenotipik suatu sifat merupakan hasil kerjasama antara factor genetic dan lingkungan (Falconer, 1989). Persamaan tersebut secara matematis dapat ditulis dengan model linier sebagai berikut:

$$P = G + E$$

Dalam hal ini, P merupakan penampilan fenotipik, G adalah pengaruh genetic sedangkan E merupakan pengaruh lingkungan.

Apabila genotip-genotip mempunyai penyebaran yang bersifat acak terhadap keragaman lingkungan, maka menurut Johnson dan Frey (1976) ragam fenotipnya dapat ditulis dengan formulasi sebagai berikut:

$$V_p = V_g + V_e$$

Dimana V_p , V_g dan V_e berturut-turut merupakan ragam fenotipik, ragam genetic dan ragam lingkungan. Menurut Dudle dan Moll (1969), ragam fenotip merupakan ragam total diantara fenotip-fenotip yang tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan. Didasarkan atas formula diatas, yaitu $V_p = V_g + V_e$, maka ragam genetic merupakan bagian dari ragam fenotip yang dihasilkan oleh ragam genotip-genotip sedangkan ragam lingkungan merupakan bagian dari ragam fenotip yang dianggap sebagai perbedaan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang berbeda.

Dalam program pemuliaan tanaman, keragaman genetic dalam suatu populasi perlu diketahui sebelum seleksi diterapkan (Hallauer, 1980). Apabila nilai keragaman genetic rendah berarti individu-individu dalam suatu populasi cenderung seragam. Sebaliknya bila

nilai keragaman genetic tinggi berarti individu dalam populasi tersebut berbeda-beda dan seleksi yang akan diterapkan lebih efektif sehingga peluang untuk memperoleh genotip unggul semakin besar (Bari, Musa dan Sjamsudin, 1974).

Beberapa penelitian tentang keragaman genetic dalam populasi yang ditangani telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Rochman, Rahman, Marjono dan Herwati (1991) pada tanaman tembakau Voor Oogs menyimpulkan bahwa terdapat keragaman genetic yang besar pada sifat yang diamati seperti luas daun, lebar daun, dan umur berbunga. Demikian pula hasil penelitian Rahman (1993) pada tembakau Madura yang menunjukkan bahwa terdapat keragaman genetic yang besar pada sifat indeks mutu, kadar nikotin, dan hasil rajang. Penelitian yang sama juga telah dilakukan oleh Legg dan Collins (1974) pada tembakau burley. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman genetic yang besar pada sifat umur berbunga, tinggi tanaman dan hasil krosok.

Penampilan suatu sifat tidak dapat ditentukan secara mutlak oleh factor lingkungan atau factor yang bersifat menurun. Meskipun demikian, perbedaan tersebut harus dapat dibedakan apakah keragaman yang diamati pada suatu sifat terutama yang disebabkan oleh factor yang bersifat menurun atau factor yang tidak bersifat menurun (Bari dkk., 1974). Menurut Hanson (1963), besaran keragaman yang bersifat menurun akan bergantung pada susunan genetic populasi, seperti jumlah lokus yang bersegregasi, frekuensi gen pada lokus serta peran gen intra dan inter-lokus. Sebaliknya keragaman yang tidak bersifat menurun dipengaruhi oleh heterogenitas lingkungan yang dihadapi oleh suatu populasi genetic.

Pengaruh genetic ditentukan oleh peran gen yang dalam program pemuliaan tanaman mempunyai arti sangat penting karena berkaitan dengan penentuan metode seleksi pada materi yang akan diperbaiki (Edwards, Ketata dan Smith, 1976; Basuki, 1995). Welsh (1991), membagi tipe peran gen atas dua kategori, yaitu interaksi pada lokus yang sama dan interaksi pada lokus yang tidak sama. Tipe peran gen pertama melibatkan peran gen aditif, dominan dan overdominan sedangkan tipe peran gen kedua melibatkan peran gen epistasis. Menurut Basuki (1995), gen yang berperan dalam menampilkan suatu karakter dapat dibedakan menjadi tiga yaitu: aditif, dominan dan epistasis. Dengan demikian, secara statistic ragam genetic (σ^2G) ini dapat dipecah menjadi komponen ragam aditif (σ^2A), ragam dominan

(σ^2D) dan ragam non alelik (σ^2i), yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma^2G = \sigma^2A + \sigma^2D + \sigma^2i$$

Dimana σ^2G = ragam genetic; σ^2A = ragam aditif; σ^2D = ragam dominan dan σ^2i = ragam non alelik

Ragam genetic total didalam suatu populasi merupakan umlah ragam genetic yang disumbangkan oleh lokus-lokus individu. Ragam genetic aditif suatu lokus tunggal ditentukan oleh frekuensi gen dan efek rata-rata substitusi alel yang satu terhadap yang lain. Ragam genetic dominan meruakan sumbangan dari regresi antar nilai genotip dengan gen-gen yang berguna (*favourable genes*), sedangkan ragam genetic dominan dalam satu lokus adalah sisa ragam setelah ragam genetik total dikurangi dengan ragam genetic aditif (Falconer, 1989).

Ragam epistasis adalah bagian dari ragam genetic total yang merupakan sisa ragam setelah ragam total didalam lokus dikurangi dengan ragam genetic aditif dan ragam genetic dominan. Ragam genetic epistasis dapat dipecah lagi kedalam berbagai kemungkinan interaksi di dalam efek aditif dan dominan (Cockerham, 1954), sebagai berikut:

$$V_i = V_{aa} + V_{ad} + V_{dd} + \dots$$

Dimana V_i = ragam genetic epistasis; V_{aa} = ragam interaksi aditif x aditif; V_{ad} = ragam interaksi aditif x dominan; V_{dd} = ragam interaksi dominan x dominan. Ragam interaksi tersebut merupakan kasus lokus tunggal.

Banyak cara yang dapat digunakan untuk menduga peran gen yang mengendalikan suatu sifat. Satu cara dengan lainnya tidak akan memberikan nilai duga yang sama, karena bergantung dari struktur family yang dibentuk dan cara pengambilan informasinya sehingga peran gen dari suatu sifat yang sama memungkinkan diperoleh nilai yang berbeda. Oleh karena itu, setiap kali menduga nilai peran gen suatu sifat sebaiknya perlu mencantumkan cara singkat untuk memperolehnya.

Ketata, Smith, Edwards dan McNew (1976) menduga peran gen yang mengendalikan sutau sifat tanaman wheat dengan dua percobaan pada satu musim tanam. Percobaan pertama menggunakan dua penguji dan F1-nya, disilangkan dengan 10 kultivar. Percobaan kedua menggunakan dua penguji (berbeda dengan percobaan pertama) dan F1-nya, disilangkan dengan 10 kultivar yang

berbeda dengan percobaan pertama untuk mendeteksi peran gen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek gen aditif lebih menonjol pada sifat tinggi tanaman, spikelet/spike, kernel/spike dan berat kernel untuk percobaan pertama. Pada percobaan kedua, efek genetic aditif lebih berperan pada sifat jumlah anakan dan spikelet/spike sedangkan tinggi tanaman dan kernel/spike disamping peran gen aditif juga berperan gen dominan.

Chang dan Shyu (1976) menggunakan persilangan dialel tidak lengkap (4 tetua dan 10 F1) pada tanaman tembakau selama dua tahun dan satu lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran gen dominan lebih menonjol dari peran gen aditif terhadap penampilan sifat hasil daun basah dan krosok, tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun. Demikian pula, hasil penelitian Samudin (1997) pada tembakau Madura yang dilakukan pada satu lokasi menggunakan nilai duga heritabilitas arti sempit menunjukkan bahwa hasil daun basah dikendalikan oleh gen non-aditif, sedangkan sifat tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, luas daun dan umur berbunga dikendalikan peran gen aditif lebih dominan dibandingkan dengan gen non-aditif.

Penelitian Kustiani (1997) pada beberapa galur inbred tanaman jagung menggunakan analisis galur x penguji dalam satu lingkungan tumbuh menunjukkan bahwa diameter batang dikendalikan oleh peran gen dominan, sebaliknya panjang tongkol dikendalikan oleh gen aditif. Ditambahkan pula, berat 100 biji, diameter tongkol, tinggi tanaman, tinggi tongkol dan umur berbunga dimana gen dominan lebih menonjol dibandingkan dengan gen aditif yang mengendalikan sifat tersebut. Demikian pula hasil penelitian Singh dan Singh (1991) pada tanaman Mustard megunakan analisis galur x penguji pada satu lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan umur berbunga mempunyai efek gen aditif lebih menonjol dibanding non-aditif sedangkan umur kemasakan, cabang sekunder/tanaman, berat 1000 biji dan kandungan minyak dikendalikan oleh peran non-aditif lebih menonjol dibanding gen aditif.

2.3. Heterosis

Fenomena heterosis telah lama diamati pada hasil persilangan dua kultivar yang berbeda dan istilah heterosis merupakan singkatan heterosigous. Ada dua hal penting tentang gejala heterosis yang perlu mendapat perhatian, yaitu kenyataan bahwa apabila dua genotip homosigous disilangkan akan menghasilkan genotip hibrid yang

penampilannya melebihi kedua tetua, dan bahwa tidak terdapat kemungkinan untuk mengadakan seleksi pada genotip tanaman F2 atau pada generasi-generasi selanjutnya yang homisigot dan sama penampilannya dengan penampilan F1 (Baihaki, 1989).

Heterosis diartikan sebagai penampilan rata-rata keturunan yang melebihi hasil kedua tetua. Dapat diperoleh melalui persilangan antara populasi atau dua galur yang dapat memberikan hasil lebih tinggi dari kedua rata-rata tetua bahkan melebihi penampilan tetua tertinggi. Walaupun fenomena heterosis telah lama diketahui namun dasar penyebab heterosis itu sendiri masih berupa hipotesis. Secara genetic, penyebab heterosis dapat dijelaskan melalui hipotesis dominan dan overdominan. Berdasarkan hipotesis dominan, heterosis akan muncul apabila terdapat perbedaan frekuensi gen antara kedua tetua dan terdapat efek dominan. Apabila persilangan antara dua galur dan masing-masing galur mengandung gen dominan yang tidak terdapat pada galur pasangannya, maka F1 akan mengandung lebih banyak lokus-lokus dengan gen dominan dibanding kedua tetua walaupun hanya satu gen dominan per lokus (Dahlan, 1992). Dengan demikian, F1-nya akan mempunyai penampilan lebih baik dari tetuanya.

Hipotesis overdominan didasarkan atas pemikiran bahwa heterosifot mempunyai penampilan lebih superior dibanding homisigot. Individu yang berpenampilan paling superior adalah individu yang paling banyak alel heterosigot. Bila terdapat alel-alel yang kontras pada satu lokus, masing-masing alel menghasilkan efek yang baik pada tanaman tetapi dengan efek yang berbeda. Bila kedua individu disilangkan akan memberikan kombinasi efek yang lebih baik dibanding kedua tetua (Baihaki, 1989). Oleh karena itu, Hayman (1956) mengemukakan bahwa berbagai factor yang berhubungan dengan heterosis adalah heterosigositas per se, akumulasi gen-gen dominan berguna yang berasal dari kedua tetua, interaksi alelik atau overdominan dan interaksi non-alelik atau epistasis.

Walaupun penyebab terjadinya penyebab heterosis masih berupa hipotesis, namun pemanfaatannya telah banyak digunakan dalam menghasilkan varietas hibrida. Efek heterosis telah dimanfaatkan secara komersial pada tanaman jagung, kapas, bunga matahari, bawang merah, alfalfa, sorgum, tomat (Permadi, Baihaki, Murdiningsih dan Warsa, 1990; Sumartini, hasnam, Kristamtini, Indrayani dan Mardjan, 1998), kedelai (Gai, Cui, Ji, Rend an Ding, 1997), dan tanaman padi (Virmani, 1995). Selain itu, fenomena

heterosis dapat pula digunakan untuk menghasilkan galur murni pada tanaman menyerbuk sendiri (Dean, 1974; Matzinger, 1968).

Miller dan Marani (1964) meneliti efek heterosis dengan persilangan diael 8 galur inbred dari berbagai sumber tanaman kapas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek heterosis pada hasil lint sebesar 27,5% dan 8% untuk berat per ball. Swindell dan Poelhman (1976) membuat persilangan dialel antar 5 galur kacang hijau. Heterosis relative terhadap hasil tetua tertinggi berkisar antara -1,0 samai 37,3%. Heterosis yang tertinggi diperoleh dari hasil persilangan antara dua galur yang merupakan hasil seleksi dari daerah yang berbeda.

Isleib dan Wynne (1983) membuat uji silang (testcross) antara varietas kacang tanah hasil seleksi di North Carolina dengan 27 varietas kacang tanah introduksi. Heterosis relative terhadap rata-rata kedua tetua berkisar antara -4,0 hingga 305,9% untuk hasil polong sampai 417% untuk hasil biji. Namun heterosis terhadap hasil tetua tertinggi hanya berkisar dari -36,1% sampai 18,1% untuk hasil polong dan -51,7 sampai -0,60% untuk hasil biji. Hasil varietas introduksi dari berbagai daerah kacang tanah ternyata jauh lebih rendah dari hasil tetua penguji.

Heterosis pada tanaman padi telah dilaporkan oleh Gravois dan McNew (1993) berkisar antara -16 sampai 68% dari hasil tetua tertinggi. Heterosis yang tinggi dihasilkan oleh hasil tetua terendah. Suprihatno dan Satoto (1986) menggunakan hibrida yang berasal dari persilangan IR 42 dengan tiga galur mandul jantan pada tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil gabah hibrida relative terhadap IR 42 masing-masing sebesar 100,8%, 108% dan 115,3%. Demikian pula Mugiono (1996) melakukan persilangan hal dialel pada mutan tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek heterosis terdapat pada tinggi tanaman sebesar 6,5% dan hasil gabah bersih sebesar 2,89% dan 2,77% masing-masing untuk persilangan Obs-18/IR-64 dan Obs-33/IR-64.

Efek heterosis pada tanaman tembakau juga telah dilaporkan. Hasil penelitian Matzinger, Wersman dan Ross (1971) menunjukkan bahwa terdapat efek heterosis pada tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan hasil. Efek heterosis yang terdapat pada hybrid tembakau burley lebih besar dibanding tembakau flue-cured (Chaplin, 1966). Hasil penelitian Prasannasimha Rao (1995) menunjukkan bahwa efek heterosis terdapat pada sifat hasil daun basah dan krosok. Demikian pula hasil penelitian Suwarso dkk.

(1999) yang menunjukkan adanya efek heterosis pada persilangan tembakau Madura dan oriental.

2.4. Korelasi Antar Sifat

Pendugaan korelasi fenotipik dan genotipik antara sifat-sifat suatu tanaman sangat berguna dalam merencanakan program pemuliaan tanaman. Pengetahuan tentang korelasi antara sifat-sifat penting dapat menolong memperlihatkan bahwa beberapa sifat yang kurang penting dapat digunakan sebagai indikator satu atau beberapa sifat yang penting

Dalam praktek pemuliaan tanaman, pemulia tertarik untuk merubah frekuensi gen beberapa sifat secara simultan atau merubah satu sifat tanpa merubah atau dengan perubahan yang minim dalam sifat-sifat lain yang diinginkan. Perubahan frekuensi gen tersebut dapat dicapai bila informasi peran gen suatu sifat telah diketahui. Selain itu, Sprague (1967) mengemukakan bahwa pengetahuan tentang korelasi fenotipik dan genotipik antar sifat dari bahan yang akan digunakan adalah sangat penting. Menurut Lothrop, Atkins dan Smith (1985.), pengetahuan tentang korelasi genotipik dan fenotipik antara sifat-sifat agronomi adalah penting sebab informasi tersebut memungkinkan untuk melakukan seleksi secara tidak langsung terhadap hasil dan respon korelasi terhadap hasil.

Johnson, Robinson dan Comstock (1955) mengemukakan bahwa dalam praktek seleksi kegunaan suatu sifat yang memberikan arti dalam perubahan sifat yang lain tergantung tingkat perbaikan pada sifat utama. Perbaikan yang demikian tidak hanya tergantung pada korelasi fenotipik tetapi juga bergantung pada korelasi genotipik. Sifat-sifat yang tidak mempunyai nilai ekonomis dan tidak biasa diukur dalam suatu program seleksi dapat dimasukkan kedalam program tersebut apabila dengan masuknya sifat-sifat tersebut menghasilkan perbaikan kemajuan yang besar pada sifat-sifat penting dengan jumlah biaya dan waktu yang terbatas.

Menurut Scossiroli, Ferrari dan Haussmann (1963), seleksi untuk suatu sifat akan menghasilkan suatu kemajuan untuk sifat-sifat yang berkorelasi positif dengan sifat yang akan diseleksi tersebut. Sebaliknya, korelasi genetik yang bersifat negatif antara sifat-sifat yang akan diseleksi dalam suatu program pemuliaan tanaman dapat menghasilkan pengurangan dalam hal laju perbaikan untuk beberapa sifat dibandingkan dengan perbaikan yang akan dicapai jika korelasi positif atau tidak ada (Badwal dan Singh, 1973).

Dalam mempelajari hubungan antara hasil dengan komponen hasil, telah dilakukan berbagai penelitian pada berbagai jenis tanaman. Jan-orn, Gardner dan Ross (1976) melakukan penelitian di dua lokasi pada tahun 1972 menggunakan tiga populasi yang berasal dari perkawinan acak populasi sorgum NP3R menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan kematangan yang lambat berkorelasi positif dengan hasil biji. Song dan Walton (1975) melakukan penelitian pada tahun 1972 dan 1973 menggunakan persilangan dialel tanaman *Medicago sativa* L. untuk mengetahui korelasi antar sifat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil makanan ternak (forage) berkorelasi positif dengan vigor, tinggi tanaman dan toleransi terhadap frost. Hasil penelitian Hartati (1996) menunjukkan bahwa panjang polong, jumlah polong per tanaman, jumlah polong per tandan, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah biji per polong dan berat biji per tanaman berkorelasi genetic yang tinggi terhadap hasil biji per petak tanaman kacang hijau.

Hasil penelitian Yawen, Yong dan Xinhua (1997) pada tanaman padi di China menunjukkan bahwa hasil gabah berkorelasi positif nyata dengan biji berisi per penikel, berat biji per tanaman dan spikelet per penikel. Hasil penelitian Bhatia (1975) pada tanaman wheat menunjukkan bahwa hasil biji, berat 1000 biji, jumlah biji dan Indeks panen berkorelasi positif nyata dengan hasil protein biji/unit area. Hasil penelitian Ekebi, Ross, Gardner dan Maranville (1977) pada tanaman sorgum menunjukkan bahwa berat 1000 biji, jumlah malai per tanaman, persentase threshing dan tinggi tanaman berkorelasi positif terhadap hasil.

Korelasi genetic antara beberapa sifat terhadap hasil pada tanaman tembakau juga telah dilaporkan. Hasil penelitian Matzinger (1968) menunjukkan bahwa umur berbunga dan lebar daun berkorelasi positif terhadap hasil. Sebaliknya, kandungan alkaloid dan jumlah sucker berkorelasi negative terhadap hasil pada tanaman tembakau Virginia. Hasil penelitian Samudin (1997) menunjukkan bahwa panjang daun, lebar daun, dan panjang internode mempunyai korelasi positif yang nyata terhadap hasil rajang tanaman tembakau Madura.

Menurut Steel dan Torrie (1980) dan Gazperz (1991), korelasi sederhana dihitung dengan mengabaikan nilai semua peubah yang lain. Oleh karena itu, korelasi sederhana tidak dapat digunakan dalam keadaan dimana peubah tak bebas dipengaruhi oleh sejumlah peubah bebas. Dalam suatu system dimana Y sebagai peubah tak bebas, sedangkan x_1 dan x_2 merupakan peubah bebas, maka korelasi antara Y

dan x_1 pada suatu nilai tunggal x_2 (x_2 dalam keadaan tetap) dinamakan korelasi parsial. Dengan demikian, jika r_{1Y} tersebut tidak nyata, dan jika semua individu diseleksi mempunyai nilai x_2 tertentu, maka hubungan antara Y dan x_1 tidak akan kelihatan.

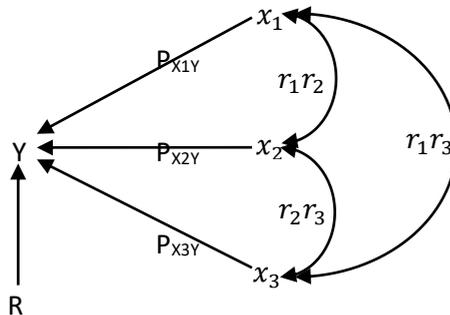
Penggunaan metode korelasi yang melibatkan banyak factor akan menghasilkan hubungan antara factor-factor tersebut menjadi lebih kompleks, sulit dan membingungkan (Badwal dan Singh, 1973). Oleh karena itu, Li (1956) dan Dewey dan Lu (1959) mengemukakan bahwa untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan analisis sidik lintas. Dalam analisis sidik lintas, koefisien korelasi dapat dipecah kedalam komponen-komponennya yang berupa pengaruh langsung dan tidak langsung sehingga dapat diperlihatkan dengan jelas sumbangan suatu factor terhadap nilai korelasi yang diamati.

Menurut Singh dan Chaudhary (1979), jika hubungan antara sebab dan akibat dapat didefinisikan dengan baik maka hal tersebut memungkinkan untuk menyajikan seluruh system peubah dalam bentuk diagram yang dinamakan diagram koefisien lintas. Berdasarkan diagram tersebut, apabila peubah Y (factor akibat) merupakan fungsi dari berbagai komponen (factor sebab) x_1, x_2, x_3 dan sebagainya serta diasumsikan bahwa factor-faktro tersebut memperlihatkan tipe hubungan satu dengan yang lain maka bentuk hubungan tersebut dapat dilukiskan pada gambar 1.

Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa Y x_1, x_2 dan x_3 serta beberapa factor yang tidak dapat dijelaskan dengan baik dan ditunjukkan oleh R. menurut Li (1956), garis dengan dua tanda panah memperlihatkan hubunga timbal-balik yang diukur oleh koefisien korelasi dan garis dengan satu tanda panah menunjukkan pengaruh langsung yang disebut koefisien lintas. Lebih lanjut ditegaskan bahwa analisis koefisien lintas merupakan bentuk regresi lieir yang dilaksanakan pada system tertutup.

Singh dan Chaudhary (1979) mengemukakan bahwa koefisien lintas merupakan perbandingan antara simpangan baku pengaruh yang disebabkan oleh suatu factor sebab terhadap total simpangan baku factor akibat. Dewey dan Lu (1959) mendefinisikan koefisien lintas sebagai koefisien regresi parsial yang distandarisasi dan merupakan ukuran pengaruh langsung suatu peubah terhadap peubah lainnya. Selain itu, koefisien lintas juga memberikan kemungkinan pemecahan koefisien korelasi menjadi komponen-komponennya yang berupa pengaruh langsung dan tidak langsung. Dengan demikian, penggunaan metode ini memerlukan hubungan sebab akibat diantara peubah

sehingga peneliti harus menentukan arah berdasarkan informasi yang telah ada.



Gambar 1. Diagram lintas antara peubah Y (factor akibat) dengan peubah x_1, x_2 dan x_3 (factor sebab)

Beberapa peneliti telah menggunakan metode analisis koefisien lintas untuk menjelaskan hubungan antara sifat-sifat pada materi yang digunakan. Jemas (1971) mempelajari hubungan langsung dan tidak langsung antar jumlah batang, diameter batang, dan panjang batang dengan hasil pada suatu populasi tanaman tebu yang berasal dari biji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah batang mempunyai efek langsung terbesar terhadap hasil tebu diikuti diameter batang dan panjang batang. Suhartini, Darajat, Warsono, Sudarno dan Ardjasa (1999) telah mengkaji pengaruh langsung dan tidak langsung antara beberapa sifat terhadap hasil tanaman padi. Hasilnya menunjukkan bahwa skor keracunan Fe mempunyai korelasi dan lintasan tertinggi terhadap hasil tanaman padi. Hasil penelitian Mehetre, Mahajan, Patil, Lad dan Dhumal (1997) pada tanaman padi menunjukkan bahwa gabah berisi per malai mempunyai efek langsung yang tinggi terhadap hasil gabah. Hasil penelitian Badwal dan Singh (1973) pada tanaman kacang tanah kelompok menjalar (spreading) menunjukkan bahwa efek langsung terhadap hasil polong berturut-turut berat 100 biji, persen shelling, umur 50% berbunga dan cabang sekunder. Smith, martin dan Ash (1977) mengkaji tentang pengaruh langsung dan tidak langsung antara dua komponen yang memengaruhi kemurnian pada sugarbeet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sodium mempunyai efek langsung yang kuat terhadap kemurnian. Demikian pula hasil penelitian Paschal dan Cox (1975) pada tanaman kedelai menunjukkan bahwa ukuran biji mempunyai efek langsung terbesar terhadap hasil.

Dengan maksud yang sama, Suwarso (1982) menggunakan koefisien lintas untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung antara tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun terhadap hasil daun basah pada tanaman tembakau Virginia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek langsung terbesar terhadap hasil daun basah diikuti oleh jumlah daun, umur berbunga dan panjang daun. Hasil penelitian Janardhan dan Nataraju (1990) pada tembakau flue-cured menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tanaman (CGR), laju asimilasi bersih (NAR) dan luas daun mempunyai efek langsung yang kuat terhadap hasil krosok.

III. BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian untuk menentukan parameter genetic tanaman tembakau, maka serangkaian penelitian telah dilakukan baik dilaboratorium maupun dilapang.

3.1. Percobaan I

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami daya gabung umum dan khusus menggunakan prosedur silang puncak (topcross), pasangan galur dengan penguji yang dapat dijadikan tetua untuk memperbaiki hasil dan mutu tembakau Madura, kombinasi persilangan yang memiliki hasil dan mutu tinggi serta genotip-genotip yang secara langsung dapat diarahkan untuk membentuk galur harapan. Percobaan dilaksanakan di Desa Por-Dapor Kecamatan Guluk-Guluk, Kabupaten Sumenep dengan jenis tanah Brown Forest Mediteran, pH tanah 5,50 – 6,50 dengan ketinggian tempat \pm 75,00 meter diatas permukaan laut, mulai bulan Mei hingga bulan Oktober pada musim kering 1999/2000.

3.1.1. Bahan

Bahan percobaan terdiri atas 30 galur F6 yang berasal dari sumber populasi berbeda (15 galur dari persilangan Prancak-95 x Iwanoskoseme dan 15 galur dari persilangan Prancak-95 x Ismir), varietas Prancak-95 dan varietas local Cangkring yang berasal dari Balittas, 60 genotip turunan pertama (F1), pupuk kandang sapi, pupuk ZA, SP-36, ZK, imidakloprid 200 g/l (Confidor 200 SL), dan betasiflutrin 25 g/l (Buldok 25 EC).

Untuk memperoleh turunan pertama (F1) hasil persilangan antara galur dengan penguji, maka benih sebanyak 30 galur dan dua varietas penguji ditanam dalam polibag menggunakan rumah kaca Balittas. Masing-masing galur terdiri dari delapan tanaman, setiap polibag berisi satu tanaman. Varietas local Cangkring digunakan sebagai penguji dengan hasil dan mutu (indeks tanaman) rendah terdiri dari 10 tanaman, sedangkan Prancak-95 merupakan varietas unggul nasional dengan hasil dan mutu (indeks tanaman) tinggi juga terdiri dari 10 tanaman. Galur-galuryang diuji digunakan sebagai tetua betina, sedangkan varietas penguji digunakan sebagai tetua jantan. Setelah galur dan varietas berbunga, persilangan dilakukan dinatar 30 galur dengan dua penguji.

Emaskulasi dilakukan sehari sebelum persilangan pada setiap galur dengan cara membelah mahkota bunga pada satu sisi dan membuang tepungsarinya. Kegiatan persilangan dilakukan keesokan harinya dengan cara menaburkan tepung Sari ke kepala putik yang telah diemaskulasi dan kegiatan persilangan dilakukan pada pukul 07.00 – 09.00 pagi. Pada umumnya, pada kisaran demikian setiap pukti mengeluarkan cairan yang berfungsi merekatkan tepung Sari di kepala putik. Setelah disilangkan, mahkota bunga ditutup kembali dengan cara mengikatkan benang agar tidak terserbuki oleh tepung Sari yang tidak diinginkan dan diberi label. Dari kegiatan ini akan dihasilkan 60 genotip F1 yang merupakan turunan pertama dari persilangan antara 30 galur dengan dua penguji.

30 galur F6 yang digunakan berasal dari Balittas Malang terdiri atas dua populasi hasil persilangan. 15 galur berasal dari persilangan antara Prancak-95 Iwanowskoseme sedangkan 15 galur yang lain merupakan hasil persilangan antara Prancak-95 x Ismir. Iwanowskoseme dan Ismir merupakan dua varietas introduksi (oriental) yang memiliki jumlah daun banyak, ukuran daun kecil dan kualitas sangat baik (relative sama dengan kualitas tembakau Madura sehingga sulit dibedakan) berdasarkan evaluasi yang dilakukan oleh Balittas. Seleksi pada kedua populasi hasil persilangan dilakukan mulai generasi F2 dengan kriteria hasil dan mutu. Benih dikumpulkan dengan cara bulk hingga generasi F5, selanjutnya dilakukan pemilihan individu tanaman berdasarkan kriteria diatas sehingga setiap tanaman terpilih merupakan galur F6 dengan anggapan bahwa pada generasi ini sebagian besar lokus telah mencapai homosigot (Knight, 1979).

3.1.2. Metode

a. Rancangan Persilangan

Rancangan Acak Kelompok (RAK) merupakan rancangan lingkungan yang digunakan dalam percobaan yang terdiri dari 92 perlakuan genotip (30 galur, 60 turunan pertama dan 2 penguji) dengan 3 ulangan (kelompok) sehingga diperoleh 276 perlakuan genotip. Penempatan genotip sebagai perlakuan dilapangan dilakukan secara acak.

b. Pelaksanaan

Persemaian

Bedengan dengan ukuran panjang 20 meter dan lebar 1 meter serta tinggi bedengan 0,3 meter dibuat dan dibagi kedalam kisi-kisi, setiap kisi berukuran 0,4 meter x 0,5 meter. Sehari setelah bedengan dibuat, pupuk kandang (kotoran sapi) sebanyak 2 kg/m² diberikan secara merata dan dibiarkan selama satu minggu. Sebelum penaburan benih, bedengan sedikit dipadatkan dan disiram hingga mencapai kapasitas lapangan. Selanjutnya, pada masing-masing bedengan ditempatkan bamboo secara melengkung yang nantinya akan digunakan sebagai penyangga plastic untuk penyungkup, tinggi lengkungan bagian tengah kurang lebih 0,4 meter. Kemudian benih dari 30 galur, 60 turunan F1 dan dua penguji, masing-masing dicampur dengan abu kering dan ditabur kepermukaan bedengan secara merata. Setelah penaburan benih, bedengan diberikan jerami padi setebal ±1 cm. penyiraman dilakukan pagi dan sore hari, tergantung kondisi lingkungan. Pada umur 10 hari, jerami dikeluarkan secara hati-hati. Penjarangan dipersemaian dilakukan pada umur 18-20 hari dengan jarak tanam 3 x 3 cm dan penyiraman dilakukan pada sore hari. Bibit dicabut pada umur 45 hari yang dilakukan pada sore hari. Bibit yang telah dicabut, diberi nomor sebagai perlakuan genotip dan disimpan ditempat yang teduh.

Penanaman

Seminggu sebelum bibit dipindahkan ke lapangan, gulud sebagai petak percobaan berukuran 0.7 meter x 8 meter dibuat sebanyak 92 buah dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 276 petak percobaan. Setiap gulud berisi 40 tanaman yang terdiri dua baris tanam. Jarak antar gulud 0,8 meter, antaer baris 0,5 meter dan dalam baris 0,4 meter. Tiga hari sebelum tanam, lubang berukuran 0,20 m x 0,20 m x 0,20 m dibuat sebanyak 40 buah per gulud. Kemudian bibit ditanam satu tanam per lubang.

Pemupukan

Tiga hari sebelum penanaman, pupuk SP-36 sebanyak 3 gram diberikan per lubang tanam yang setara dengan 100 kg/ha. Pupuk ZA diberikan dua kali, pemupukan pertama pada umur 7 hari sedangkan pemupukan kedua dilakukan pada umur 21 hari tanaman dilapangan masing-masing sebanyak 3 gram per tanaman yang setara dengan 200 kg/ha. Pupuk kandang sapi sebanyak 2,50 ton/ha diberikan sebelum

tanam dan ZK diberikan pada umur 21 hari sebanyak 3 gram per tanaman yang setara dengan 100 kg/ha.

Penyiraman, penyulaman, pengendalian gulma dan hama/penyakit

Penyiraman menggunakan timba sehari sekali, dilakukan pada sore hari hingga tanaman berumur 20 hari. Penyirama selanjutnya dilakukan 3-5 hari sekali. Penyulaman dilakukan bila terdapat tanaman sakit atau mati hingga seminggu setelah tanam. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis setiap 10 hari. Pengendalian hama dilakukan dengan cara m. Penyemprotkan imidakloprid 200g/l (Confidor 200 SL) dan betasiflutrin 25 g/l (Buldok 25 EC) keseluruhan permukaan tanaman bila terdapat gejala serangan. Penyakit dikendalikan secara eradikasi.

Pemangkasan dan Panen

Pemangkasan dilakukan pada awal munculnya bunga, calon karangan bunga dan tiga lembar daun pucuk dibuang. Pembuangan sirung dilakukan secara berkala lima hari sekali sampai menjelang panen. Panen dilakukan satu kali pada setiap petakan dengan kriteria sebagai berikut: daun matang yang ditandai oleh warna daun hijau kekuning-kuningan disepanjang tepi daun, dekat tulang-tulang daun, dan permukaan helaian daun. Disamping itu, pucuk helai daun agak melengkung ke bawah.

c. Peubah Pengamatan

Peubah dan cara pengamatan dilakukan pada 10 tanaman kompetitif dengan cara sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai batas tertinggi dan diamati setelah pemangkasan (topping)
2. Jumlah daun (lembar), diamati semua daun yang bernilai ekonomi pada saat panen
3. Luas daun (dm²), diukur dari pangkal sampai ujung daun dengan rumus $P \times L \times \text{factor koreksi}$ dan diamati pada daun yang terletak ditengah
4. Umur berbunga (hari), diamati pada awal munculnya bunga dalam tanaman sampel pada setiap petakan
5. Hasil daun basah per tanaman (gram), diamati sesaat setelah panen berdasarkan berat setiap tanaman sampel
6. Hasil rajangan (ton/ha), diamati berdasarkan hasil tanaman sampel dan dikonversi ke hasil ton/ha dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{hasil rajang} = \frac{\text{luas per hektar}}{\text{luas per petak}} \times \text{hasil per petak} \times 0,95 \text{ (konst.)}$$

7. Indeks mutu ditentukan dengan formulasi Rochman, Suwarso, Herwati dan Basuki (2000) sebagai berikut:

$$I = \frac{A_i}{B_i}$$

dimana I = indeks mutu;

A_i = indeks harga perlakuan $ke-i$ (selisih harga perlakuan $ke-i$ dengan harga tertinggi pada suatu musim);

B_i = berat mutu $ke-i$ (gram/petak)

8. Indeks tanaman, dihitung dengan formulasi Rochman dkk (2000) sebagai berikut:

$$IT = I \times \text{hasil rajangan} \left(\frac{\text{ton}}{\text{ha}} \right)$$

dimana : IT = indeks tanaman

I = indeks mutu

9. Kadar nikotin dianalisis berdasarkan metode Ether-Petroleum-Ether yang dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat (Balittas) Malang. Parameter ini diamati sebagai pengamatan tambahan yang dilakukan secara acak pada sejumlah genotip yang digunakan.

Penentuan kadar nikotin berdasarkan metode ether-protelem-ether

- Mengambil secara acak sejumlah sampel hasil Rajang yang berasal dari lapangan dan memasukkannya kedalam oven serta dibiarkan selama ± 19 jam dengan suhu $\pm 90^\circ\text{C}$
- Sampel yang telah dioven, diblender hingga halus (± 10 gram) dan diambil masing-masing sampel seberat 1 gram dan dimasukkan kedalam tabung kimia. Kemudian tambahkan 1 ml larutan NaOH dalam alcohol (3 bagian laruta NaOH 33% dan 1 bagian alcohol 96%), lalu aduk hingga rata dengan pengaduk yang telah dibersihkan dengan kapas
- Kemudian tambahkan 20 ml larutan campuran ether dan pretolem ether dengan perbandingan 1 : 1, selanjutnya tutup dengan gabus (sebagai penyumbat) dan dikocok ± 1 menit, dibiarkan 1 – 2 jam hingga endapan turun
- Pipet 10 ml cairan jernih yang berada pada bagian lapisan atas dan masukkan kedalam erlemeyer 100 ml dan diaupkan diatas penangas air hingga cairan dalam erlemeyer tinggal ± 1 ml
- Tambahkan 10 ml air suling dan dua tetes petunjuk MM, lalu dititrasi dengan larutan HCl 0,1 N hingga warnanya berubah

menjadi merah jambu. 1 ml HCl 0,1 N setara dengan 162 mg nikotin

- Kadar nikotin dalam sampel ditentukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Nikotin} = \frac{V \times 2 \times 0,162}{W} \times 100\%$$

dimana: V = ml larutan HCl 0,1 N yang diperlukan untuk menitar contoh uji (ml)

2 = factor pengencer

W= berat contoh uji (gram)

d. Analisis Data

Data diperoleh dari 10 tanaman kompetitif untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga dan hasil daun basah per tanaman sedangkan untuk sifat hasil Rajang, indeks mutu dan indeks tanaman didasarkan atas pengamatan pada tanaman sampel (10 tanaman kompetitif) yang dikonversi ke dalam ukuran rata-rata per petak.

Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model aditif linier sebagai berikut:

$$X_{ijkl} = \mu + g_{ijk} + b_i + \varepsilon_{ijkl}$$

Dimana : $ijk = 1, 2, \dots, n$ $l = 1, 2, 3$

X_{ijkl} = nilai sifat yang diamati pada genotip ke-ijk, kelompok ke-l

μ = pengaruh nilai tengah populasi dari sifat yang diamati

g_{ijk} = pengaruh genotip ke-ijk

b_i = pengaruh kelompok ke-l pada sifat yang diamati

ε_{ijkl} = pengaruh galat percobaan pada genotip ke-ijk dan kelompok ke-l

Analisis ragam Rancangan Acak kelompok dari percobaan ini disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Analisis ragam dan kuadrat tengah harapan dari rancangan acak kelompok

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Kuadrat Harapan	Tengah
Ulangan	a-1	JKU	JKU/DB		
Genotip	g-1	JKG	JKG/DB	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$	
Galat	(a-1)(g-1)	JKG	JKG/DB	σ_e^2	

Uji F dilakukan untuk melihat pengaruh genotip, bila genotip berbeda nyata maka perhitungan dilanjutkan dengan analisis galur x penguji. Pada analisis galur x penguji pemecahan pengaruh genotip kedalam komponen tetua, tetua vs hasil persilangan dan hasil persilangan adalah sebagai berikut:

$$g_{ijk} = g_i + g_{ij} + g_k$$

Dimana: g_{ijk} = pengaruh genotip tetua ke- i , pengaruh tetua vs persilangan ke- ij dan pengaruh persilangan ke- k

g_i = pengaruh genotip tetua ke- i

g_{ij} = pengaruh genotip tetua vs persilangan ke- ij

g_k = pengaruh persilangan ke- k

Analisis ragam untuk analisis galur x penguji termasuk tetua seperti disajikan pada table 2 dibawah ini.

Table 2. Analisis ragam untuk analisis galur x penguji dengan tetuanya

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Kuadrat Harapan	Tengah
Kelompok	$r - 1$	Sr	Mr		
Perlakuan	$a - 1$	Sa	Ma		
Tetua	$b - 1$	Sb	Mb		
Tetua vs Persil.	1	Sbp	Mbp		
Persilangan	$p - 1$	Sp	Mp		
Galur	$g - 1$	Sg	Mg	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2 + rt\sigma_g^2$	
Penguji	$t - 1$	St	Mt	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2 + rg\sigma_t^2$	
Galur x Penguji	$(g-1)(t-1)$	Sgt	Mgt	$\sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2$	
Galat	$(a-1)(r-1)$	Se	Me	σ_e^2	

Keterangan: r = jumlah kelompok/ulangan; a = jumlah perlakuan; b = jumlah tetua; p = jumlah persilangan; g = jumlah galur; t =jumlah penguji

Model aditif linier untuk analisis galur x penguji termasuk tetuanya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijklt} = \mu + T_i + T_i C_j + G_l + H_t + (GH)_{lt} + \varepsilon_{ijklt}$$

Dimana: Y_{ijklt} = nilai pengamatan untuk tetua ke- i , tetua vs persilangan ke- ij , galur ke- l , pengaruh ke- t , interaksi ke- lt dan ulangan ke- k

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh tetua ke- i

$T_i C_j$ = pengaruh tetua vs persilangan ke- ij

G_l = pengaruh galur ke- l

- H_t = pengaruh pengujian ke- t
 $(GH)_{lt}$ = pengaruh interaksi GH pada G ke- l dan H ke- t
 ε_{ijklt} = galat percobaan untuk tetua ke- l , tetua vs
 persilangan ke- ij , galur ke- l , pengujian ke- t ,
 dan interaksi ke- lt serta ulangan ke- k

Pada analisis ini digunakan asumsi, pengaruh genotip dan blok (ulangan) bersifat acak, sehingga pada model di atas semua pengaruh kecuali μ bersifat acak. Efek daya gabung umum dan khusus diduga menggunakan rumusan Singh dan Chaudhary (1979) sebagai berikut:

1. Daya gabung umum (gca) galur ke- i

a. Galur $g_i = X_{i..}/tr - X../gtr$

b. Pengujian $g_i = X..j./gr - X../gtr$

2. Daya gabung khusus (sca)

$$S_{ij} = X_{ij}/r - X_{i..}/tr - X..j./gr + X../gtr$$

Uji mengetahui perbedaan nyata antara daya gabung umum dari galur-galur tetua dan daya gabung khusus pada setiap kombinasi tertentu, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Salah baku dari galur} = \sqrt{\left(\frac{Me}{r \times t}\right)}$$

$$\text{Salah baku dari pengujian} = \sqrt{\left(\frac{Me}{r \times l}\right)}$$

$$\text{Salah baku dari kombinasi persilangan} = \sqrt{\left(\frac{Me}{r}\right)}$$

Dimana: Me = kuadrat tengah error; $r \times t$ = ulangan x pengujian; $r \times l$ = ulangan x galur

3.2. Percobaan II

Percobaan bertujuan untuk mengetahui dan memahami daya gabung umum dan khusus, pasangan genotip yang dapat dijadikan tetua untuk memperbaiki hasil dan mutu tembakau, kombinasi persilangan yang memiliki hasil dan mutu tinggi, efek heterosis, efektifitas silang puncak dalam menduga daya gabung, peran gen, korelasi antar sifat terhadap hasil rajangan, korelasi antara hasil rajangan dan mutu terhadap indeks tanaman serta sifat-sifat yang dapat dijadikan kriteria seleksi menggunakan prosedur persilangan dialel metode II model I dari Griffing. Prosedur ini digunakan karena

hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan terdahulu oleh mariani dan Sack (1966) pada tembakau oriental; Matzinger et al., (1977) pada tembakau burley menunjukkan bahwa maternal effect tidak terdapat pada persilangan tanaman tembakau. Percobaan dilaksanakan di Desa Palalang, Kecamatan Pakong, Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa Timur dengan jenis tanah Brown Forest mediteran, pH tanah 5,50 – 6,50 dengan ketinggian tempat \pm 75,00 meter diatas permukaan laut, mulai April hingga September pada musim kering 2000/2001.

3.2.1. B a h a n

Bahan percobaan terdiri dari pupuk kandang sapi, pupuk ZA, SP-36, ZK, confidor 200 (imidakloprid 200 g/l), dan buldok 25 EC (betasiflutrin 25 g/l), 9 genotip (5 galur berdaya gabung umum baik, 2 galur berdaya gabung khusus baik dan 2 penguji pada percobaan pertama), dan 36 genotip turunan pertama (F1) hasil persilangan *half diallel* diantar 9 genotip tetua. Genotip-genotip yang digunakan dalam percobaan tahap II disajikan pad atabel lampiran 4.

Sebanyak 7 galur (5 galur yang mempunyai daya gabung umum dan 2 galur mempunyai daya gabung khusus baik untuk sifat indeks tanaman yang didasarkan pada hasil penelitian tahap pertama) dan ditambah 2 varietas yang pada tahap pertama digunakan sebagai penguji sehingga pada tahap percobaan kedua digunakan materi sebanyak 9 genotip. Genotip-genotip tersebut disilangkan satu sama lain menggunakan prosedur persilangan dialel metode II model I. Kesembilan genotip ini, disusun dengan nomor urut sebagai berikut yaitu varietas Prancak-95, cangkring, FA-27, FA-31, FB-5, FB-12, FB-14, FB-15, dan FB-19. Benih dari 9 genotip tersebut ditanam didalam polibag, dimana masing-masing genotip terdiri dari 8 individu tanaman/polibag. Emaskulasi dilakukan sehari sebelum persilangan dilakukan. Kegiatan ini dilakukan pada bunga-bunga yang masih berwarna pucat, sedangkan bunga yang telah mengalami perubahan warna dari pucat ke warna putih kemerahan menunjukkan bahwa kemungkinan besar persilangan sendiri telah terjadi. Persilangan dilakukan dari varietas Prancak-95 sebagai tetua jantan dan disilangkan dengan 8 genotip yang lain sebagai tetua betina. Selanjutnya, varietas local cangkring digunakan sebagai tetua jantan dan disilangkan kepada 7 genotip yang lain dan seterusnya tanpa resiprokal. Kegiatan ini dilakukan dirumah kaca Balittas. Dari kegiatn ini akan diperoleh 36 turunan F1 dari perkawinan genotip-genotip tetua.

3.2.2. Metode

a. Rancangan

Rancangan acak kelompok (RAK) merupakan rancangan lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari 45 genotip perlakuan dan tiga ulangan (kelompok) sehingga diperoleh 135 petak percobaan. Genotip-genotip perlakuan tersebut ditempatkan dilapang secara acak.

b. Pelaksanaan

Persemaian

Seminggu sebelum penaburan benih, bedengan dengan ukuran panjang 9 meter dan lebar 1 meter serta tinggi bedengan 0,3 meter dibuat dan dibagi kedalam kisi-kisi, setiap kisi berukuran 0,4 x 0,5 m. sehari setelah bedengan dibuat, pupuk kandang (kotoran sapi) sebanyak 2 kg/m² diberikan secara merata dan dibiarkan selama satu minggu. Sebelum penaburan beih, bedengan sedikit dipadatkan dan disiram hingga mencapai kapasitas lapang. Selanjutnya, pada masing-masing bedengan ditempatkan bamboo secara melengkung yang nantinya akan digunakan sebagai penyangga plastic untuk penyungkup, tinggi lengkungan bagian tengah kurang lebih 0,4 meter.

Kemudian benih dari 9 genotip dan 36 genotip F1 masing-masing dicampur dengan abu kering dan ditabur kepermukaan bedengan secara merata. Setelah penaburan benih, bedengan diberikan jerami padi setebal ± 1 cm. penyiraman dilakukan pagi dan sore hari, tergantung kondisi lingkungan. Pada umur 10 hari, jerami dikeluarkan secara hati-hati. Penjarangan dipersemaian dilakukan pada umur 18 – 20 hari dngan jarak tanam 3 cm x 3 cm dan penyiraman dilakukan pada sore hari. Bibit dicabut pada umur 35 hari yang dilakukan pada sore hari. Bibit yang telah dicabut, diberi nomor sebagai perlakuan genotip dan disimpan ditempat yang teduh.

Penanaman

Seminggu sebelum bibit dipindah ke lapang, gulud sebagai petak percobaan berukuran 0,7 meter x 8 meter dibuat sebanyak 45 buah dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 135 petak percobaan. Setiap gulud berisi 40 tanaman yang terdiri dari dua baris tanaman. Jarak antar gulud 0,8 meter, antar baris 0,5 meter dan dalam baris 0,4 meter. Tiga hari sebelum tanam, lubang berukuran 0,20 m x 0,20 m x 0,20 m dibuat sebanyak 40 buah per gulud. Kemudian bibit ditanam satu tanaman per lubang.

Pemupukan

Tiga hari sebelum penanaman, pupuk SP-36 sebanyak 3 gram diberikan per lubang tanam untuk seluruh lubang yang setara dengan 100 kg/ha. Pupuk ZA diberikan dua kali, pemupukan pertama pada umur 7 hari sedangkan pemupukan kedua dilakukan pada umur 21 hari masing-masing sebanyak 3 gram per tanaman yang setara dengan 200 kg/ha. Pupuk kandang sapi sebanyak 2,5 ton/ha diberikan sebelum tanam dan ZK diberikan sebanyak 3 gram per tanaman pada umur 21 hari yang setara dengan 100 kg/ha.

Penyiraman, penyulaman, pengendalian gulma dan hama/penyakit

Penyiraman menggunakan timba sehari sekali, dilakukan pada sore hari hingga tanaman berumur 20 hari. Penyiraman selanjutnya dilakukan 3-5 hari sekali. Penyulaman dilakukan bila terdapat tanaman sakit atau mati hingga seminggu setelah tanam. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis setiap 10 hari. Pengendalian hama dilakukan dengan cara m. Penyemprotkan imidakloprid 200g/l (Confidor 200 SL) dan betasiflutrin 25 g/l (Buldok 25 EC) keseluruhan permukaan tanaman bila terdapat gejala serangan. Penyakit dikendalikan secara eradikasi.

Pemangkasan dan Panen

Pemangkasan dilakukan pada awal munculnya bunga, calon karangan bunga dan tiga lembar daun pucuk dibuang. Pembuangan sirung dilakukan secara berkala lima hari sekali sampai menjelang panen. Panen dilakukan satu kali pada setiap petakan dengan kriteria sebagai berikut: daun matang yang ditandai oleh warna daun hijau kekuning-kuningan disepanjang tepi daun, dekat tulang-tulang daun, dan permukaan helaian daun. Disamping itu, pucuk helai daun agak melengkung ke bawah.

c. Peubah Pengamatan

Peubah dan cara pengamatan dilakukan pada 10 tanaman kompetitif dengan cara sebagai berikut:

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai batas tertinggi dan diamati setelah pemangkasan (topping)
2. Jumlah daun (lembar), diamati semua daun yang bernilai ekonomi pada saat panen
3. Luas daun (dm^2), diukur dari pangkal sampai ujung daun dengan rumus $P \times L \times \text{factor koreksi}$ dan diamati pada daun yang terletak ditengah

4. Umur berbunga (hari), diamati pada awal munculnya bunga dalam tanaman sampel pada setiap petakan
5. Hasil daun basah per tanaman (gram), diamati sesaat setelah panen berdasarkan berat setiap tanaman sampel
6. Hasil rajangan (ton/ha), diamati berdasarkan hasil tanaman sampel dan dikonversi ke hasil ton/ha dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{hasil rajangan} = \frac{\text{luas per hektar}}{\text{luas per petak}} \times \text{hasil per petak} \times 0,95 \text{ (konst.)}$$

7. Indeks mutu ditentukan dengan formulasi Rochman, Suwarso, Herwati dan Basuki (2000) sebagai berikut:

$$I = \frac{A_i}{B_i}$$

dimana: I = Indeks mutu

A_i = indeks harga perlakuan ke-i (selisih harga perlakuan ke-i dengan harga tertinggi pada suatu musim);

B_i = berat mutu ke-i (gram/petak)

=

8. Indeks tanaman, dihitung dengan formulasi Rochman dkk (2000) sebagai berikut:

$$IT = I \times \text{hasil rajangan} \left(\frac{\text{ton}}{\text{ha}} \right)$$

dimana : IT = indeks tanaman

I = indeks mutu

9. Kadar nikotin dianalisis berdasarkan metode Ether-Petroleum-Ether yang dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat (Balittas) Malang. Parameter ini diamati sebagai pengamatan tambahan yang dilakukan secara acak pada sejumlah genotip yang digunakan. Cara kerjanya sama seperti pada kegiatan percobaan tahap pertama.

d. Analisis Data

Data diperoleh dari 10 tanaman kompetitif untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga dan hasil daun basah per tanaman sedangkan untuk sifat hasil Rajang, indeks mutu dan indeks tanaman didasarkan atas pengamatan pada tanaman sampel (10 tanaman kompetitif) yang dikonversi ke dalam ukuran rata-rata per petak. Pada percobaan ini pendugaan daya gabung

menggunakan metode II model 1 dari Griffing (1956) sehingga diperoleh 45 genotip sebagai perlakuan yang terdiri dari satu set tetua dan satu set F1.

Pendugaan Daya Gabung

Model matematik yang digunakan dalam penelitian ini adalah model linier aditif, sebagai berikut:

$$X_{ijkl} = \mu + v_{ij} + b_k + (bv)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

- dimana: $i, j = 1, 2, \dots, n$ $k = 1, 2, 3$ $l = 1, 2, \dots, n$
- X_{ijkl} = nilai sifat yang diamati pada individu ke-l, genotip ke-ij dalam blok ke-k
- μ = pengaruh nilai tengah populasi dari sifat yang diamati
- v_{ij} = pengaruh genotip ke-ij pada sifat yang diamati
- b_k = pengaruh blok ke-k pada sifat yang diamati
- $(bv)_{ijk}$ = pengaruh interaksi antara genotip ke-ij dengan blok ke-k pada sifat yang diamati
- ε_{ijkl} = pengaruh lingkungan khusus untuk inidividu ke-ijkl

Dalam model ini digunakan notasi ganda untuk pengaruh genotip. Dalam analisis daya gabung, x_{ii} merupakan nilai tengah tetua ke-i, x_{ij} merupakan nilai tengah F1 hasil persilangan tetua ke-i dengan tetua ke-j. Analisis ragam dari percobaan ini disajikan pada Table 3 dibawah ini.

Table 3. Analisis ragam rancangan acak kelompok yang digunakan dalam pendugaan daya gabung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Keadrat Tengah	Kuadrat Harapan	Tengah
Genotip	a-1	Mv	$\sigma^2 + bc c \emptyset (v)$	
Kelompok	b-1	Mb	$\sigma^2 + ac \emptyset (b)$	
Genotip x ulangan	(a-1)(b-1)	Mbv	$\sigma^2 + c\sigma_{bv}^2$	
Galat	ab(c-1)	Me	σ^2	

Pada analisis ini digunakan asumsi, pengaruh genotip dan blok bersifat tetap, shingga pada model diatas semua pengaruh kecuali μ bersifat tetap.

Pada analisis daya gabung dengan menggunakan metode II model I dari Griffing (1956), pemecahan pengaruh genotip menjadi pengaruh daya gabung umum dan khusus adalah sebagai berikut:

$$V_{ij} = g_i + g_j + s_{ij}$$

dimana: g_i = pengaruh daya gabung umum untuk tetua ke-i
 g_j = pengaruh daya gabung umum untuk tetua ke-j
 s_{ij} = pengaruh daya gabung khusus untuk persilangan antara tetua ke-l dan tetua ke-k

Dengan demikian, maka model matematik untuk analisis daya gabung tersebut adalah:

$$x_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + 1/bc \sum_k \sum_l \varepsilon_{ijkl}$$

dimana: $i, j = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, 3$; $l = 1, 2, \dots, n$

x_{ij} = nilai tengah F1 hasil persilangan tetua ke-i dengan tetua ke-j

μ = nilai tengah populasi

g_i dan g_j = pengaruh daya gabung umum tetua ke-i dan ke-j

s_{ij} = pengaruh daya gabung khusus

ε_{ijkl} = pengaruh sisa pada pengamatan ke-ijkl

b = pengaruh banyaknya blok = 3

c = pengaruh banyaknya tanaman per petak = 10

$\sum_i g_i = 0$ dan $\sum_j s_{ij} + s_{ii} = 0$ (untuk setiap i)

Untuk menguji perbedaan diantara efek daya gabung digunakan uji F yaitu:

$F_{[(p-1), m]} = Mg / Me'$, dimana Mg merupakan kuadrat tengah genotip sedangkan Me' merupakan kuadrat tengah error (Tabel 3).

Analisis daya gabung ini hanya dilakukan bila genotip berbeda nyata. Analisis ragam untuk daya gabung disajikan pada Tabel 4.

Table 4. Analisis Ragam Untuk Daya Gabung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Kuadrat Tengah Harapan
Daya gabung umum	p-1	Sg	Mg	$\sigma_e^2 + (p + 2)\left(\frac{1}{p - 1}\right) \sum g_i^2$
Daya gabung khusus	p(p-1)/2	Ss	Ms	$\sigma_e^2 + \frac{2}{p(p - 1)} \sum_i \sum_j s_{ij}^2$
Galat	m	Se	Me	σ_e^2

JK* = jumlah kuadrat, dimana:

$$S_g = \frac{1}{p + 2} \left\{ \sum_i \{X_i + x_{ii}\}^2 - \frac{4}{p} X_{..}^2 \right\}$$

$$S_s = \sum_{i \leq j} \sum x_{ij}^2 - \frac{1}{p + 2} \sum_i (X_i + x_{ij})^2 + \frac{2}{(p + 1)(p + 2)} X_{..}^2$$

Untuk mengetahui tinggi atau rendah daya gabung umum diantara genotip dan daya gabung khusus pada kombinasi tertentu digunakan rumus salah baku masing-masing (Singh dan Chaudhary, 1979) sebagai berikut:

$$\text{Salah baku } (g_i) = \sqrt{\left[\frac{\sigma_e^2}{n(n+2)} \right]}$$

$$\text{Salah baku } (s_{ij}) = \sqrt{\left[\frac{n(n-1)\sigma_e^2}{(n+1)(n+2)} \right]}$$

Untuk mengetahui tipe peran gen, maka perlu dihitung besaran aditif (σ_A^2) dan ragam dominan (σ_D^2) menggunakan formulasi rumusan dari Singh dan Chaudhary (1979) sebagai berikut:

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{2\sigma_A^2} \text{ sehingga } \sigma_A^2 = 2\sigma_g^2$$

$$\sigma_s^2 = \sigma_D^2 \text{ sehingga } \sigma_D^2 = \sigma_s^2$$

Efek heterosis untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas duan, dan umur berbunga serta hasil daun basah per tanaman, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman dihitung berdasarkan tetua tertinggi menggunakan formulasi yang dirumuskan oleh McWhirter (1979), sebagai berikut:

$$\frac{(H_1 - HP)}{HP} \times 100\%$$

dimana:

F_1 = nilai rata-rata turunan pertama hasil persilangan

HP = nilai rata-rata tetua tertinggi

Koefisien korelasi fenotipik dan genotipik antara dua sifat dihitung menurut rumusan Pantalone, Burton dan Carter (1996), sebagai berikut:

$$r_p = \frac{\sigma_p xy}{\sqrt{\sigma_p^2 x \cdot \sigma_p^2 y}}$$
$$r_g = \frac{\sigma_g xy}{\sqrt{\sigma_g^2 x \cdot \sigma_g^2 y}}$$

Dimana r_p adalah koefisien korelasi fenotipik, $\sigma_p xy$ adalah peragam fenotipik antara sifat x dan y, $\sigma_p x$ adalah ragam fenotipik sifat x, $\sigma_p y$ adalah ragam fenotipik sifat y, r_g adalah koefisien korelasi genotipik, $\sigma_g xy$ adalah peragam genotipik antara sifat x dan y, $\sigma_g x$ adalah ragam genotipik sifat x, $\sigma_g y$ adalah ragam genotipik sifat y.

Untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung antara suatu sifat terhadap hasil rajangan, antara sifat hasil rajangan dengan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman, maka digunakan analisis koefisien lintas secara fenotipik dan genotipik berdasarkan formulasi Samonte et al. (1999) sebagai berikut:

$$R_{1y} = P_{1y} + r_{12}P_{2y} + r_{13}P_{3y} + \dots + r_{1n}P_{ny}$$
$$R_{2y} = P_{12}P_{2y} + P_{2y} + r_{23}P_{3y} + \dots + r_{2n}P_{ny}$$
$$R_{ny} = r_{1n}P_{1y} + r_{2n}P_{2y} + r_{3n}P_{3y} + \dots + P_{ny}$$

dimana:

R_{1y} = koefisien korelasi sederhana secara genotipik dan fenotipik dari sifat ke-1 dengan sifat Y (indeks tanaman)

R_{2y} = koefisien korelasi sederhana secara genotipik dan fenotipik dari sifat ke-2 dengan sifat Y (indeks tanaman)

P_{1y} = pengaruh langsung secara genotipik dan fenotipik sifat ke-1 terhadap indeks tanaman

P_{ny} = pengaruh langsung secara genotipik dan fenotipik sifat ke-n terhadap indeks tanaman

$R_{1n}P_{1y}$ = pengaruh tidak langsung secara genotipik dan

fenotipik dari sifat ke-1 terhadap indeks tanaman setelah melalui sifat ke-n

Sifat hasil rajangan dan indeks tanaman (sifat ke-y) selain dipengaruhi oleh sifat ke-1, 2, 3, ..., n juga dipengaruhi oleh sifat-sifat yang tidak teramati. Sehingga besarnya pengaruh sifat-sifat yang tidak teramati (P_{sisa}) adalah:

$$P_{sisa} = \sqrt{\left(1 - \sum r_{iy}P_{iy}\right)}$$

Dimana:

$\sum r_{iy}P_{iy}$ = jumlah semua pengaruh tidak langsung dari sifat-sifat yang diteliti

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. pendugaan Daya gabung Dengan Silang Puncak

Hasil analisis ragam galur x penguji termasuk tetua menunjukkan bahwa perlakuan genotip berpengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati. Pengaruh yang nyata pada perlakuan komponen genotip terhadap semua sifat yang diamati menunjukkan bahwa populasi yang digunakan mempunyai keragaman genetic yang cukup besar. Dalam analisis galur x penguji, pemecahan komponen genotip kedalam komponen-komponen lebih lanjut dapat dilakukan bila perlakuan genotip berpengaruh nyata. Analisis ragam pemecahan perlakuan genotip ke dalam komponen tua, tetua versus persilangan dan persilangan untuk beberapa sifat yang diamati memperlihatkan bahwa komponen tetua berpengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati. Komponen tetua versus persilangan menunjukkan pengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati, kecuali indeks mutu berpengaruh tidak nyata. Pada komponen persilangan, semua sifat yang diamati menunjukkan pengaruh nyata. Menurut Quendeba et al (1993), bila terdapat pengaruh nyata pada komponen persilangan dalam analisis galur x penguji maka komponen tersebut dapat dipartisi menjadi komponen galur, penguji dan galur x penguji.

Analisis ragam pemecahan komponen persilangan ke dalam galur, penguji, dan galur x penguji memperlihatkan bahwa komponen galur menunjukkan pengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati, kecuali indeks mutu tidak nyata. Berarti, indeks mutu dari galur-galur yang digunakan dalam penelitian ini relative seragam. Komponen penguji menunjukkan bahwa pengaruh nyata hanya untuk sifat umur berbunga sedangkan sifat-sifat yang lain tidak nyata. Komponen galur x penguji menunjukkan pengaruh nyata hanya untuk sifat umur berbunga, hasil daun basah, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman.

Dalam analisis galur x penguji, komponen galur dan penguji ekuivalen dengan daya gabung umum sedangkan komponen galur x penguji ekuivalen dengan daya gabung khusus (Sharma et al., 1996; Dahlan dkk., 1997). Berdasarkan asumsi tersebut, maka dapat dikatakan bahwa daya gabung umum galur-galur yang digunakan berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat yang diamati, kecuali indeks mutu tidak nyata. Daya gabung untuk penguji hanya berpengaruh nyata terhadap sifat umur berbunga. Daya gabung khusus tidak nyata

terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, sedangkan sifat yang lain berpengaruh nyata. Daya gabung umum nyata pada beberapa sifat yang diamati menunjukkan bahwa setiap galur dan penguji memiliki kemampuan yang berbeda untuk menghasilkan keturunan yang diharapkan. Daya gabung khusus nyata member petunjuk bahwa terdapat kombinasi persilangan tertentu yang menghasilkan keturunan lebih baik atau lebih jelek dibanding kedua tetua. Hasil penelitian ini mempunyai kesamaan dan perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Hasil panenelitian Rao dan Narasimhaya (1976) pada tanaman tembakau menunjukkan bahwa daya gabung umum berpengaruh nyata terhadap sifat tinggi tanaman, jumlah daun dan hasil daun basah. Patel et al. (1976) melaporkan bahwa daya gabung dan khusus berpengaruh nyata terhadap jumlah sucker, panjang daun, lebar daun, tebal daun dan hasil daun basah.

4.1.1. Efek Daya Gabung Umum

Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum untuk semua sifat yang diamati disajikan pada table 5 dan 6. Table tersebut memperlihatkan bahwa nilai rata-rata tinggi tanaman berkisar antara 49,33 cm hingga 71,53 cm sedangkan efek daya gabung umum dalam kisaran -530 sampai 6,65. Dari 30 genotip yang ditangani, 15 genotip memiliki efek daya gabung umum negative sedangkan 15 genotip lainnya memiliki daya gabung umum positif dan hanya 9 genotip yang menunjukkan efekdaya gabung umum tinggi karena bernilai diatas salah bakunya. FA32 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (6,65) diikuti FA39 (5,00), FA38 (4,70), FA28 (4,50), FA26 (4,47), FB18 (4,41), FB15 (3,74), FB45 (3,74), dan FA31 (2,74). Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Cangkring.

Nilai rata-rata jumlah daun terendah sebesar sebesar 11,87 lembar sedangkan nilai tertingginya mencapai 21,67 lembar. Efek daya gabung umum berkisar antara -0,91 hingga 2,02. Dari 30 genotip yang dievaluasi, 20 genotip memiliki efek daya gabung umum negative sedangkan 10 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif dan hanya enam genotip yang bernilai diatas salah bakunya. FB18 merupakan genotip yang memiliki nilai daya gabung umum tertinggi (2,02) diikuti Fa21 (1,35), FB13 (0,99), FA28 (0,90), FB47 (0,79) dan FB46 (0,60). Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Cangkring.

Tabel 5. Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum sifat tinggi Tanaman, jumlah daun, luas daun dan umur berbunga

Genotip-genotip	Tinggi tanaman		Jumlah daun		Luas daun		U. berbunga	
	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU
FA-21	71.53	1.57	21.67	1.35*	1.80	-0.31	56.33	-2.90*
FA-22	57.87	-0.96	11.93	-0.05	2.80	0.55*	59.33	1.77
FA-24	53.72	-1.65	13.03	-0.26	1.89	0.02	54.33	-0.57*
FA-25	52.95	0.14	11.87	-0.45	2.56	0.20*	59.33	0.93
FA-26	59.60	4.47*	13.13	-0.03	2.42	0.40*	57.00	1.43
FA-27	64.07	2.52	13.33	-0.91	2.22	0.17*	55.33	9.10
FA-28	60.90	4.50*	12.60	0.90*	2.24	0.14*	56.00	0.10
FA-29	57.53	-0.55	13.53	0.25	2.37	-0.02	55.00	-0.73*
FA-30	64.68	-2.00	14.47	-0.23	2.51	-0.05	55.33	0.10
FA-31	68.30	2.74*	12.13	-0.18	2.40	0.19*	54.33	-2.57*
FA-32	68.29	6.65*	12.87	-0.08	2.71	0.09	56.67	-0.57*
FA-34	58.07	-0.76	15.43	0.05	2.45	0.01	56.67	0.27
FA-38	67.48	4.70*	13.13	-0.35	2.37	0.20*	55.33	-1.73*
FA-39	62.67	5.00*	12.13	-0.68	2.19	0.16*	57.00	-0.57*
FA-40	50.30	-1.13	12.27	-0.55	2.34	0.07	54.67	-0.07
FB- 7	62.43	-2.40	13.87	-0.38	2.27	-0.33	56.33	-1.23*
FB-10	61.27	-4.00	21.33	-0.51	1.40	-0.18	59.67	1.77
FB-11	66.27	0.49	14.53	-0.08	2.21	-0.17	60.00	0.43
FB-12	69.20	0.34	13.33	-0.56	1.99	0.05	54.00	-0.07
FB-13	67.00	1.87	16.57	0.99*	1.98	-0.17	58.33	0.60
FB-14	59.40	-3.43	14.50	-0.38	2.53	0.25*	57.33	1.10
FB-15	62.00	3.74*	18.80	0.25	1.47	0.11	60.33	-0.73*
FB-16	53.53	:3.93	12.57	-0.18	2.37	0.00	58.00	-1.07*
FB-18	60.73	4.41*	13.67	2.02*	2.11	-0.32	56.67	0.10
FB-19	59.80	-12.16	15.13	-0.75	2.01	-0.17	56.00	1.10
FB-43	64.13	-3.00	13.83	-0.38	2.86	-0.23	58.33	-2.90*
FB-45	68.33	3.74*	14.07	0.39	2.30	-0.17	59.67	0.43
FB-46	57.00	-5.30	15.77	0.60*	1.75	-0.33	60.00	0.93
FB-47	65.33	-1.13	16.67	0.79*	1.83	-0.07	57.00	0.43
FB-50	68.53	-4.50	14.87	-0.61	2.57	-0.05	57.67	4.10

Tabel 6. Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum sifat hasil daun basah, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman

Genotip tetua	Daun basah		Hasil rajangan		Indeks mutu		Indeks tanaman	
	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU	Rata-rata	DGU
FA-22	78.33	11.36*	0.51	0.07*	75.76	-9.37	37.80	0.02
FA-24	56.67	-6.97	0.46	-0.07	75.76	12.4	34.61	0.32
FA-25	88.33	8.86*	0.72	0.06*	63.64	-4.82	45.97	1.30
FA-26	83.33	6.36*	0.61	-0.03	93.94	4.83	56.83	-0.07
FA-27	78.33	3.03	0.50	0.07*	72.73	-7.29	36.07	1.22
FA-28	70.00	4.69*	0.53	0.03	78.79	-2.74	41.75	-0.11
FA-29	66.67	-1.14	0.49	-0.02	69.70	3.32	33.82	-0.25
FA-30	83.33	-6.14	0.51	-0.04	78.79	4.83	40.76	-1.66
FA-31	80.00	12.19*	0.48	0.08*	78.79	7.86	37.87	10.64*
FA-32	88.33	3.03	0.62	-0.01	78.79	0.29	48.98	-1.37
FA-34	76.67	6.36*	0.52	0.02	75.76	-2.74	38.98	0.23
FA-38	70.00	3.86	0.53	-0.03	69.70	4.83	36.67	0.43
FA-39	73.33	-14.47	0.46	-0.07	69.70	8.95	32.33	-1.24
FA-40	62.33	-18.64	0.46	-0.09	60.61	-2.74	27.86	-7.95
FB- 7	53.33	-7.81	0.35	-0.08	69.70	-1.23	24.35	-6.14
FB-10	50.00	3.03	0.37	-0.02	87.88	-2.74	33.12	-1.94
FB-11	81.67	0.53	0.60	0.03	69.70	-8.97	42.22	-1.41
FB-12	63.33	12.19*	0.45	0.13*	75.76	-8.97	34.14	4.48*
FB-13	73.33	-19.47	0.53	-0.10	69.70	-1.23	37.48	-7.36
FB-14	88.33	8.03*	0.62	0.06*	69.70	7.86	43.33	10.27*
FB-15	60.00	7.19*	0.49	0.06*	75.76	4.83	37.06	7.69*
FB-16	80.00	-3.64	0.54	-0.02	75.76	3.15	41.16	0.46
FB-18	65.00	-8.64	0.47	-0.06	84.85	1.80	40.30	-3.73
FB-19	78.33	9.69*	0.53	0.13*	75.76	-4.43	40.31	6.98*
FB-43	106.67	1.36	0.69	-0.02	84.85	6.35	58.94	1.84
FB-45	73.33	-4.47	0.56	-0.01	63.64	-11.83	35.77	-6.69
FB-46	83.33	-7.81	0.68	-0.02	90.91	-1.23	61.25	-2.53
FB-47	76.67	-3.64	0.57	-0.02	60.61	-2.74	34.07	-2.59
FB-50	81.67	-6.97	0.58	-0.05	66.67	4.83	38.36	-2.11

Nilai rata-rata luas daun berkisar antara 1,40 dm² hingga 2,90 dm². Efek daya gabung umum berkisar antara -0,36 sampai 0,55. FA22 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (0,55), diikuti FA26 (0,40), FB14 (0,25), FA38 (0,20), FA25 (0,20), FA31 (0,19), FA27 (0,17), FA39 (0,16), dan FA28 (0,14). Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Cangkring.

Nilai rata-rata umur berbunga terendah adalah 54,00 hari sedangkan umur berbunga tertinggi mencapai 61,33 hari. Efek daya gabung umum berkisar antara -2,90 hingga 4,10. Khusus untuk sifat ini, efek daya gabung umum dengan nilai negative lebih diinginkan oleh petani karena berkaitan dengan umur yang genjah. Selain itu, umur yang genjah berkaitan dengan musim tanam tembakau Madura yang dilakukan pada musim kering. Penggunaan genotip yang berumur genjah lebih menguntungkan petani karena sebagian besar areal pertanaman tembakau yang menghasilkan mutu yang diinginkan oleh pabrikan terdapat di daerah tegalan dan pegunungan dengan sumber air yang terbatas. Dari 30 genotip yang digunakan, 17 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif sedangkan 13 genotip yang lain memiliki efek daya gabung umum negative dan hanya 11 genotip yang mempunyai daya gabung umum baik karena bernilai diatas salah bakunya. FA21 dan FB43 merupakan genoti-genotip yang memiliki efek daya gabung umum tertingg (-2,90) diikuti FA31 (-2,57), FA38 (-1,73), FB7 (-1,23), FB16 (-1,07), FA29 (-0,73), FB15 (-0,73), FA24 (-0,57), FA32 (-0,539 (-0,57). Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Cangkring.

Nilai rata-rata untuk sifat hasil daun basah berkisar antara 50,00 hingga 106,67 gram. Efek daya gabung umumnya bernilai -18,64 sampai 12,19. Dari 30 genotip yang dievaluasi, 13 genotip memiliki efek daya gabung umum negative sedangkan 17 genotip memiliki daya gabung umum positif dan hanya 11 genotip yang memiliki efek daya gabung umum baik karena bernilai diatas salah bakunya. FA31 dan B12 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (12,19) diikuti FA F22 (11,36), FB19 (9,69), FA25 (8,68), FA21 (8,03), FB14 (8,03), FB15 (7,19), FA26 (6,36), FA34 (6,36) dan FA28 (4,69). Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Cangkring.

Nilai rata-rata terendah untuk sifat hasil rajangan adalah 0,35 ton/ha sedangkan nilai tertingginya mencapai 0,72 ton/ha. Efek daya gabung umumhnya berkisar antara -0,10 hingga 0,13. Dari 30 genotip

yang dievaluasi terdapat 18 genotip yang bernilai negative sedangkan 12 genotip lainnya menunjukkan efek daya gabung umum yang positif dan hanya 8 genotip yang bernilai diatas salah bakunya. FB12 dan FB19 merupakan genotip yang memiliki nilai efek daya gabung umum tertinggi (0,13) diikuti FA31 (0,08), FA22 (0,07), FA27 (0,07), FB14 (0,06), FB15 (0,06) dan FA25 (0,06). Cangkring merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum yang lebih baik dibanding Prancak-95.

Hasil analisis galur x penguji untuk komponen galur menunjukkan pengaruh tidak nyata sehingga hanya disajikan sebagai data tambahan. Nilai rata-rata terendah untuk sifat indeks tanaman adalah 24,35 dan nilai tertinggi mencapai 61,25. Efek daya gabung umumnya berkisar antara -7,95 hingga 10,64. Dari 30 genotip yang digunakan, 16 genotip memiliki efek daya gabung umum negative sedangkan 14 genotip lainnya mempunyai efek daya gabung umum positif dan hanya 5 genotip yang efek daya gabung umum diatas nilai salah bakunya. FA31 merupakan genotip yang memiliki efek daya gabung umum tertinggi (10,64) diikuti FB14 (10,27), FB15 (7,69), FB19 (6,98), dan FB12 (4,48). Cangkring merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum lebih baik dibanding Prancak-95.

Daya gabung umum sangat penting dalam menentukan pasangan genotip yang sesuai digunakan untuk perbaikan sifat dalam program persilangan. Menurut Call, Quesenberry, Wofford and Dunn, (1997), efek daya gabung umum ditujukan untuk menentukan sumbangan gen dari suatu genotip tetua terhadap sifat yang diamati. Kang, Din, Yudong Zhang and Magari (1999) dan Li, Chaney, Schneiter dan Miller (1995) mengemukakan bahwa galur-galur yang memiliki efek daya gabung umum tinggi dan berbeda nyata maka galur-galur tersebut layak dipilih sebagai tetua dalam suatu program persilangan. Dengan demikian, galur-galur tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber gen dalam program pemuliaan tanaman (Holland dan Goodman, 1995).

Efek daya gabung umum yang disajikan pada tabel 5 dan 6 menunjukkan bahwa setiap galur memiliki kemampuan yang berbeda untuk berkombinasi dengan penguji dalam menghasilkan keturunan yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat melalui nilai daya gabung umum yang bervariasi dari satu galur ke galur yang lain. Efek daya gabung umum positif menunjukkan bahwa bila suatu galur disilangkan dengan penguji akan dihasilkan rata-rata keturunan yang lebih tinggi dibanding rata-rata seluruh turunan yang dievaluasi. Sebaliknya, efek daya gabung umum

negatif menunjukkan bahwa bila suatu galur disilangkan dengan suatu penguji akan dihasilkan keturunan dengan nilai rata-rata yang lebih rendah dibanding seluruh turunan yang ditangani. Van Oosterom, Jayachandran dan Bidinger (1996) mengemukakan bahwa efek daya gabung umum tinggi yang dimiliki oleh suatu genotip merupakan hasil sumbangan gen-gen berguna yang banyak dari genotip tersebut bila disilangkan dengan genotip yang lain.

Didasarkan atas efek daya gabung umum suatu galur, maka terdapat dua galur yakni FB10 dan FB11 memiliki efek daya gabung umum sangat rendah pada semua sifat yang diamati. Selain itu, terdapat galur-galur tertentu yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi pada beberapa sifat yang diamati. Sebagai contoh, FA26, FA28, FA38, FA39 dan FB12 merupakan galur-galur yang memiliki efek daya gabung umum tinggi pada 4 dari 8 sifat yang diamati. FB14 merupakan galur yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi pada 5 dari 8 sifat yang dievaluasi. Sedangkan FA31 dan FB15 merupakan galur yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk 6 dari 8 sifat yang diamati. Berarti, apabila genotip FA31 dan FB15 disilangkan dengan kedua penguji maka akan dihasilkan tanaman baru yang memiliki sifat habitus tanaman tinggi, ukuran daun besar, umur berbunga lebih cepat, hasil daun basah, hasil rajangan dan indeks tanaman yang tinggi.

Walaupun genotip FA31 dan FB 15 memiliki efek daya gabung umum tinggi hampir pada semua sifat yang dievaluasi tetapi belum tentu sifat-sifat tersebut diinginkan. Sebagai contoh, efek daya gabung umum yang tinggi untuk sifat tinggi tanaman berarti bila suatu genotip disilangkan dengan penguji, maka akan dihasilkan habitus tanaman yang tinggi. Menurut Legg dan Smeeton (1999), habitus tanaman yang tinggi tidak selalu diinginkan oleh petani karena akan mempersulit panen secara manual. Berkaitan dengan hal tersebut, maka sebaiknya arah perbaikan sifat ditujukan pada komponen hasil yang berkaitan erat dengan hasil itu sendiri. Pada tanaman tembakau, hasil rajangan ditentukan oleh dua komponen utama yaitu luas daun dan hasil daun basah. Untuk hal ini, terdapat beberapa genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi. FA22, FA25, FA31, FB 14 dan FB 15 merupakan genotip-genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat luas daun, hasil daun basah dan hasil rajangan. Hal ini menunjukkan bahwa luas daun dan hasil daun basah merupakan komponen penting dalam menunjang hasil rajangan seperti yang dikemukakan oleh McPerson *et al.* (1995).

Pabrik sebagai pembeli tembakau tidak hanya mementingkan hasil tetapi juga sekaligus memerlukan mutu tembakau yang baik. Berkenaan dengan hal tersebut, maka arah perbaikan sifat harus ditujukan untuk menghasilkan tanaman baru yang memiliki kuantitas dan kualitas tembakau tinggi. Dalam penelitian ini, terdapat tiga genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat hasil dan mutu seperti FA31, FB14 dan .1.1315. Sedangkan FA22, FA25, FA27, FB 12 dan H319 merupakan genotip-genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk sifat hasil rajangan tetapi sangat rendah untuk sifat indeks mutu. Hal ini memberi petunjuk bahwa hubungan antara hasil dan mutu tembakau berlawanan seperti yang dikemukakan oleh Suwarso *dkk.* (2001a) dan Legg dan Collins (1974). Menurut MacKnown *et al.* (1999), hasil rajangan merupakan sifat kuantitatif yang lebih bernilai ekonomi dibanding hasil daun basah. Sedangkan mutu bersifat kualitatif karena umumnya dilakukan berdasarkan pengamatan organoleptik (Briones dan Obein, 1987). Burk dan Chaplin (1980) menganjurkan agar menggunakan nilai kuantitas terhadap mutu yang berupa indeks mutu. Karena kedua sifat tersebut berlawanan, maka perlu dicari suatu parameter yang dapat menyeimbangkan kedua sifat antara hasil rajang dengan mutu tembakau.

Briones dan Obein (1987) dan Suwarso *dkk.* (2001b) menyarankan agar menggunakan indeks tanaman sebagai parameter yang mewakili keseimbangan hasil dan mutu tembakau. FA31, FB 12, FB 14, FB15 dan FB 19 merupakan galur-galur yang memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman. Dengan demikian, apabila seleksi ditujukan untuk menghasilkan tanaman baru yang memiliki indeks tanaman tinggi tanpa memperhatikan sifat yang lain maka selayaknya menggunakan galur-galur tersebut sebagai tetua betina dan penguji sebagai tetua jantan. Sasaran akhir yang akan diperoleh dengan memanfaatkan efek daya gabung umum adalah membentuk suatu varietas terdiri dari beberapa galur (*multilines variety*).

Didasarkan atas informasi genetik, terdapat 5 genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman. Selain informasi genetik, dalam penelitian ini juga terdapat empat genotip yakni FA26, FA32, FB43 dan I7346 yang memiliki nilai rata-rata indeks tanaman lebih tinggi dibanding varietas pembanding (Prancak-95) sehingga dapat diarahkan untuk membentuk galur-galur harapan dan diuji pada beberapa lokasi dan musim untuk mengetahui penampilan sifat indeks tanaman. Kadar nikotin yang terdapat pada beberapa galur tetua/kombinasi persilangan yang digunakan dalam penelitian

berkisar antara 1,20 hingga 3,31% (Lampiran 15). Berkaitan dengan kadar nikotin, maka terdapat peluang untuk memperoleh varietas yang memiliki indeks tanaman tinggi dengan kadar nikotin rendah.

4.1.2. Efek Daya Gabung Khusus

Nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, hasil daun basah, hasil rajang, indeks mutu dan indeks tanaman disajikan pada tabel 7-10. Daya gabung khusus untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun tidak nyata sehingga hanya disajikan sebagai data tambahan (tabel 7 dan 8). Nilai rata-rata umur berbunga terendah adalah 59,67 hari sedangkan umur berbunga tertinggi mencapai 67,33 hari. Dari 60 kombinasi persilangan yang dievaluasi, 15 kombinasi persilangan mempunyai rata-rata umur berbunga dibawah tetua lambat berbunga dan diatas tetua cepat berbunga, 4 hibrida sama dengan tetua yang memiliki umur berbunga lebih cepat, 5 kombinasi lebih lambat berbunga dibanding kedua tetua sedangkan 37 kombinasi yang lain mempunyai umur berbunga lebih cepat dibanding kedua tetua. Efek daya gabung khusus umur berbunga berkisar antara -3,11 hingga 3,11. Dari 60 kombinasi persilangan yang ditangani, 30 hibrida mempunyai efek daya gabung khusus positif sedangkan 30 kombinasi yang lain bernilai negatif dan hanya 13 kombinasi bernilai diatas nilai salah balm. Untuk sifat umur berbunga, efek daya gabung khusus negatif lebih diinginkan dibanding nilai positif karena berkaitan dengan umur berbunga yang genjah. FB11/Cangkring merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (-3,11) diikuti FA26/Prancak-95 (-2,56), FA38/Cangkring (-1,94), FA22/ Prancak-95 (-1,89), FA19/Prancak-95 (-1,56), FB14/Prancak-95 (-1,22), FB47/Prancak-95 (-1,22), FA24/ Cangkring (0,07), FB7/Prancak-95 (0,06), FB11/Prancak-95 (0,06), FB50/Prancak-95 (0,06), FA28/ Cangkring (0,06), FA30/Cangkring (0,06), dan FB45/ Cangkring (0,06).

Nilai rata-rata indeks mutu berkisar antara 57,58 hingga 90,91. Dari 60 kombinasi, 12 kombinasi memiliki indeks mutu dibawah kedua tetua, 19 hibrida diatas tetua terendah dan dibawah tetua tertinggi, 3 kombinasi sama dengan tetua terendah, 2 kombinasi sama dengan tetua tertinggi dan 24 hibrida mempunyai indeks mutu diatas tetua tertinggi. Ffek daya gabung khususnya yang terendah sebesar -14,73 sedangkan tertinggi mencapai 14,73. Dari 60 hibrida yang dievaluasi, 30 hibrida memiliki efek daya gabung khusus negatif sedangkan 30 kombinasi yang lain memiliki efek daya gabung khusus positif dan

Tabel 7. Nilai rata-rata dan uji beda efek daya gabung khusus sifat tinggi tanaman dan jumlah daun

Genotip hibrida	T. Tanaman		J. Daun		Genotip hibrida	T. Tanaman		J. Daun	
	Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK		Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK
FA21/Pr.	65.93	0.51	14.67	-0.20	FA21/Ck	64.07	-0.51	15.07	0.20
FA22/Pr.	66.47	3.57	13.40	-0.07	FA22/Ck	58.47	-3.57	13.53	0.07
FA24/Pr.	65.70	3.49	13.73	0.48	FA24/Ck	57.87	-3.49	12.77	-0.48
FA25/Pr.	62.20	-1.79	14.13	1.06*	FA25/Ck	64.93	1.79	12.00	-1.06
FA26/Pr.	70.40	2.07	13.93	0.45	FA26/Ck	65.40	-2.07	13.03	-0.45
FA27/Pr.	67.23	0.86	12.60	0.00	FA27/Ck	64.67	-0.86	12.60	0.00
FA28/Pr.	65.20	-3.16	13.93	-0.49	FA28/Ck	70.67	3.16	14.90	0.49
FA29/Pr.	62.80	-0.51	13.53	-0.24	FA29/Ck	62.97	0.51	14.00	0.24
FA30/Pr.	60.67	-1.19	13.17	-0.12	FA30/Ck	62.20	1.19	13.40	0.12
FA31/Pr.	67.67	1.07	13.40	0.06	FA31/Ck	64.67	-1.07	13.27	-0.06
FA32/Pr.	69.73	-0.78	13.67	0.23	FA32/Ck	70.43	0.78	13.20	-0.23
FA34/Pr.	63.67	0.57	13.00	-0.57	FA34/Ck	61.67	-0.57	14.13	0.57
FA38/Pr.	66.40	-2.16	12.87	-0.30	FA38/Ck	69.87	2.16	13.47	0.30
FA39/Pr.	69.87	1.01	13.00	0.16	FA39/Ck	67.00	-1.01	12.67	-0.16
FA40/Pr.	62.13	-0.59	12.47	-0.50	FA40/Ck	62.47	0.59	13.47	0.50
FB7 / Pr.	64.13	2.67	13.33	0.20	FB7 / Ck	57.93	-2.67	12.93	-0.20
FB10/Pr.	59.47	-0.39	13.20	0.20	FB10/Ck	59.40	0.39	12.80	-0.20
FB11/Pr.	61.23	-3.11	13.53	0.10	FB11/Ck	66.60	3.11	13.33	-0.10
FB12/Pr.	64.47	0.27	12.97	0.01	FB12/Ck	63.07	-0.27	12.93	-0.01
FB13/Pr.	65.20	-0.53	15.07	0.56	FB13/Ck	65.40	0.53	13.93	-0.56
FB14/Pr.	64.47	4.04*	12.93	-0.20	FB14/Ck	55.53	-4.04	13.33	0.20
FB15/Pr.	58.13	-9.46	12.80	-0.97	FB15/Ck	76.20	9.46*	14.73	0.97*
FB16/Pr.	62.00	2.07	13.47	0.13	FB16/Ck	57.00	-2.07	13.20	-0.13
FB18/Pr.	64.75	-3.52	15.20	-0.34	FB18/Ck	70.93	3.52	15.87	0.34
FB19/Pr.	57.00	5.31*	13.27	0.50	FB19/Ck	45.53	-5.31	12.27	-0.50
FB43/Pr.	59.60	-1.26	12.67	-0.47	FB43/Ck	61.27	1.26	13.60	0.47
FB45/Pr.	69.93	2.34	14.33	0.43	FB45/Ck	64.40	-2.34	13.47	-0.43
FB46/Pr.	59.67	1.11	14.47	0.35	FB46/Ck	56.60	-1.11	13.77	-0.35
FB47/Pr.	63.60	0.87	14.00	-0.30	FB47/Ck	61.00	-0.87	14.60	0.30
FB50/Pr.	56.00	-3.36	12.73	-0.17	FB50/Ck	61.87	3.36	13.07	0.17
Salah baku DGK		3.57		0.72			3.57		0.72

Tabel 8. Nilai rata-rata dan uji beda efek daya gabung khusus sifat Luas daun dan Umur berbunga

Genotip hibrida	Luas daun		U. berbunga		Genotip hibrida	Luas daun		U. berbunga	
	Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK		Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK
FA21/Pr.	2.50	0.14	60.00	0.11	FA21/Ck	2.18	-0.14	60.33	-0.11
FA22/Pr.	3.55	0.34	62.67	-1.89*	FA22/Ck	2.83	-0.34	67.00	1.89
FA24/Pr.	2.74	0.05	63.33	1.11	FA24/Ck	2.59	-0.05	61.67	-1.11*
FA25/Pr.	2.92	0.05	64.00	0.28	FA25/Ck	2.77	-0.05	64.00	-0.28
FA26/Pr.	3.25	0.18	61.67	-2.56*	FA26/Ck	2.84	-0.18	67.33	2.56
FA27/Pr.	2.71	-0.13	62.33	-0.56	FA27/Ck	2.93	0.13	64.00	0.56
FA28/Pr.	2.58	-0.22	63.33	0.44	FA28/Ck	2.98	0.22	63.00	-0.44
FA29/Pr.	2.55	-0.10	61.67	-0.39	FA29/Ck	2.70	0.10	63.00	0.39
FA30/Pr.	2.62	0.00	63.33	0.44	FA30/Ck	2.57	0.00	63.00	-0.44
FA31/Pr.	2.64	-0.22	60.33	0.11	FA31/Ck	3.04	0.22	60.67	-0.11
FA32/Pr.	2.66	-0.10	62.33	0.11	FA32/Ck	2.81	0.10	62.67	-0.11
FA34/Pr.	2.53	-0.14	62.33	-0.72*	FA34/Ck	2.77	0.14	64.33	0.72
FA38/Pr.	2.88	0.02	63.00	1.94	FA38/Ck	2.80	-0.02	59.67	-1.94*
FA39/Pr.	2.76	-0.07	62.67	0.44	FA39/Ck	2.85	0.07	62.33	-0.44
FA40/Pr.	2.67	-0.07	62.00	-0.72*	FA40/Ck	2.76	0.07	64.00	0.72
FB7 / Pr.	2.40	0.06	61.00	-0.56	FB7 / Ck	2.24	-0.06	62.67	0.56
FB10/Pr.	2.51	0.02	64.00	-0.56	FB10/Ck	2.43	-0.02	65.67	0.56
FB11/Pr.	2.46	-0.03	66.33	3.11	FB11/Ck	2.48	0.03	60.67	-3.11*
FB12/Pr.	2.63	-0.09	62.33	-0.39	FB12/Ck	2.77	0.09	63.67	0.39
FB13/Pr.	2.47	-0.02	63.67	0.28	FB13/Ck	2.47	0.02	63.67	-0.28
FB14/Pr.	2.93	0.01	62.67	-1.22*	FB14/Ck	2.87	-0.01	65.67	1.22
FB15/Pr.	2.62	-0.16	62.67	0.61	FB15/Ck	2.89	0.16	62.00	-0.61
FB16/Pr.	2.83	0.17	62.33	0.61	FB16/Ck	2.45	-0.17	61.67	-0.61
FB18/Pr.	2.32	-0.03	63.67	0.78	FB18/Ck	2.33	0.03	62.67	-0.78*
FB19/Pr.	2.67	0.17	62.33	-1.56*	FB19/Ck	2.28	-0.17	66.00	1.56
FB43/Pr.	2.47	0.03	60.67	0.78	FB43/Ck	2.36	-0.03	59.67	-0.78*
FB45/Pr.	2.57	0.08	64.00	0.78	FB45/Ck	2.37	-0.08	63.00	-0.78*
FB46/Pr.	2.49	0.16	64.00	0.28	FB46/Ck	2.13	-0.16	64.00	-0.28
FB47/Pr.	2.45	-0.14	62.00	-1.22*	FB47/Ck	2.69	0.14	65.00	1.22
FB50/Pr.	2.64	0.02	67.00	0.11	FB50/Ck	2.55	-0.02	67.33	-0.11
Salah baku DGK		0.19		0.68			0.19		0.68

Tabel 9. Nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus sifat hasil daun basah dan hasil rajangan

<i>Genotip hibrida</i>	Hasil D. Basah H. Rajangan				<i>Genotip hibrida</i>	Hasil D. Basah		H. Rajangan	
	Rata-rata	Efek DGK	Rata rata	Efek DGK		Rata rata	Efek DGK	Rata rata	Efek DGK
FA21/Pr.	83.33	-1.53	0.49	-0.04	FA21/Ck	90.00	1.53	0.61	0.04
FA22/Pr.	91.67	3.47	0.57	0.00	FA22/Ck	88.33	-3.47	0.60	0.00
FA24/Pr.	73.33	3.47	0.41	-0.02	FA24/Ck	70.00	-3.47	0.48	0.02
FA25/Pr.	90.00	4.31	0.63	0.07*	FA25/Ck	85.00	-4.31	0.51	-0.07
FA26/Pr.	91.67	8.47*	0.57	0.10*	FA26/Ck	78.33	-8.47	0.40	-0.10
FA27/Pr.	76.67	-3.19	0.58	0.01	FA27/Ck	86.67	3.19	0.59	-0.01
FA28/Pr.	71.67	-9.86	0.47	-0.06	FA28/Ck	95.00	9.86*	0.61	0.06*
FA29/Pr.	75.00	-0.69	0.46	-0.02	FA29/Ck	80.00	0.69	0.53	0.02
FA30/Pr.	65.00	-5.69	0.41	-0.06	FA30/Ck	80.00	5.69	0.54	0.06*
FA31/Pr.	86.67	-2.36	0.53	-0.05	FA31/Ck	95.00	2.36	0.66	0.05
FA32/Pr.	80.00	0.14	0.44	-0.05	FA32/Ck	83.33	-0.14	0.57	0.05
FA34/Pr.	86.67	3.47	0.54	0.02	FA34/Ck	83.33	-3.47	0.52	-0.02
FA38/Pr.	85.00	4.31	0.49	0.01	FA38/Ck	80.00	-4.31	0.49	-0.01
FA39/Pr.	58.33	-4.03	0.41	-0.03	FA39/Ck	70.00	4.03	0.49	0.03
FA40/Pr.	63.33	5.14	0.44	0.02	FA40/Ck	56.67	-5.14	0.42	-0.02
FB7 / Pr.	80.00	10.97	0.49	0.06*	FB7 / Ck	61.67	-10.97	0.39	-0.06
FB10/Pr.	66.67	-13.19	0.46	-0.03	FB10/Ck	96.67	13.19*	0.54	0.03
FB 11/Pr.	83.33	5.97	0.59	0.06*	FB11/Ck	75.00	-5.97	0.51	-0.06
FB12/Pr.	91.67	2.64	0.64	0.00	FB12/Ck	90.00	-2.64	0.67	0.00
FB13/Pr.	48.33	-9.03	0.35	-0.05	FB13/Ck	70.00	9.03*	0.48	0.05
FB14/Pr.	85.00	0.14	0.59	0.02	FB14/Ck	88.33	-0.14	0.57	-0.02
FB15/Pr.	78.33	-5.69	0.57	0.00	FB15/Ck	93.33	5.69	0.59	0.00
FB16/Pr.	71.67	-1.53	0.47	-0.02	FB16/Ck	78.33	1.53	0.53	0.02
FB18/Pr.	65.00	-3.19	0.43	-0.02	FB18/Ck	75.00	3.19	0.49	0.02
FB19/Pr.	88.33	1.81	0.65	0.02	FB19/Ck	88.33	-1.81	0.64	-0.02
FB43/Pr.	76.67	-1.53	0.52	0.03	FB43/Ck	83.33	1.53	0.48	-0.03
FB45/Pr.	65.00	-7.36	0.43	-0.06	FB45/Ck	83.33	7.36*	0.57	0.06*
FB46/Pr.	75.00	5.97	0.50	0.02	FB46/Ck	66.67	-5.97	0.48	-0.02
FB47/Pr.	80.00	6.81*	0.49	0.01	FB47/Ck	70.00	-6.81	0.50	-0.01
FB50/Pr.	71.67	1.81	0.51	0.06*	FB50/Ck	71.67	-1.81	0.42	-0.06
Salah Baku DGK		6.41		0.05			6.4		0.05

Tabel 10. Nilai rata-rata dan uji beda efek daya gabung khusus sifat indeks mutu dan indeks tanaman

Genotip hibrida	Indeks mutu		I. Tanaman		Genotip hibrida	Indeks Mutu		I. Tanaman	
	Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK		Rata-rata	Efek DGK	Rata-rata	Efek DGK
FA21/Pr.	78.79	6.81*	39.76	0.89	FA21/Ck	66.00	-6.81	40.33	-0.89
FA22/Pr.	71.60	5.91	41.00	3.38	FA22/Ck	60.61	-5.91	36.59	-3.38
FA24/Pr.	90.91	3.45	37.41	-0.50	FA24/Ck	84.85	-3.45	40.78	0.50
FA25/Pr.	62.51	-7.72	39.84	0.95	FA25/Ck	78.79	7.72*	40.31	-0.95
FA26/Pr.	72.73	-7.16	42.00	4.47*	FA26/Ck	87.88	7.16*	35.42	-4.47
FA27/Pr.	57.58	-10.19	33.24	-5.59	FA27/Ck	78.79	10.19*	46.76	5.59*
FA28/Pr.	81.82	9.51*	38.23	0.74	FA28/Ck	63.64	-9.51	39.11	-0.74
FA29/Pr.	84.85	6.48*	38.58	1.23	FA29/Ck	72.73	-6.48	38.48	-1.23
FA30/Pr.	90.91	11.02*	36.49	0.55	FA30/Ck	69.70	-11.02	37.74	-0.55
FA31/Pr.	90.91	7.99*	48.84	0.60	FA31/Ck	75.76	-7.99	49.99	-0.60
FA32/Pr.	87.88	12.54*	38.77	2.54	FA32/Ck	63.64	-12.54	36.05	-2.54
FA34/Pr.	75.76	3.45	41.25	3.41	FA34/Ck	69.70	-3.45	36.78	-3.41
FA38/Pr.	75.76	-4.13	37.05	-0.99	FA38/Ck	84.85	4.13	41.38	0.99
FA39/Pr.	90.91	6.90*	36.57	0.20	FA39/Ck	77.93	-6.90	38.52	-0.20
FA40/Pr.	66.67	-5.64	29.02	-0.64	FA40/Ck	78.79	5.64	32.64	0.64
FB7 / Pr.	72.73	-1.10	35.33	3.87	FB7 / Ck	75.76	1.10	29.94	-3.87
FB10/Pr.	57.58	-14.73	26.47	-9.19	FB10/Ck	87.88	14.73*	47.20	9.19*
FB11/Pr.	66.33	0.25	40.78	4.58*	FB11/Ck	66.67	-0.25	33.97	-4.58
FB12/Pr.	63.30	-2.78	40.35	-1.73	FB12/Ck	69.70	2.78	46.16	1.73
FB13/Pr.	66.67	-7.16	23.02	-7.21	FB13/Ck	81.82	7.16*	39.81	7.21*
FB14/Pr.	81.82	-1.10	48.79	0.92	FB14/Ck	84.85	1.10	49.30	-0.92
FB15/Pr.	81.82	1.93	45.84	0.55	FB15/Ck	78.79	-1.93	47.09	-0.55
FB16/Pr.	81.82	3.61	38.61	0.55	FB16/Ck	75.42	-3.61	39.86	-0.55
FB18/Pr.	84.85	7.99*	36.02	2.15	FB18/Ck	69.70	-7.99	34.07	-2.15
FB19/Pr.	69.70	-0.93	45.38	0.80	FB19/Ck	72.39	0.93	46.13	-0.80
FB43/Pr.	78.79	-2.61	40.94	1.50	FB43/Ck	84.85	2.61	40.29	-1.50
FB45/Pr.	60.61	-2.61	26.18	-4.74	FB45/Ck	66.67	2.61	38.01	4.74*
FB46/Pr.	75.76	1.93	37.81	2.74	FB46/Ck	72.73	-1.93	34.69	-2.74
FB47/Pr.	60.61	-11.70	29.61	-5.40	FB47/Ck	84.85	11.70*	42.77	5.40*
FB50/Pr.	69.70	-10.19	34.84	-0.65	FB50/Ck	90.91	10.19*	38.50	0.65
Salah baku DGK	6.39		4.40			6.39		4.40	

hanya 15 kombinasi yang bernilai diatas salah bakunya. FB 10/Cangkring merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (14,73) diikuti FA32/Prancak-95 (12,54), FB47/Cangkring (11,70), FA30/Prancak-95 (11,02), FA27/Cangkring (10,19), FB50/Cangkring (10,19), FA28/Prancak (9,51), FA31/Prancak-95 (7,99), FB18/Prancak-95 (7,99), FA25/Cangkring (7,72), FA26/ Cangkring (7,16), FB13/Cangkring (7,16), FA39/Prancak-95 (6,90), FA21/ Prancak-95 (6,81) dan FA29/Prancak-95 (6,48).

Nilai rata-rata indeks tanaman berkisar antara 23,02 sampai 49,99. Dari 60 kombinasi, 17 hibrida mempunyai rata-rata indeks tanaman dibawah kedua tetua, 23 kombinasi dibawah tetua tertinggi dan diatas tetua terendah sedangkan 20 kombinasi yang lain mempunyai indeks tanaman yang lebih tinggi dari tetua tertinggi. Efek daya gabung khususnya berkisar antara -9,19 hingga 9,19. Dari 60 hibrida yang dievaluasi, 30 kombinasi bernilai negatif sedangkan 30 kombinasi yang lain bernilai positif dan hanya 7 hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus diatas nilai salah baku. FB10/Cangkring merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (9,19) diikuti FB13/ Cangkring (7,21), FA27/Cangkring (5,59), FB47/Cangkring (5,40), FB45/ Cangkring (4,74), FB 11/Prancak-95 (4,58), dan FA26/Prancak-95 (4,47).

Menurut Falconer dan Macay (1996), efek daya gabung khusus ditujukan untuk melihat apakah suatu kombinasi persilangan berpenampilan lebih baik atau lebih buruk dibanding penampilan rata-rata tetua. Apabila penampilan kombinasi persilangan lebih baik dibanding penampilan rata-rata tetua, maka efek daya gabung khususnya bernilai positif sedangkan bila kombinasi persilangan berpenampilan lebih jelek dibanding rata-rata tetua maka efek daya gabung khususnya akan bernilai negatif Hal ini dapat dilihat pada kombinasi persilangan untuk hasil rajangan, dimana FA26/Prancak-95 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 0,57 ton/ha dan dihasilkan dari rata-rata tetua sebesar 0,56 ton/ha. Demikian pula, untuk sifat indeks tanaman dimana FB10/Cangkring merupakan hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus tinggi dengan nilai rata-rata 47,20 yang dihasilkan dan rata-rata tetua sebesar 32,77.

Efek daya gabung khusus tinggi yang terdapat pada suatu kombinasi persilangan merupakan hasil gen-gen sesuai yang disumbangkan dan tetuatetuanya. McPherson *et al.* (1995) melaporkan bahwa efek daya gabung khusus tinggi pada suatu kombinasi persilangan

umumnya melibatkan tetua dengan efek daya gabung umum tinggi x tinggi atau tinggi x rendah atau sedang x rendah. Dan 7 kombinasi yang memiliki efek daya gabung khusus tinggi untuk sifat indeks tanaman (tabel 10), semuanya melibatkan tetua dengan efek daya gabung umum baik kecuali kombinasi FA26/Prancak-95 dan FB11/Prancak-95 yang melibatkan efek daya gabung umum tetua rendah x rendah. Efek daya gabung khusus tinggi yang melibatkan tetua dengan efek daya gabung rendah x rendah juga ditemukan oleh Coyle dan Smith (1997) pada beberapa kombinasi persilangan tanaman kapas.

Bila efek daya gabung khusus dikaitkan dengan nilai rata-rata, terlihat bahwa efek daya gabung khusus tertinggi pada suatu kombinasi persilangan tidak diikuti oleh nilai rata-rata tertinggi sehingga nilai rata-rata tidak dapat dikaitkan dengan efek daya gabung khusus tertinggi pada suatu hibrida. Kondisi demikian dapat dilihat pada kombinasi FB10/Cangkring yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi tetapi memiliki nilai rata-rata indeks tanaman pada urutan kedua tertinggi. Walaupun demikian, dalam memanfaatkan efek daya gabung khusus yang terdapat pada suatu kombinasi, pemilihan hendaknya diarahkan pada kombinasi yang memiliki efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi. Oleh karena itu, apabila perbaikan sifat ditujukan untuk menghasilkan tanaman barn yang memiliki indeks tanaman tinggi tanpa memperhatikan sifat yang lain, maka selayaknya menggunakan FB10/Cangkring dan FA27/Cangkring karena hibrida-hibrida ini memiliki efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi.

Pendugaan daya gabung umum untuk penguji menunjukkan bahwa hanya sifat umur berbunga yang nyata. Namun berdasarkan efek daya gabung umumnya, terdapat tiga sifat yaitu umur berbunga, hasil daun basah dan indeks tanaman berbeda nyata. Berarti, bila kedua penguji disilangkan dengan galur-galur yang dievaluasi, maka akan dihasilkan nilai rata-rata seluruh kombinasi yang berbeda diantara kedua penguji. Untuk sifat umur berbunga, bila penguji Prancak-95 disilangkan dengan sejumlah galur yang dievaluasi, maka akan dihasilkan kombinasi dengan umur berbunga lebih awal dibanding penguji Cangkring (tabel 8). Sedangkan untuk sifat hasil daun basah dan indeks tanaman, nilai rata-rata seluruh hibrida yang dihasilkan dan persilangan antara galur-galur dengan penguji Cangkring akan lebih baik dibandingkan dengan penguji Prancak-95 (tabel 9 dan 10). Hal ini berarti bahwa Cangkring merupakan penguji yang lebih baik bila

disilangkan dengan galur-galur untuk menghasilkan hibrida dengan sifat hasil daun basah dan indeks tanaman tinggi. Menurut Dahlan *dkk.* (1997), bila suatu penguji disilangkan dengan galur-galur maka akan dapat dilihat beberapa galur yang memiliki frekuensi gen-gen berguna lebih banyak atau lebih sedikit. FA40 merupakan galur yang memiliki frekuensi gen-gen berguna sangat rendah dibanding galur-galur yang lain karena rata-rata hibridanya relatif lebih rendah dibanding penguji yang memiliki rata-rata indeks tanaman rendah bila disilangkan dengan penguji-penguji (tabel 10). Selain itu, FA31, FB 14, FB 15 dan FB 19 merupakan galur-galur yang memiliki frekuensi gen-gen berguna yang tinggi dibanding galur yang lain.

4.2. Pendugaan Daya Gabung Dengan Persilangan Dialel

Percobaan ini merupakan lanjutan kegiatan tahap pertama, dimana materi yang digunakan terdiri dari 9 genotip tetua (5 galur mempunyai daya gabung umum tinggi dan dua galur mempunyai daya gabung khusus tinggi serta dua penguji yang dievaluasi pada percobaan tahap I), dan 36 F1 tanpa resiprokal. Sebanyak 45 Genotip dievaluasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan sehingga diperoleh 135 petak percobaan. Hasil analisis ragam Rancangan Acak Kelompok untuk persilangan dialel disajikan pada tabel Lampiran 10.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa komponen perlakuan genotip berpengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati. Hal ini memberi petunjuk bahwa terdapat keragaman yang cukup besar pada genotip-genotip yang ditangani. Tang, Jenkins, McCarty dan Watson (1993) dan Rooney, Skinner dan Fritz (1997), menekankan bahwa analisis daya gabung perlu dikerjakan apabila genotip menunjukkan perbedaan yang nyata.

Analisis ragam daya gabung dengan menggunakan metode II model I dari Griffing untuk beberapa sifat tanaman tembakau yang diamati menunjukkan bahwa daya gabung umum dan daya gabung khusus berpengaruh nyata. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini mempunyai kesamaan dan perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan terdahulu. Hasil penelitian Gudoy *et al.* (1987) yang menggunakan persilangan dialel lengkap pada 5 tetua tembakau Burley menunjukkan bahwa daya gabung umum berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat yang diamati kecuali hasil krosok dan umur berbunga tidak nyata. Sedangkan daya gabung khusus untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, umur berbunga dan hasil krosok

berpengaruh nyata. Menurut Kang *et al.* (1999), dalam analisis persilangan dialel perbedaan yang nyata pada daya gabung umum menunjukkan adanya kemampuan yang berbeda dan setiap genotip untuk berkombinasi dengan genotip yang lain dalam menghasilkan suatu keturunan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka pendugaan efek daya gabung umum setiap genotip terhadap sifat-sifat yang diamati dapat dilakukan.

4.2.1. Efek Daya Gabung Umum

Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum setiap genotip pada beberapa sifat tanaman tembakau yang diamati disajikan pada tabel 11. Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata tinggi tanaman berkisar antara 59.27 hingga 77.27 cm. Efek daya gabung umumnya berkisar antara -4.74 sampai 4.59. Dari 9 genotip yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat 5 genotip yang mempunyai efek daya gabung umum negatif sedangkan 4 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif dan semuanya memiliki efek daya gabung umum di atas nilai salah bakunya. FB12 merupakan genotip yang memiliki efek daya gabung umum tertinggi (4,59), diikuti FB10 (3,98), FA31 (2,89) dan FA27 (0,48).

Nilai rata-rata untuk sifat jumlah daun berkisar antara 14,00 sampai 24,50 lembar. Efek daya gabung umum terkecil adalah -1,91 sedangkan efek yang terbesar mencapai 1,61. Dari 9 genotip yang dievaluasi, 4 genotip mempunyai efek daya gabung umum bernilai negatif sedangkan 5 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif dan hanya 4 genotip yang bernilai di atas nilai salah bakunya. FB 12 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (1,61) diikuti FB10 (1,15), Cangkring (0,95) dan FB14 (0,38).

Nilai rata-rata luas daun tembakau berkisar antara 1.74 hingga 2.95 dm². Efek daya gabung umum terkecil adalah -0.29 sedangkan terbesar mencapai 0,27. Dari 9 genotip yang dievaluasi, 5 genotip mempunyai efek daya gabung umum dibanding nilai positif. Efek daya gabung umum negatif menunjukkan bahwa setiap genotip yang disilangkan dengan genotip yang lain akan mempunyai umur berbunga lebih awal. Hal ini dikaitkan dengan kondisi iklim di Madura dimana penanaman tembakau dilakukan pada musim kering yang pada umumnya ditanam di lahan tadah hujan. Faktor pembatas lahan tadah hujan adalah air, sehingga tanaman yang lebih cepat berbunga cenderung dipanen lebih cepat. Dari 9 genotip yang ditangani, 3 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif sedangkan 6

Table 11. Nilai rata-rata dan efek daya gabung umum beberapa sifat tanaman tembakau

Genotip	Efek daya gabung umum (DGU) untuk sifat-sifat yang diamati							
	TT	JD	LSD	UB	HDB	HR	IM	IT
Pranc.	-3.03 (69.30)	-1.91 (15.50)	0.22* (2.77)	-0.11 (65.63)	5.19* (98.33)	0.04* (0.62)	1.33* (80.62)	4.07* (50.05)
Cangk.	-4.74 (61.27)	0.95* (14.00)	0.27* (2.95)	0.29 (66.40)	5.79* (96.67)	0.07* (0.60)	-2.24 (70.18)	4.02* (42.83)
FA27	0.48* (77.27)	-0.08 (15.40)	0.14* (2.62)	-0.10 (63.60)	-1.78 (86.67)	-0.02 (0.48)	2.47* (85.30)	0.09 (41.01)
FA31	2.89* (77.23)	-1.69 (15.20)	0.18* (2.66)	-0.16* (66.57)	3.06* (91.67)	0.01 (0.53)	0.59 (80.77)	1.29* (43.20)
FB10	3.98* (77.07)	1.15* (24.50)	-0.26 (1.74)	-0.80* (63.83)	-7.39 (70.00)	-0.05 (0.40)	2.42* (82.76)	-2.62 (33.24)
FB12	4.59* (70.63)	1.61* (15.83)	-0.09 (1.87)	-0.23* (65.77)	-5.27 (73.33)	-0.05 (0.44)	0.70 (77.80)	-3.55 (33.83)
FB14	-1.74 (59.27)	0.38* (15.83)	-0.04 (2.36)	-0.18* (66.50)	2.31* (91.67)	0.02* (0.57)	0.39 (74.91)	1.37* (42.54)
FB15	-0.52 (68.43)	-0.14 (18.43)	-0.14 (2.19)	0.95 (66.37)	0.03 (86.67)	-0.01 (0.51)	-2.99 (77.71)	-2.35 (39.31)
FB19	-1.91 (61.27)	0.00 (18.00)	-0.03 (1.77)	0.34 (67.50)	-1.94 (88.33)	-0.01 (0.52)	-2.68 (63.86)	-2.31 (32.95)
S. Baku	0.31	0.25	0.03	0.11	1.60	0.01	1.25	1.25

Keterangan: Pranc. = Pracak-95; Cangk = Cangkring; * = daya gabung umum tinggi; TT = Tinggi tanaman; JD = Jumlah daun; LSD = Luas daun; UB = Umur berbunga; HDB = Hasil daun basah; HR = Hasil Rajang-an; IM = Indeks mutu; IT = Indeks tanaman; S. baku = Salah baku

genotip mempunyai efek daya gabung umum negatif dan hanya empat genotip yang mempunyai nilai di atas salah bakunya. FB 10 merupakan genotip yang memiliki efek daya gabung umum tertinggi (-0.80), FB12 (-0.23), FB14 (-0.18) dan FA31 (-0.16).

Nilai rata-rata hasil daun basah per tanaman berkisar antara 70,00 hingga 98,33 gram. Efek daya gabung umumnya yang terendah adalah -7,39 sedangkan tertinggi sebesar 5,79. Dari 9 genotip yang dievaluasi, 4 genotip mempunyai efek daya gabung umum negatif sedangkan 5 genotip bernilai positif dan hanya 4 kombinasi bernilai di atas salah bakunya. Cangkring merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (5,79) diikuti Pracak-95 (5,19), FA31 (3,06) dan FB14 (2,31).

Nilai rata-rata hasil rajangan terendah adalah 0,40 ton/ha dan terbesar mencapai 0,62 ton/ha. Efek daya gabung umumnya berkisar antara -0,05 hingga 0,07. Dad 9 genotip yang dievaluasi, 5 genotip mempunyai efek daya gabung umum negatif sedangkan 4 genotip mempunyai efek daya gabung umum positif dan hanya 3 genotip bernilai diatas nilai salah bakunya. Cangkring merupakan genotip yang memiliki efek daya gabung umum tertinggi (0,06) diikuti Prancak95 (0,04) dan FB14 (0,02).

Nilai rata-rata indeks mutu terendah adalah 63,86 sedangkan tertinggi mencapai 85,30. Efek daya gabung umumnya berkisar antara -2,99 sampai 2,47. Dari 9 genotip yang ditangani, 3 genotip mempunyai efek daya gabung umum negatif sedangkan 6 genotip bernilai positif dan hanya 3 genotip yang mempunyai nilai diatas nilai salah bakunya. FA27 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (2,47) diikuti FB10 (2,42) dan Prancak-95 (1,33).

Nilai rata-rata indeks tanaman dalam penelitian ini berkisar antara 32,95 hingga 50,05. Efek daya gabungnya berkisar antara — 3,55 sampai 4,07. Dari 9 genotip yang digunakan, 4 genotip mempunyai efek daya gabung umum negatif sedangkan 5 genotip yang lain mempunyai efek daya gabung umum positif dan hanya 4 genotip yang mempunyai nilai diatas salah bakunya. Prancak-95 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tertinggi (4,07) diikuti Cangkring (4,02), FB14 (1,37) dan FA31 (1,29).

Dalam mengevaluasi genotip yang akan dijadikan tetua dengan memanfaatkan efek daya gabung umum, secara ideal genotip yang dimaksud harus menunjukkan efek daya gabung umum tinggi pada semua sifat yang diamati. Namun demikian, sangat jarang ditemukan dalam suatu penelitian bahwa genotip yang akan dipilih menjadi tetua dalam suatu persilangan mempunyai efek daya gabung umum tinggi pada semua sifat yang diamati.

Dalam penelitian ini, Prancak-95 merupakan genotip yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi hanya 4 dari 8 sifat yang diamati. Cangkring memiliki efek daya gabung umum tinggi hanya untuk 5 sifat. FA27 hanya mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk 3 sifat. FA31 mempunyai efek daya gabung umum tinggi hanya pada 5 sifat. FB 10 memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk 4 sifat. FB 12 mempunyai efek daya gabung umum tinggi hanya untuk 3 sifat. FB14 memiliki efek daya gabung umum tinggi hanya pada 5 sifat. Sedangkan FB 15 dan FB 19 merupakan

genotip-genotip yang tidak memiliki efek daya gabung umum baik untuk semua sifat yang diamati. Berdasarkan hasil penelitian ini, tidak satupun genotip yang menunjukkan efek daya gabung umum tinggi untuk semua sifat yang diamati. Dalam kondisi demikian, pemilihan genotip hendaknya diarahkan pada sifat yang sangat penting seperti indeks tanaman.

Menurut Baker (1978), genotip yang menunjukkan efek daya gabung umum tinggi merupakan kandidat terbaik yang dapat digunakan sebagai tetua dalam suatu program persilangan. Berdasarkan sifat indeks tanaman, maka selanjutnya menggunakan genotip Cangkring, Prancak-95, FA31 dan FB14 sebagai tetua betina dan penguji sebagai tetua jantan apabila seleksi ditujukan untuk menghasilkan tanaman baru yang memiliki indeks tanaman tinggi karena genotip-genotip ini memiliki efek daya gabung umum tinggi.

Efek daya gabung umum yang disajikan pada tabel 11 juga menunjukkan bahwa komponen hasil berhubungan dengan hasil rajangan. Prancak-95 dan Cangkring merupakan genotip-genotip yang menunjukkan hubungan antara luas daun dan hasil daun basah terhadap hasil rajangan didasarkan atas efek daya gabung umumnya, walaupun terdapat perkecualian pada genotip yang lain. Selain itu, juga diperlihatkan bahwa umur berbunga memiliki hubungan terbalik dengan hasil (FA31 dan FB14). Hubungan terbalik efek daya gabung umum antara umur berbunga dengan hasil juga ditemukan oleh Suwarso (1982) dan Chaplin (1962).

Bila dibanding hasil percobaan yang diperoleh pada tahap pertama (silang puncak) dengan percobaan tahap kedua (persilangan dialel) berdasarkan efek daya gabung umum suatu genotip, maka akan terlihat perbedaan diantara kedua percobaan tersebut. Efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman yang dihasilkan pada percobaan tahap pertama ada 5 galur. Selain itu, Cangkring merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum tinggi dibanding Prancak-95. Dalam evaluasi persilangan dialel (tahap kedua), hanya terdapat 2 galur yang menunjukkan efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman dari 5 galur terpilih pada percobaan tahap pertama. Kondisi demikian dapat terjadi karena pada percobaan tahap pertama evaluasi genotip dilakukan berdasarkan prosedur silang puncak. Berdasarkan ini, semua galur yang dijadikan tetua betina hanya disilangkan dengan penguji sebagai tetua jantan (Dahlan dan Slamet, 1992; Hallauer dan Miranda,

1984). Dengan demikian, kemampuan dari galur yang dinilai berdasarkan efek daya gabung umum hanya bergantung pada penguji yang digunakan. Hal ini mengakibatkan kemampuan setiap galur untuk berkombinasi dengan genotip yang lain tidak dapat dinilai. Sedangkan pada evaluasi berdasarkan persilangan dialel, setiap genotip disilangkan dengan genotip yang lain sehingga akan diketahui kemampuan setiap genotip untuk berkombinasi dengan genotip yang lain untuk menghasilkan keturunan yang dinilai berdasarkan efek daya gabungnya (Christie dan Shattuck, 1992). Oleh karena itu, dalam percobaan tahap kedua dapat dilihat bahwa tidak semua genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi pada tahap pertama akan menunjukkan daya gabung umum tinggi pada percobaan tahap kedua. Berdasarkan hasil percobaan persilangan dialel terdapat dua galur yaitu FA31 dan FB14 memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman. Galur-galur yang menunjukkan efek daya gabung umum tinggi baik pada evaluasi silang puncak maupun persilangan dialel merupakan galur/genotip superior seperti yang dikemukakan oleh Knight (1979).

Berkaitan dengan penguji, Cangkring dan Pracak-95 dalam persilangan dialel memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman sedangkan dalam evaluasi silang puncak hanya penguji Cangkring yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi. Kondisi demikian dapat terjadi karena dalam analisis galur x penguji, perhitungan efek daya gabung umum antara galur dengan penguji dilakukan secara terpisah. Selain itu, terdapat suatu asumsi bahwa $E_{\text{penguji}} = 0$, karena penguji yang digunakan hanya dua maka hasil yang akan diperoleh bernilai sama tetapi satu bertanda positif sedangkan yang lain akan bertanda negatif. Dalam analisis persilangan dialel, penguji merupakan pasangan galur itu sendiri sehingga perhitungannya tidak membedakan antara galur dan penguji tetapi dilakukan sekaligus. Dengan demikian, kemampuan setiap genotip untuk berkombinasi dengan genotip yang lain akan berbeda karena sistem perkawinan yang digunakan juga berbeda.

4.2.2. Efek Daya Gabung Khusus dan Efek heterosis

Efek daya gabung khusus, heterosis dan nilai rata-rata setiap kombinasi persilangan untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, hasil daun basah, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman disajikan pada tabel 12-15. Tabel tersebut menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman berkisar antara 60.47

Tabel 12. Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat tinggi tanaman dan jumlah daun

Kombinasi/ Hibrida	Tinggi tanaman			Jumlah daun		
	DGK	Heterosis	Rataan	DGK	Heterosi	Rataan
Ck/Pr.	-4.94	-11.83	61.10	-2.11	-9.03	14.10
FA27/Pr.	-3.66	12.51	67.60	-0.85	-7.53	14.33
FA31/Pr.	0.10	-4.49	73.77	0.20	-11.18	13.77
f1310/Pr.	-0.75	-3.98	74.00	-0.55	-35.24	15.87
FB12/Pr.	5.70*	14.77	81.07	-0.56	2.95	16.30
FB14/Pr.	-0.10	-0.53	68.93	-1.04	-6.01	14.60
FB15/Pr.	5.68*	9.57	75.93	0.19	-18.44	15.03
FB19/Pr.	-5.14	-8.03	63.73	0.41	-12.96	15.67
FA27/Ck	5.56*	-2.80	75.10	-3.31	-4.33	14.73
FA31/Ck	4.48*	-1.04	76.43	-2.00	-5.04	14.43
FB10/Ck	4.66*	0.82	77.70	-3.61	-36.05	15.67
FB12/Ck	5.58*	12.18	79.23	12.41*	-6.95	14.73
FB14/Ck	-2.26	6.20	65.07	12.93*	-4.51	14.83
FB15/Ck	-0.28	-0.24	68.27	-2.24	-16.09	15.47
FB19/Ck	-6.69	-1.31	60.47	-1.92	-10.00	16.20
FA31/FA27	-13.77	-17.95	63.40	-0.80	-5.19	14.60
FB10/FA27	-4.82	-4.96	73.43	-1.51	-31.70	16.73
FB12/FA27	8.33*	12.86	87.20	13.07*	-5.05	15.03
FB14/FA27	4.89*	-1.73	75.93	-0.60	1.93	15.83
FB15/FA27	-9.86	-17.30	63.90	-2.18	-21.34	14.50
FBI9/FA27	8.32*	4.44	80.70	-0.59	-10.37	16.13
FB10/FA31	-0.93	3.24	79.73	-0.50	-31.22	16.85
FB12/FA31	1.08*	6.65	82.37	-1.95	-4.42	15.13
FB14/FA31	0.98*	-1.68	75.93	-0.02	1.93	15.83
FB15/FA31	7.33*	8.11	83.50	1.30*	-11.21	16.37
FB19/FA31	5.41*	3.84	80.20	0.95*	-8.70	16.43
FB12/FB10	0.20	7.14	82.57	-4.26	-36.05	15.67
FB14/FB10	3.46*	3.16	79.50	-2.20	-32.65	16.50
FB15/FB10	0.91*	1.43	78.17	2.99*	-14.69	20.90
FB19/FB10	6.66*	7.09	82.53	-0.39	-26.80	17.93
FB14/FB12	3.61*	13.64	80.27	-4.39	-6.74	14.77
FB15/FB12	0.03	10.29	77.90	-3.46	-19.17	14.90
FB19/FB12	0.18	8.54	76.67	-1.75	-5.37	17.03
FB15/FB14	3.83*	10.13	75.37	-1.17	-13.38	15.97
FB19/FB14	7.68*	21.00	74.13	1.28*	4.63	18.83
FB19/FB15	1.02*	5.80	72.40	0.38	-7.05	17.13

Tabel 13. Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat luas daun, dan umur berbunga

Kombinasi/ Hibrida	Luas daun			Umur berbunga		
	DGK	Heterosis	Rataa	DGK	Heterosis	Rataan
Ck/Pr.	0.02	-1.24	3.04	-0.29	-3.05	63.63
FA27/Pr.	-0.19	-12.21	2.70	1.16	4.04	66.17
FA31/Pr.	0.32*	2.67	3.25	-1.32*	-0.81	65.10
FB10/Pr.	-0.08	-21.70	2.41	-0.71*	-6.86	65.07
FB12/Pr.	-0.09	-16.50	2.57	0.20	-0.37	63.60
FB14/Pr.	-0.04	-13.27	2.67	-0.39*	0.96	66.27
FB15/Pr.	0.06	-13.14	2.67	0.21	-2.08	64.27
FB19/Pr.	-0.22	-27.10	2.24	-0.42*	-0.91	65.03
FA27/Ck	-0.06	-2.41	2.88	-0.80*	1.57	64.60
FA31/Ck	0.26*	9.80	3.24	0.69	1.78	64.97
FB 10/Ck	0.13*	-9.92	2.66	0.26	-0.55	66.03
FB12/Ck	-0.29	-18.09	2.42	-1.00*	-1.51	65.40
FB14/Ck	0.15*	-1.61	2.90	0.08	-2.28	64.27
FB15/Ck	0.05	-8.44	2.70	-0.65*	-0.85	65.80
FB19/Ck	-0.04	-16.66	2.46	0.49	-0.10	66.33
FA31/FA27	-0.18	0.24	2.67	1.78	4.93	66.73
FB10/FA27	-0.08	-11.11	2.33	0.38	1.73	64.70
FB12/FA27	0.79*	28.41	3.36	-1.05*	5.50	67.10
FB14/FA27	-0.33	-12.59	2.27	1.00	0.73	64.07
FB15/FA27	0.09*	-0.30	2.61	1.03	0.37	63.83
FB19/FA27	0.35*	3.92	2.89	-0.69*	4.35	66.37
FB 10/FA31	0.35*	5.06	2.63	-1.76*	-0.80	66.03
FB12/FA31	0.02	-0.97	2.63	-1.06*	-3.04	63.77
FB14/FA31	-0.39	-14.55	2.27	-0.81*	-3.66	64.07
FB15/FA31	-0.16	-9.55	2.41	-1.48*	-2.76	64.53
FB19/FA31	0.23*	-0.36	2.65	0.63	-4.60	60.90
FB12/FB10	0.05	19.15	2.22	2.75	-2.72	62.10
FB14/FB10	0.16*	0.67	2.38	-2.13*	4.86	66.93
FB15/FB10	-0.36	-19.64	1.76	1.83	5.27	67.20
FB19/1B10	0.36*	31.50	2.33	-1.06*	-0.21	63.70
FB14/FB12	0.64*	28.20	3.03	-1.13*	0.15	65.87
FB15/FB12	0.11*	9.83	2.40	-0.07	-3.19	63.67
FB19/FB12	-0.28	-0.13	1.86	-0.69*	-1.72	64.63
FB1541314	0.18*	6.45	2.56	1.08	1.05	67.07
FB19/FB14	-0.22	-16.58	1.97	-1.01*	-3.21	64.37
FB19/FB15	0.16*	3.02	2.25	-0.45*	-0.45	66.07

Tabel 14. Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk hasil daun basah per tanaman, dan hasil rajangn

Kombinasi/ Hibrida	Hasil daun basah			Hasil rajangan		
	DGK	Heterosis	Rataan	DGK	Heterosis	Rataan
Ck/Pr.	3.73	8.47	106.67	0.03	10.38	0.69
FA27/Pr.	-7.03	-10.17	88.33	-0.05	-14.86	0.53
FA31/Pr.	-1.88	0.00	98.33	0.03	1.44	0.63
FB10/Pr.	5.24*	-3.39	95.00	0.00	-11.91	0.55
FB12/Pr.	-0.21	-6.78	91.67	-0.02	-15.70	0.52
FB14/Pr.	2.21	3.39	101.67	0.01	0.67	0.63
FB15/Pr.	1.15	0.00	98.33	0.02	-3.24	0.60
FB19/Pr.	4.79*	1.69	100.00	0.02	-2.02	0.61
FA27/Ck	-0.97	-1.72	95.00	0.03	2.47	0.64
FA31/Ck	5.85*	10.34	106.67	0.03	5.85	0.66
FB 1 0/Ck	6.30*	-3.45	93.33	0.10*	7.53	0.67
FB12/Ck	-12.48	-17.24	80.00	-0.09	-22.61	0.48
FB14/Ck	8.27*	12.07	108.33	0.07*	13.41	0.71
FB15/Ck	0.55	1.72	98.33	-0.02	-6.13	0.58
FB19/Ck	2.52	1.72	98.33	0.02	0.36	0.62
FA31/FA27	3.42	5.45	96.67	0.02	-8.42	0.57
FB 10/FA27	-1.12	-5.77	81.67	0.00	-20.82	0.49
FB12/FA27	15.09*	15.38	100.00	0.12*	-2.08	0.61
FB14/FA27	-7.48	-7.27	85.00	-0.07	-21.64	0.49
FB15/FA27	4.79*	9.62	95.00	0.03	-10.49	0.56
FB19/FA27	-3.24	-3.77	85.00	-0.01	-16.74	0.52
FB10/FA31	4.03	0.00	91.67	-0.01	-17.93	0.51
FB12/FA31	13.58*	12.73	103.33	0.03	-12.15	0.55
FB14/FA31	-12.33	-7.27	85.00	-0.03	-12.07	0.55
FB15/FA31	-5.06	-1.82	90.00	0.00	-11.07	0.55
FB19/FA31	5.24*	7.27	98.33	0.02	-8.41	0.57
FB12/FB10	2.36	11.36	81.67	0.00	-26.20	0.46
FB14/FB10	-0.21	-5.45	86.67	-0.03	-21.51	0.49
FB15/FB10	-1.27	-3.85	83.33	0.01	-18.23	0.51
FB19/FB10	-0.97	-7.55	81.67	0.04*	-14.40	0.53
FB14/FB12	11.00*	9.09	100.00	0.05*	-8.72	0.57
FB15/FB12	-5.06	-5.77	81.67	-0.03	-24.85	0.47
FB19/FB12	-8.09	-13.21	76.67	-0.04	-27.16	0.45
FB15/FB14	12.36*	16.36	106.67	0.05*	-1.96	0.61
FB19/FB14	-4.00	-3.64	88.33	-0.02	-13.24	0.54
FB19/FB15	3.27	5.66	93.33	0.00	-14.86	0.53

Tabel 15. Efek daya gabung khusus dan heterosis serta nilai rata-rata untuk sifat indeks mutu, dan indeks tanaman

Kombinasi/ Hibrida	Indeks mutu			Indeks tanaman		
	DGK	Heterosis	Rataan	DGK	Heterosis	Rataan
Ck/Pr.	-3.91	-5.15	76.47	-1.07	4.01	52.05
FA27/Pr.	-0.80	4.5 ¹	84.29	-4.47	-10.64	44.72
FA31/Pr.	3.67*	7.76	86.88	4.41*	9.50	54.80
FB10/Pr.	-2.04	2.96	83.01	-1.27	-9.66	45.21
FB12/Pr.	-0.61	2.60	82.72	-2.21	-13.39	43.34
FB 14/Pr.	-0.97	1.76	82.04	0.86	2.59	51.34
FB 15/Pr.	3.57*	3.21	83.21	3.35	0.12	50.10
FB19/Pr.	7.75*	8.77	87.70	6.67*	6.82	53.46
FA27/Ck	5.61*	8.08	87.13	6.33*	10.85	55.48
FA31/Ck	3.00	2.51	82.65	3.97*	8.53	54.31
FBI0/Ck	4.60*	6.77	86.08	11.02*	14.80	57.45
FB12/Ck	-1.79	-3.29	77.97	-7.76	-24.58	37.74
FB14/Ck	-1.42	-3.21	78.03	5.26*	11.27	55.69
FB15/Ck	3.18	-1.7C	79.25	-0.41	-7.50	46.29
FB19/Ck	4.03*	-0.27	80.41	3.13	-0.34	49.88
FA31/FA27	-0.14	4.46	84.22	2.00	-3.25	48.42
FB 10/FA27	-4.16	1.74)	82.03	-1.98	-19.03	40.52
FB12/FA27	2.97	8.45	87.44	11.76*	6.57	53.34
FB14/FA27	4.14*	9.52	88.30	-3.44	-13.97	43.06
FBI5/FA27	-12.49	-15.30	68.29	-4.34	-23.21	38.43
FB19/FA27	6.75*	8.95	87.84	2.55	-9.36	45.36
FBI0/FA31	0.34	4.99	84.65	-0.49	-13.66	43.21
FB12/FA31	3.25	6.47	85.84	4.38*	-5.77	47.16
FB14/FA31	0.74	2.97	83.02	-2.27	-9.21	45.43
FBI 5/FA31	-4.23	-7.39	74.66	-2.44	-17.02	41.53
FB19/FA31	-3.21	-5.73	76.00	-0.72	-13.49	43.30
FB12/FB10	-3.33	0.57	81.09	-1.67	-25.69	37.19
FB14/FB10	2.55	7.49	86.66	-1.48	-15.46	42.31
FB15/FB10	4.06*	5.17	84.79	3.43*	-13.11	43.49
FB19/FB10	4.73*	6.39	85.77	5.53*	-8.82	45.63
FB14/FB12	4.96*	8.35	87.36	6.76*	-0.86	49.61
FB15/FBI2	3.08	1.83	82.10	-0.63	-23.06	38.50
FB19/FB12	1.27	-0.04	80.59	-2.42	-26.56	36.75
FB15/FB14	0.22	-2.65	78.49	3.86*	-4.25	47.92
FB19/FB14	4.57*	3.67	83.58	0.94	-10.01	45.04
FB19/FB15	-1.73	-8.33	73.90	-0.77	-20.88	39.60

sampai 87,20 cm. Efek daya gabung khusus terendah sebesar -13,77 sedangkan tertinggi mencapai 8,33. Dan 36 kombinasi yang dievaluasi, 12 hibrida mempunyai efek daya gabung khusus negatif sedangkan 24 kombinasi yang lain memiliki efek daya gabung khusus positif dan hanya 20 kombinasi persilangan yang bernilai diatas salah bakunya. FB12/FA27 merupakan hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (8,33) diikuti FB19/FA27 (8,32), FB19/FB14 (7,68), FB15/FA31 (7,33), FB19/FB10 (6,66), FB12/Prancak-95 (5,70), FB15/Prancak-95 (5,68), FB12/Cangkring (5,58), FA27/Cangkring (5,56), FB19/FA31 (5,41), FB14/FA27 (4,89), FB10/Cangkring (4,66), FA31/Cangkring (4,14), FB15/FB14 (3,83), FB14/FB12 (3,61), FB14/FB10 (3,46), FB1/FA31 (1,08), FB19/FB15 (1,02), FB14/FA31 (0,98) dan FB15/FB10 (0,91). Nilai heterosis berkisar antara -17,30% sampai 21,00%. Dan 36 kombinasi, terdapat 15 kombinasi yang menunjukkan efek heterosis negatif dan 21 kombinasi menunjukkan efek heterosis positif.

Nilai rata-rata untuk sifat jumlah daun per tanaman berkisar antara 13,77 sampai 20,90 lembar. Dari 30 kombinasi yang dievaluasi, 13 hibrida mempunyai rata-rata jumlah daun dibawah tetua terendah, 19 kombinasi bernilai diatas tetua terendah dan dibawah tetua tertinggi sedangkan 4 kombinasi mempunyai nilai diatas tetua tertinggi. Efek daya gabung khususnya berkisar antara -4,39 sampai 13,07. Dari 36 kombinasi persilangan yang ditangani, 25 hibrida mempunyai efek daya gabung khusus negatif sedangkan 11 hibrida yang lain bernilai positif dan hanya 7 kombinasi yang mempunyai nilai diatas salah bakunya. FB12/FA27 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (13,07) diikuti FB14/Cangkring (12,93), FB12/Cangkring (12,41), FB15/FB10 (2,99), FB15/FA31 (1,30), FB19/FB14 (1,28) dan FB19/FA31 (0,95). Efek heterosis terendah adalah -36,05 sedangkan tertinggi mencapai 4,63%. Dari 36 kombinasi persilangan, 32 hibrida mempunyai efek heterosis negatif sedangkan 4 kombinasi yang lain bernilai positif.

Nilai rata-rata luas daun berkisar antara 1.76 dm² sampai 3.36 dm². Dari 36 kombinasi persilangan, dua kombinasi mempunyai rata-rata yang lebih rendah dari kedua tetua, 21 hibrida memiliki rata-rata diatas tetua terendah dan dibawah tetua tertinggi sedangkan kombinasi persilangan yang lain memiliki rata-rata luas daun diatas kedua tetua yang digunakan. Efek daya gabung khususnya yang terendah sebesar -39.00 sedangkan tertinggi mencapai 78.82. Dari 36

kombinasi persilangan yang digunakan, 16 hibrida mempunyai efek daya gabung negatif sedangkan 20 kombinasi mempunyai efek daya gabung khusus positif dan hanya 16 hibrida yang memiliki nilai diatas salah bakunya. FB12/FA27 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (78.82) diikuti FB14/FB12 (63.98), FB19/FB10 (35.90), FB10/FA31 (35.00), FB19/FA27 (34.61), FA31/Prancak-95 (32.01), FA31/Cangkring (26,50), FB19/FA31 (23,47), FB15/FB 14 (17,50), FB14/FB10 (16,01), FB19/FB15 (15,92), FB14/Cangkring (15,31), FB10/Cangkring (12,61), FB15/FB12 (10,86), FB15/FA27 (8,53) dan FB15/Prancak-95 (6,33). Efek heterosis untuk sifat luas daun berkisar antara -27,10 sampai 31.50%. Dari 36 kombinasi yang dievaluasi, 23 hibrida mempunyai efek heterosis negatif sedangkan 13 kombinasi yang lain bernilai positif.

Nilai rata-rata umur berbunga berkisar antara 60.90 hingga 67,20 hari. Dari 36 hibrida, 19 kombinasi lebih cepat berbunga dibanding kedua tetua, 7 kombinasi lebih lambat berbunga dan kedua tetua dan 10 kombinasi lebih cepat berbunga dibanding tetua yang lambat berbunga dan lebih lambat dibanding tetua yang cepat berbunga. Efek daya gabung khususnya berkisar antara 2,75 hingga -2,13. Dari 36 kombinasi hibrida yang dievaluasi, 15 kombinasi mempunyai efek daya gabung khusus positif sedangkan 21 kombinasi bernilai negatif dan hanya 19 kombinasi yang memiliki nilai diatas salah bakunya. Untuk sifat ini, efek daya gabung khusus negatif lebih diinginkan karena berkaitan dengan umur berbunga lebih awal.

FB14/FB10 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (-2,13) diikuti FB10/FA31 (-1.76), FB15/FA31 (-1.48), FA31/Prancak-95 (-1.32), FB14/FB12 (-1.13), FB19/FB10 (-1.06), FB12/ FA31 (-1.06), FB12/FA27 (-1.05), FB19/FB14 (-1.01), FB12/Cangkring (-1.00), FB14/FA31 (-0.81), FA27/Cangkring (-0.80), FB10/Prancak-95 (-0.71), FB 19/FA27(-0.69), FB19/FB12 (-0,69), FB15/Cangkring (-0,65), FB19/FB15 (-0,45), FB19/Prancak-95 (-0,42) dan FB14/Prancak-95 (-0,35). Efek heterosis umur berbunga berkisar antara 5.50 hingga -4,67%. Sebagaimana efek daya gabung khusus, efek heterosis negatif lebih diinginkan dibanding efek heterosis positif karena berkaitan dengan umur berbunga yang lebih awal. Dari 36 hibrida yang dievaluasi, 22 kombinasi mempunyai efek heterosis negatif sedangkan 14 kombinasi yang lain mempunyai efek heterosis positif.

Nilai rata-rata hasil daun basah per tanaman berkisar antara 76,67 gram sampai 108,33 gram. Dari 36 kombinasi, 3 kombinasi

mempunyai nilai rata-rata dibawah kedua tetua, 13 kombinasi diatas tetua terendah dan dibawah tetua tertinggi, 3 hibrida memiliki rata-rata sama dengan tetua tertinggi, 1 kombinasi sama dengan tetua terendah sedangkan 16 hibrida bernilai diatas kedua tetua. Efek daya gabung khususnya berkisar dari $-12,48$ hingga $15,09$. Dari 36 hibrida yang diamati, 16 kombinasi mempunyai efek daya gabung khusus negatif sedangkan 20 kombinasi bernilai positif dan hanya 11 hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus diatas nilai salah bakunya. FB12/FA27 merupakan hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi ($15,09$) diikuti FB12/FA31 ($13,58$), F1315/FB14 ($12,36$), FB14/FB12 ($11,00$), FB14/Cangkring ($8,27$), FB10/ Cangkring ($6,30$), FA31/Cangkring ($5,85$), FB10/Prancak-95 ($5,24$), FB19/FA31 ($5,24$), FB19/Prancak-95 ($4,79$) dan FB15/FA27 ($4,79$). Efek heterosis terendah sebesar $-17,24\%$ terdapat pada kombinasi FB12/Cangkring sedangkan tertinggi mencapai $16,36\%$ untuk hibrida FB15/FB14. Dari 36 hibrida yang dievaluasi, ternyata 17 kombinasi memiliki efek heterosis negatif yang berarti bahwa kombinasi ini akan menghasilkan keturunan dengan hasil daun basah per tanaman yang lebih rendah dibanding rata-rata tetua tertinggi sedangkan 19 hibrida mempunyai efek heterosis positif yang menunjukkan bahwa kombinasi ini akan menghasilkan hasil daun basah yang lebih tinggi dibanding tetua tertinggi.

Nilai rata-rata basil rajangan berkisar antara $0,45$ hingga $0,71$ ton/ha. Dari 36 kombinasi yang dievaluasi, 15 kombinasi mempunyai rata-rata diatas tetua terendah dan dibawah tetua tertinggi, 2 hibrida memiliki rata-rata sama dengan tetua tertinggi sedangkan 19 kombinasi yang lain mempunyai rata-rata diatas tetua tertinggi. Efek daya gabung khususnya berkisar antara $-0,07$ sampai $0,12$. Dari 36 kombinasi yang diamati, 12 hibrida mempunyai efek daya gabung khusus negatif, 5 kombinasi bernilai nol (0) sedangkan 19 kombinasi yang lain bernilai positif dan hanya 6 kombinasi yang memiliki nilai diatas salah bakunya. FB 12/FA27 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi ($0,12$) diikuti FB10/Cangkring ($0,10$), FB14/Cangkring ($0,07$), FB14/FB12 ($0,05$), FB15/FB14 ($0,05$) dan FB19/FB10 ($0,04$). Dalam penelitian ini, efek heterosis untuk sifat hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman dihitung berdasarkan varietas standar (*Prancak-95* merupakan varietas unggul nasional yang baru dilepas tahun 1997 memiliki indeks tanaman tinggi dan telah digunakan oleh sebagian besar petani di Madura sehingga dalam penelitian ini dijadikan sebagai varietas

pembandingan). Efek heterosis berdasarkan varietas standar untuk sifat hasil rajangan berkisar antara -27,16 hingga 13,41%, berarti terdapat kombinasi tertentu yang memiliki hasil rajangan lebih rendah dan lebih tinggi dibanding varietas standar. Dan 36 kombinasi yang dievaluasi, 28 hibrida memiliki nilai heterosis negatif sedangkan 8 kombinasi mempunyai efek heterosis positif.

Nilai rata-rata indeks mutu berkisar antara 68,29 hingga 88,30. Dari 36 kombinasi, 3 hibrida memiliki indeks mutu dibawah tetua-tetuanya, 7 kombinasi mempunyai indeks mutu dibawah tetua tertinggi dan diatas tetua terendah sedangkan 26 kombinasi yang lain memiliki indeks mutu diatas tetua tertinggi. Efek daya gabung khususnya terendah sebesar -12,49 sedangkan tertinggi mencapai 7,75. Dan 36 kombinasi persilangan, 15 hibrida mempunyai efek daya gabung khusus negatif sedangkan 21 kombinasi bernilai positif dan hanya 12 kombinasi yang memiliki nilai diatas salah bakunya. FB19/Prancak-95 merupakan kombinasi yang memiliki efek heterosis tertinggi (7,75) diikuti FB19/FA27 (6,75), FA27/Cangkring (5,61), FB14/FB12 (4,96), FB19/FB10 (4,73), FB10/ Cangkring (4,60), FB19/FB14 (4,57), FB14/FA27 (4,14), FB15/FB10 (4,06), FB19/Cangkring (4,03), FA31/Prancak-95 (3,67) dan FB15/Prancak-95 (3,18). Efek heterosis standar untuk sifat indeks mutu berada dalam kisaran -15,30 sampai 9,52%. Dari 36 kombinasi yang dievaluasi, 11 hibrida memiliki efek heterosis negatif sedangkan 25 kombinasi yang lain mempunyai efek heterosis positif.

Nilai rata-rata indeks tanaman berkisar antara 36,75 sampai 57,45. Dari 36 kombinasi yang dievaluasi, 1 kombinasi memiliki nilai dibawah tetua terendah, 9 hibrida bernilai dibawah tetua tertinggi dan diatas tetua terendah sedangkan 26 kombinasi yang lain memiliki indeks tanaman yang lebih tinggi dari tetua tertinggi. Efek daya gabung khususnya berkisar antara -7,76 sampai 11,76. Dari 36 kombinasi yang diamati, 18 hibrida bernilai negatif sedangkan 18 kombinasi yang lain memiliki efek daya gabung khusus positif dan hanya 12 kombinasi yang bernilai diatas salah bakunya. FB12/FA27 merupakan kombinasi yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi (11,76) diikuti FB10/Cangkring (11,02), FB14/FB 12 (6,76), FB19/Prancak-95 (6,67), FA27/Cangkring (6,33), FB19/FB10 (5,53), FB14/Cangkring (5,26), FA31/Prancak-95 (4,41), FB12/FA31 (4,38), FA31/Cangkring (3,97), FB15/FB14 (3,86) dan FB15/FB10 (3,43). Efek heterosis standar untuk sifat indeks tanaman berkisar antara -26,56 sampai 14,80%. Dari 36 kombinasi persilangan yang

dievaluasi, terdapat 26 kombinasi bernilai negatif sedangkan 10 kombinasi yang lain memiliki efek heterosis positif.

Efek daya gabung khusus yang disajikan pada tabel 12 hingga 15 menunjukkan bahwa setiap kombinasi persilangan memiliki kemampuan yang berbeda untuk menghasilkan keturunan yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat dari nilai efek daya gabung khusus, dimana terdapat kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tinggi sedangkan kombinasi yang lain mempunyai efek daya gabung khusus yang rendah. Cangkring/Prancak-95, FA27/Prancak-95, FA31/FA27, FB10/FA27 dan FB12/FB10 merupakan hibrida-hibrida yang tidak memiliki efek daya gabung khusus tinggi pada semua sifat yang diamati. Berarti, kombinasi-kombinasi tersebut tidak memberikan rata-rata turunan yang lebih baik dibanding rata-rata tetuanya. FB12/FA27 merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus tinggi untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, hasil daun basah dan hasil rajangan. Berarti, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, dan hasil daun basah merupakan komponen penting parameter hasil rajangan (Mishra *et al.*, 1991).

Dalam memilih kombinasi persilangan yang baik terhadap suatu sifat dengan memanfaatkan efek daya gabung khusus, hendaknya pemilihan didasarkan atas efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efek daya gabung khusus tertinggi pada suatu kombinasi persilangan tidak diikuti oleh nilai rata-rata tertinggi. Sebagai contoh dapat diperlihatkan bahwa kombinasi persilangan FB12/FA27 yang memiliki efek daya gabung khusus tertinggi kedua untuk sifat indeks tanaman tetapi mempunyai nilai rata-rata pada urutan ketujuh tertinggi. Berdasarkan nilai rata-rata dengan efek daya gabung khusus tinggi untuk sifat indeks tanaman, terdapat beberapa kombinasi persilangan yang layak dikembangkan lebih lanjut. FA31/Prancak-95, FA27/Cangkring, FA31/Cangkring, FB10/Cangkring dan FB14/Cangkring merupakan hibrida-hibrida yang memiliki efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi dibanding kombinasi persilangan yang lain sehingga layak untuk dikembangkan lebih lanjut (tabel 15). Dari ke-lima kombinasi tersebut, terdapat tiga hibrida yakni FA27/Cangkring, FB14/Cangkring dan FB10/Cangkring yang memiliki efek daya gabung khusus tinggi dan nilai rata-rata lebih menonjol dibanding 2 hibrida yang lain.

Pada evaluasi yang didasarkan atas prosedur silang puncak menggunakan dua penguji, FB10/Cangkring dan FA27/Cangkring menunjukkan nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus tertinggi dibanding kombinasi yang lain untuk sifat indeks tanaman (tabel 10). Dalam evaluasi persilangan dialel, kedua kombinasi tersebut juga menunjukkan nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus tinggi dibanding hibrida yang lain. Walaupun demikian, bila FA27 dan FB10 disilangkan maka terlihat bahwa kombinasi ini menghasilkan efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang rendah (tabel 15). Hal ini memberi petunjuk bahwa genotip-genotip yang memiliki efek daya gabung khusus yang tinggi bila dikombinasikan belum menjamin dapat menghasilkan turunan dengan efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi. Kondisi demikian mungkin terjadi sebagai akibat ketidaksesuaian gen-gen yang disumbangkan oleh kedua tetua. Selain itu, diduga bahwa Cangkring merupakan penguji yang tidak memiliki dasar genetik yang sempit melainkan memiliki dasar genetik luas (efek DGU tinggi untuk sifat indeks tanaman) seperti yang ditunjukkan pada tabel 11.

Dapat dikemukakan bahwa Cangkring merupakan varietas lokal tembakau Madura yang telah lama diusahakan sehingga memungkinkan terjadinya *intercrossing* secara alamiah. Akibatnya, terjadi pengumpulan gen-gen pada individu tanaman sehingga setiap individu tanaman berbeda yang pada akhirnya dapat dikatakan memiliki dasar genetik yang luas. Kondisi demikian mungkin juga terjadi pada Prancak-95 yang diseleksi dari varietas lokal Prancak. Oleh karena itu, dalam evaluasi silang puncak penguji yang baik akan menentukan tujuan yang akan memiliki efek daya gabung khusus tinggi dan nilai rata-rata lebih menonjol dibanding 2 hibrida yang lain.

Pada evaluasi yang didasarkan atas prosedur silang puncak menggunakan dua penguji, FB10/Cangkring dan FA27/Cangkring menunjukkan nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus tertinggi dibanding kombinasi yang lain untuk sifat indeks tanaman (tabel 10). Dalam evaluasi persilangan dialel, kedua kombinasi tersebut juga menunjukkan nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus tinggi dibanding hibrida yang lain. Walaupun demikian, bila FA27 dan FB10 disilangkan maka terlihat bahwa kombinasi ini menghasilkan efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang rendah (tabel 15). Hal ini memberi petunjuk bahwa genotip-genotip yang memiliki efek daya gabung khusus yang tinggi bila dikombinasikan belum

menjamin dapat menghasilkan turunan dengan efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi. Kondisi demikian mungkin terjadi sebagai akibat ketidaksesuaian gen-gen yang disumbangkan oleh kedua tetua. Selain itu, diduga bahwa Cangkring merupakan penguji yang tidak memiliki dasar genetik yang sempit melainkan memiliki dasar genetik luas (efek DGU tinggi untuk sifat indeks tanaman) seperti yang ditunjukkan pada tabel 11.

Dapat dikemukakan bahwa Cangkring merupakan varietas lokal tembakau Madura yang telah lama diusahakan sehingga memungkinkan terjadinya *intercrossing* secara alamiah. Akibatnya, terjadi pengumpulan gen-gen pada individu tanaman sehingga setiap individu tanaman berbeda yang pada akhirnya dapat dikatakan memiliki dasar genetik yang luas. Kondisi demikian mungkin juga terjadi pada Prancak-95 yang diseleksi dari varietas lokal Prancak. Oleh karena itu, dalam evaluasi silang puncak penguji yang baik akan menentukan tujuan yang akan mengendalikan sifat yang diamati. Selanjutnya ditegaskan bahwa efek daya gabung khusus seringkali dikaitkan dengan efek heterosis yang muncul pada suatu kombinasi persilangan. Fenomena heterosis yang biasa muncul pada suatu kombinasi persilangan pada tanaman menyerbuk silang umumnya diarahkan 'untuk pembentukan varietas hibrida. Pada tanaman menyerbuk sendiri, bila efek heterosis yang muncul pada suatu kombinasi persilangan besar maka dapat diarahkan untuk pembentukan varietas hibrida.

Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai heterosis untuk tinggi tanaman berkisar antara -17,30 (FB15/FA27) hingga 21,00% (FB19/FB14). Berarti, terdapat kombinasi persilangan tertentu yang memiliki tinggi tanaman 21% lebih tinggi dibanding tetua tertinggi. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian Gudoy *et al.* (1987) pada tembakau Burley yang memperoleh efek heterosis untuk tinggi tanaman mencapai 24% berdasarkan rata-rata kedua tetua. Pada sifat jumlah daun, persilangan antara dua genotip akan menghasilkan jumlah daun sebesar 4,63% (FB19/FB14) lebih tinggi dibanding tetua tertinggi. Efek heterosis untuk sifat luas daun yang dihasilkan oleh kombinasi persilangan FB19/FB10 mencapai 31,50%, berarti terjadi peningkatan ukuran luas daun sebesar nilai tersebut pada kombinasi tertentu dibanding tetua tertinggi. Untuk sifat umur berbunga, efek heterosis yang dihasilkan pada kombinasi tertentu sebesar -4,60% (FB1/FA31) lebih rendah dibanding tetua terendah.

Gudoy *et al.* (1987) memperoleh efek heterosis untuk umur berbunga sebesar -11,58% berdasarkan rata-rata kedua tetua. Efek heterosis hasil daun basah tertinggi mencapai 16,36% (FB15/FB14) dari rata-rata tetua tertinggi. Hasil penelitian yang ditemukan oleh Prasannasimha Rao (1995) untuk sifat hasil daun basah pada tembakau pengisi cerutu lebih tinggi dibanding hasil yang diperoleh melalui penelitian ini, dimana diperoleh efek heterosis sebesar 77,9% dari tetua tertinggi. Efek heterosis standar tertinggi yang dihasilkan oleh kombinasi FB14/Cangkring untuk sifat hasil rajangan sebesar 13,41%. Chen (1976) menemukan efek heterosis hasil krosok 14% berdasarkan tetua tertinggi. Sedangkan Prasannasimha Rao (1995) menemukan heterosis untuk hasil krosok 51,30% dari tetua tertinggi. Efek heterosis varietas standar tertinggi untuk sifat indeks mutu mencapai 9,52% (FB14/FA27). Suwarso *dkk.* (1999) menemukan efek heterosis standar untuk sifat indeks mutu yang lebih besar dibanding hasil penelitian ini. Berdasarkan penelitian ini, efek heterosis standar untuk sifat indeks tanaman tertinggi mencapai 14,62% yang dimiliki oleh kombinasi FB10/Cangkring. Efek heterosis standar yang ditemukan oleh Suwarso *dkk.* (1999) untuk sifat indeks tanaman mencapai 31,13% yang lebih tinggi dibanding hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini.

Dalam melakukan pemilihan kombinasi persilangan dengan memanfaatkan efek heterosis, hendaknya hibrida yang terpilih tidak hanya memiliki efek heterosis tinggi tetapi harus mempertimbangkan efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata suatu sifat. Dengan demikian, apabila seleksi ditujukan untuk menghasilkan tanaman baru yang memiliki indeks tanaman tinggi tanpa memperhatikan sifat yang lain maka selayaknya menggunakan FB10/Cangkring, FA27/Cangkring dan FB14/Cangkring karena kombinasi-kombinasi ini memiliki efek heterosis, daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, tidak satupun kombinasi persilangan untuk semua sifat yang diamati menunjukkan efek heterosis sangat menonjol. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena genotip-genotip yang digunakan memiliki hubungan kerabat yang tidak terlalu jauh. Menurut Bohn *et al.* (1999), genotip tetua yang berkerabat dekat akan menunjukkan kesamaan genetik (*genetic similarities*) sehingga persilangan diantara mereka tidak akan menimbulkan efek heterosis yang besar.

Manjarrez-Sandoval *et al.* (1997) dan Mungoma dan Pollak (1988) mengemukakan bahwa jarak tetua yang jauh akan semakin memperbesar perbedaan gen-gen dan akan memperbesar interaksi gen-gen potensial dalam bentuk epistasis dan dominan sehingga akhirnya akan memperbesar potensi heterosis. Walaupun efek heterosis yang terdapat pada kombinasi persilangan tidak menonjol, namun Kara dan Essendal (1995) menyarankan agar melakukan isolasi terhadap kombinasi persilangan yang baik untuk membentuk galur homosigot sebagai varietas multilini. Karena untuk membentuk galur yang homosigot dibutuhkan waktu yang cukup lama, maka Dean (1974) menyarankan agar menggunakan kombinasi persilangan dengan efek heterosis yang baik sebagai varietas hibrida untuk kondisi temporer hingga varietas homosigot diperoleh.

Kadar nikotin yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar antara 0,40-1,50%. Bila tahapan penelitian ini dibandingkan, terlihat bahwa kadar nikotin yang ditemukan pada evaluasi silang puncak lebih tinggi dibanding persilangan dialel. Hal ini mungkin dikarenakan selama penelitian tahap pertama tidak pernah turun hujan, artinya selama kegiatan berlangsung iklim berada dalam kondisi yang kering. Sedangkan dalam percobaan tahap kedua kondisi iklim kurang kering. Pada kondisi kering, akar tembakau cenderung memanjang untuk mencari air yang mengakibatkan luas permukaan akar semakin besar sehingga nikotin yang disintesis di akar cukup banyak (Collins dan Hawks, 1993). Sebaliknya, pada kondisi yang kurang kering sistem perakaran tidak terlalu dalam mencari sumber air sehingga luas permukaan akar tidak terlalu besar dan sintesis nikotin pada akar tidak terlalu banyak yang mengakibatkan kadar nikotin yang dihasilkan lebih rendah dibanding kondisi kering. Demikian pula, potensi hasil rajangan yang dihasilkan oleh genotip pada iklim yang kering umumnya relatif lebih rendah sedangkan pada iklim yang kurang kering potensi hasil genotip lebih tinggi (tabel 9 dan 14). Menurut Suwarso *dkk.* (2001b), genotip yang mempunyai potensi hasil rajangan tinggi umumnya memiliki bahan kering yang tinggi sehingga nikotin yang disintesis di akar akan disebarkan keseluruh bagian tanaman. Hal ini mengakibatkan kadar nikotin per satuan luas akan berkurang. Sebaliknya, hasil rajangan yang rendah pada suatu genotip akan menghasilkan kadar nikotin tinggi per satuan luas.

4.3. Keragaman Genetik dan Tipe Peran Gen

Keragaman yang terdapat dalam suatu populasi merupakan akibat adanya perbedaan-perbedaan antara individu yang tumbuh pada suatu area. Besarnya keragaman yang terdapat dalam suatu populasi yang diamati dapat dihitung melalui koefisien keragaman. Koefisien keragaman yang terdapat dalam percobaan dialel metode II model I disajikan pada tabel 16. Tabel tersebut menunjukkan bahwa koefisien keragaman baik fenotipik dan genotipik yang terdapat dalam populasi yang ditangani sangat bervariasi antara satu sifat dengan sifat yang lain. Pada umumnya, koefisien keragaman fenotipik dua kali lebih besar dibanding genotipik. Berarti, keragaman yang terdapat pada setiap sifat yang diamati disebabkan oleh pengaruh non-genetik dan genetik.

Table 16. Koefisien keragaman genotipik dan fenotipik beberapa sifat tanaman tembakau

Sifat-sifat yang diamati	Ragam		Rata-rata umum	Koefisien keragaman	
	Genotipik	Fenotipik		Genotipik	Fenotipik
T. tanaman	517.14	551.76	73.69	30.86 %	31.88 %
J. daun	183.16	206.58	16.03	84.43 %	89.66 %
Luas daun	1.48	1.78	2.52	48.28 %	52.94 %
U. berbunga	15.74	19.97	65.15	6.09 %	6.86 %
HDB	665.65	1612.98	91.96	28.06 %	43.67 %
H. rajangan	0.004	0.009	0.55	11.50 %	17.25 %
Indeks mutu	19.48	71.91	81.30	5.43 %	10.43 %
I. tanaman	21.83	74.83	45.04	10.37 %	19.21 %

Keterangan: T. tanaman= tinggi tanaman; U.berbunga=umur berbunga; HDB= hasil daun basah; I.tanaman=indeks tanaman

Dalam memanipulasi sifat yang diinginkan, nilai koefisien keragaman genetik memegang peranan cukup penting. Koefisien keragaman genetik merupakan ukuran yang menentukan keberhasilan perbaikan sifat. Bila koefisien keragaman genetik besar, maka akan terdapat peluang yang besar untuk memperbaiki sifat yang diinginkan dan sebaliknya. Walaupun demikian, belum terdapat kesepakatan tentang ukuran koefisien keragaman genetik mana yang termasuk dalam kategori besar,

sedang atau kecil. Berkaitan dengan hal ini, Milligan *et al.*, (1996) membagi koefisien keragaman genetik dalam tiga kategori yaitu bila koefisien keragaman genetik 14,50 % (besar), diatas 5% dan dibawah 14,50% (sedang) dan < 5,00% tergolong kecil. Didasarkan atas asumsi tersebut, maka dari 8 sifat yang diamati dalam penelitian ini tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan hasil daun basah per tanaman memiliki koefisien keragaman genetik tergolong besar, sedangkan umur berbunga, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman mempunyai koefisien keragaman genetik yang tergolong sedang.

Koefisien keragaman genetik yang besar menunjukkan bahwa manipulasi genetik yang akan dilakukan pada suatu sifat yang memiliki koefisien demikian akan memiliki peluang yang besar untuk dicapai sedangkan sifat-sifat yang memiliki koefisien keragaman genetik kecil akan memberi peluang keberhasilan yang sangat kecil bila sifat tersebut diperbaiki (Ronald *et al.*, 1999). Hal ini berarti bahwa peluang untuk memperbaiki sifat tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan hasil daun basah pada materi yang ditangani akan memberi harapan yang besar untuk tercapai. Demikian pula untuk sifat umur berbunga, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman merupakan sifat-sifat yang masih memiliki peluang untuk diperbaiki walaupun tingkat keberhasilannya tidak sebesar empat sifat lain yang memiliki koefisien keragaman genetik besar.

Hasil penelitian Samudin (1997) pada tembakau Madura menunjukkan bahwa koefisien keragaman genetik untuk tinggi tanaman tergolong besar (14,37%), jumlah daun tergolong sedang (12,90%), luas daun 22,45% (tergolong besar), umur berbunga 5,60% (tergolong sedang), hasil daun basah per tanaman 2,55% (kecil) dan 9,97% untuk sifat hasil rajang (tergolong sedang). Hasil penelitian Leggs dan Collins (1974) pada tembakau Burley menunjukkan bahwa keragaman genetik untuk tinggi tanaman sebesar 85,89%, jumlah daun 2,92%, umur berbunga 77,27% dan 40,41 % untuk hasil krosok.

Penampilan sifat suatu tanaman sangat ditentukan oleh dua faktor utama yaitu faktor lingkungan dan genetik. Berkaitan dengan faktor genetik, ekspresi suatu sifat pada tanaman dikendalikan oleh gen-gen tertentu. Gen yang berperan dalam mengendalikan sifat kualitatif pada umumnya sedikit sehingga penaksirannya dapat dilakukan dengan cara menghitung dan menggunakan genetika Mendel yang relatif sederhana. Pada sifat kuantitatif, gen yang

berperan dalam mengendalikan sifat sangat banyak dan masing-masing memberikan kontribusi yang kecil sehingga sangat sulit mengamati kegiatan masing-masing peran gen tersebut. Dipihak lain, sebagian besar sifat-sifat yang penting pada suatu tanaman diwariskan secara kuantitatif. Oleh karena itu, peran gen yang mengendalikan sifat demikian hanya dapat diukur dengan pendekatan biometrik yakni melalui analisis keragaman yang ditimbulkan oleh gen-gen tersebut secara keseluruhan.

Peran gen yang mengendalikan suatu sifat diduga berdasarkan nilai aditif dan dominan yang mana besarnya ditentukan dari ragam daya gabung umum dan khusus. Menurut Legg dan Smeeton (1999), ragam daya gabung seringkali dikaitkan dengan peran gen yang mengendalikan suatu sifat. Dias dan Kageyama (1995) mengemukakan bahwa efek daya gabung umum seringkali dikaitkan dengan peran gen aditif sedangkan efek daya gabung khusus dikaitkan dengan peran gen non-aditif. Menurut Li *et al.* (1995), perbedaan efek daya gabung umum yang dimiliki oleh setiap genotip pada sifat-sifat yang diamati disebabkan oleh adanya peran gen aditif, aditif x aditif dan interaksi aditif tingkat tinggi.

Ragam daya gabung dan peran gen yang mengendalikan sifat-sifat tanaman tembakau disajikan pada tabel 17. Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai ragam aditif mendekati kelipatan dua

Table 17. Ragam daya gabung dan peran gen yang mengendalikan sifat pada tanaman tembakau

Ragam- ragam	Sifat-sifat yang diamati							
	TT	JD	LSD	UB	HDB	HR	IM	IT
σ^2DGU	19.48	21.94	0.07	0.19	33.05	0.0025	9.20	11.95
σ^2DGK	32.23	40.26	0.07	1.38	33.51	0.0014	10.56	10.24
Aditif	37.79	42.56	0.14	0.37	64.11	0.0049	17.85	23.18
Dominan	32.23	40.26	0.07	1.38	33.51	0.0014	10.56	10.24

Keterangan: TT=tinggi tanaman; JD=jumlah daun; LSD=luas daun; HDB=hasil daun basah; HR=hasil rajangan; IM=indeks mutu; IT=indeks tanaman

kali dari ragam daya gabung umum sedangkan nilai ragam dominan sama dengan ragam daya gabung khusus. Dari delapan sifat yang diamati dalam penelitian ini, gen aditif dan dominan berperan dalam menampilkan sifat-sifat yang diamati. Walaupun

peran gen aditif dan dominan terlibat dalam menampilkan sifat-sifat tanaman tembakau tetapi peran gen aditif lebih penting dibanding dominan untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, lusa daun, hasil daun basah, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman kecuali umur berbunga dimana peran gen dominan lebih penting dibanding aditif. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil yang diperoleh Prasannasimhayya Rao (1995) yang menggunakan persilangan dialel 9 tetua menunjukkan bahwa gen aditif dan dominan berperan dalam mengendalikan sifat hasil daun basah dan krosok tetapi peran gen aditif lebih penting dibanding peran gen dominan dalam mengendalikan sifat tersebut pada tanaman tembakau cerutu. Hasil penelitian Leggs dan Collins (1975) pada tembakau Burley menggunakan persilangan dialel menunjukkan bahwa peran gen aditif lebih penting dalam mengendalikan sifat tinggi tanaman, jumlah dan luas daun. Untuk sifat umur berbunga, Chang dan Shyu (1976) dan Murty (1965) menggunakan persilangan dialel pada beberapa tanaman tembakau menunjukkan bahwa peran gen dominan lebih penting dibanding aditif dalam mengendalikan sifat tersebut.

Pengetahuan tentang peran gen berkaitan dengan penentuan metode seleksi pada materi yang ditangani (Salazar *et al.*, 1997). Menurut Basuki (1995), bila peran gen aditif lebih penting dibanding gen dominan dalam mengendalikan suatu sifat maka seleksi massa lebih efektif diterapkan pada materi tersebut. Sebaliknya, bila peran gen dominan lebih penting dibanding aditif dalam mengendalikan suatu sifat maka sebaiknya arah pembentukan varietas hibrida lebih tepat (Ban, *dkk.*, 1974).

4.4. Korelasi Antar Sifat

Hasil rajangan merupakan salah satu komponen tembakau yang penting karena bernilai ekonomis. Menurut Samudin (1997), hasil rajangan merupakan sifat yang diwariskan secara kuantitatif dan melibatkan banyak gen yang masing-masing gen pengaruhnya kecil. Dengan demikian, seleksi yang ditujukan untuk perbaikan sifat hasil rajangan perlu mempertimbangkan sifat-sifat yang lain. Dalam menentukan sifat-sifat yang ada kaitannya dengan sifat yang dituju, maka diperlukan informasi tentang hubungan antara sifat-sifat tersebut dengan sifat yang akan diperbaiki. Dalam penelitian ini, keeratan hubungan antara sifat-sifat yang diteliti diduga dengan menggunakan koefisien korelasi genotipik dan fenotipik.

Nilai koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat terhadap hasil rajangan disajikan pada tabel 18. Tabel tersebut menunjukkan bahwa koefisien korelasi genotipik maupun fenotipik bernilai positif dan negatif. Pada umumnya sifat-sifat yang diamati mempunyai nilai koefisien korelasi genotipik yang lebih besar dibanding koefisien korelasi fenotipik, kecuali umur berbunga dimana koefisien korelasi fenotipik lebih besar dibanding genotipik. Dari 5 sifat yang diamati, tinggi tanaman dan jumlah daun merupakan dua sifat yang mempunyai koefisien korelasi negative sedangkan umur berbunga, luas daun dan hasil daun basah berkorelasi positif terhadap hasil rajangan. Berarti, semakin tinggi habitus tanaman tembakau hasil rajangan cenderung semakin rendah. Selain itu, semakin banyak jumlah daun semakin rendah basil rajangan yang diperoleh. Hal ini dapat dikaitkan dengan populasi asal tetua persilangan yang digunakan, yaitu Ismir dan Iwanowsko Seme dimana kedua varietas introduksi tersebut memiliki jumlah daun yang banyak dengan ukuran daun kecil (Gilchrist, 1999). Korelasi negatif antara jumlah daun dengan basil rajangan dapat terjadi sebagai akibat jumlah daun yang banyak cenderung memiliki ukuran daun yang kecil. Menurut Widoyo (1992), semakin kecil ukuran daun akan semakin rendah hasil krosok yang dihasilkan. Umur berbunga berkorelasi genetik positif terhadap hasil rajangan namun tidak nyata. Berarti, semakin lama umur berbunga terdapat kecenderungan akan semakin lama umur panen, sehingga terdapat kecenderungan hasil rajang meningkat. Luas daun dan hasil daun basah per tanaman merupakan

Table 18. Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat tanaman tembakau terhadap hasil rajangan

No.	Sifat yang diamati	Koefisien korelasi	
		Genotipik	Fenotipik
1.	Tinggi tanaman	-0.52*	-0.22 ^{tn}
2.	Jumlah daun	-0.73*	-0.32*
3.	Luas daun	1.06*	0.39*
4.	Umur berbunga	0.10 ⁿ	0.13 ^{tn}
5.	Hasil daun basah per tanaman	0.97*	0.78*

Keterangan: *=berbeda nyata pada taraf uji 5%; tn= tidak berbedanya nyata

dua sifat yang memiliki korelasi genetik tinggi terhadap hasil rajangan. Hal ini dikarenakan luas daun merupakan komponen

utama dalam menunjang hasil daun basah per tanaman sedangkan hasil daun basah merupakan penentu sifat hasil rajangan.

Hasil penelitian Samudin (1997) menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi negatif tidak nyata dan nyata terhadap hasil rajangan. Selain itu, luas daun dan hasil daun basah berkorelasi positif nyata terhadap hasil rajangan. Hasil penelitian Suwarso dan Anik-Herwati (1996) menunjukkan bahwa umur berbunga berkorelasi positif nyata terhadap hasil rajangan sedangkan tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi positif tidak nyata dengan hasil rajangan.

Selain hasil rajangan, mum merupakan sifat yang menentukan nilai ekonomis tembakau. Dalam perdagangan, kedua sifat ini sangat penting dalam menentukan harga tembakau. Perusahaan rokok sebagai konsumen menghendaki kedua sifat tersebut sehingga perbaikan sifat hendaknya diarahkan pada sifat-sifat tersebut. Menurut Suwarso *dkk.* (1996), kedua sifat tersebut berkorelasi negatif sehingga perlu dicari parameter yang dapat menyeimbangkan kedua sifat tersebut. Suwarso *dkk.* (1998) mengemukakan bahwa indeks tanaman merupakan parameter yang dapat mewakili keseimbangan hasil dan mutu rajang. Berarti, seleksi yang dilakukan pada sifat indeks tanaman akan menggambarkan keseimbangan hasil dan mutu tembakau. Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara hasil rajangan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman disajikan pada tabel 19. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa hasil rajang dan indeks mutu mempunyai nilai koefisien korelasi genotipik dan fenotipik yang nyata terhadap indeks tanaman. Korelasi genetik yang bersifat positif terhadap indeks tanaman memberi petunjuk bahwa kedua sifat ini mendukung sifat indeks tanaman. Walaupun kedua sifat ini mempunyai nilai korelasi positif terhadap indeks tanaman, tetapi korelasi genotipik antara sifat hasil rajangan dengan indeks mutu bersifat negatif (-0,15).

Table 19. Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara hasil rajangan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman

Sifat-sifat tembakau	Koefisien korelasi	
	Genotipik	Fenotipik
Hasil rajangan	0.91*	0.86*
Indeks mutu	0.33*	0.50*

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf uji 5%; tn = berbeda tidak nyata

Berdasarkan informasi nilai korelasi sederhana diatas antara beberapa sifat terhadap basil rajangan dan hasil rajangan dengan indeks mutu terhadap indeks tanaman, maka dapat dikatakan bahwa semua sifat dapat dijadikan kriteria seleksi tidak langsung untuk meningkatkan hasil rajangan, kecuali umur berbunga karena tidak memberikan perbedaan nyata dengan sifat yang dituju. Selain itu, hasil rajangan dan indeks mutu secara terpisah kurang tepat bila dijadikan kriteria seleksi tidak langsung untuk meningkatkan sifat indeks tanaman karena kedua sifat tersebut berkorelasi negatif. Untuk mengetahui sejauhmana setiap sifat berkorelasi dengan sifat yang lain maka dapat dilihat melalui nilai korelasi sederhana diantara sifat-sifat itu sendiri.

Nilai koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat tanaman tembakau disajikan pada tabel 20. Tabel tersebut menunjukkan bahwa pasangan tinggi tanaman dengan jumlah daun berkorelasi genetik positif walaupun korelasinya tidak nyata. Berarti, semakin tinggi tanaman terdapat kecenderungan diikuti pula oleh jumlah daun tanaman tembakau yang banyak. Selain itu, tinggi tanaman berkorelasi negatif tidak nyata dengan luas daun dan umur berbunga sedangkan dengan hasil daun basah berkorelasi negatif nyata. Jumlah daun berkorelasi negatif nyata dengan luas daun dan hasil daun basah sedangkan terhadap umur berbunga berkorelasi positif tidak nyata.

Tabel 20. Koefisien korelasi genotipik dan fenotipik antara beberapa sifat tanaman tembakau

Sifat-sifat	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Luas Daun	Umur Berbunga	Hasil daun basah
Tinggi Tanaman	-	0.16 th	0.09 ^{tn}	-0.26 th	-0.40 *
Jumlah Daun	0.21 ^{tn}	-	-0.91*	0.04 th	-0.72 *
Luas Daun	0.15 th	-0.54*	-	0.08 th	0.98*
Umur Berbunga	-0.30*	-0.04 th	-0.03 ^{tn}	-	0.11 th
H. daun basah	-0.16 ^{tn}	-0.37*	0.46*	0.09 th	-

Keterangan: *=berbedanya nyata pada taraf uji 5%; tn = tidak berbeda nyata

Luas daun berkorelasi positif nyata terhadap hasil daun basah dan tidak nyata dengan umur berbunga. Hasil penelitian Suwarso dan Anik-Herwati (1996) pada tembakau Madura menunjukkan bahwa umur berbunga berkorelasi negatif tidak nyata terhadap tinggi tanaman

dan jumlah daun sedangkan tinggi tanaman berkorelasi nyata dengan jumlah daun. Jumlah daun berkorelasi negatif nyata dengan luas daun, hasil daun basah dan hasil rajang sedangkan dengan umur berbunga berkorelasi positif tidak nyata. Pada kenyataannya, semakin banyak jumlah daun diikuti dengan ukuran daun kecil yang menyebabkan hasil daun basah dan rajang rendah sehingga korelasi antara jumlah daun, hasil daun basah dan hasil rajang bersifat negatif. Hasil penelitian Matzinger (1968) pada tembakau virginia (*flue-cured*) menunjukkan bahwa umur berbunga berkorelasi positif dengan jumlah daun.

Hasil penelitian yang sama juga ditemukan oleh Samudin (1997) yang melakukan penelitian pada hasil perkawinan tembakau Madura dengan Ismir menunjukkan bahwa jumlah daun berkorelasi negatif dengan luas daun, hasil daun basah dan hasil rajangan. Luas daun berkorelasi genetik positif terhadap umur berbunga dan hasil daun basah. Berarti, semakin besar ukuran daun (luas daun besar) maka umur berbunga semakin lama. Demikian pula, semakin luas daun semakin tinggi hasil daun basah dan hasil rajangan. Hal ini sesungguhnya disebabkan oleh karena basil tembakau ditarik dari basil luas daun. Hasil daun basah berkorelasi positif nyata terhadap hasil rajang sedangkan dengan indeks mutu berkorelasi negatif. Hasil penelitian Matzinger *et al.* (1967) pada tembakau virginia menunjukkan bahwa hasil daun basah berkorelasi positif nyata dengan hasil krosok sedangkan hasil rajangan berkorelasi negatif dengan indeks mutu. Hasil penelitian Suwarso dan Anik-Herwati (1996) menggunakan 4 genotip tembakau Madura menunjukkan bahwa hasil rajang dan basil daun basah berkorelasi negatif dengan indeks mutu.

Dalam penelitian ini, terdapat korelasi genetik yang bernilai lebih dari satu yaitu pada pasangan sifat luas daun dengan hasil rajangan. Penelitian-penelitian yang memperoleh koefisien korelasi genetik lebih besar dari satu juga telah ditemukan oleh Suwarso (1995) pada set persilangan KSA x NC 2326 pada pasangan sifat panjang daun dan basil panen daun, nekrosis batang dengan basil panen krosok, hasil panen krosok dengan kandung gula, hasil panen daun dan hasil krosok dengan indeks mutu. Manendez dan Hall (1996) juga menemukan beberapa pasangan sifat yang mempunyai korelasi lebih besar dari satu. Demikian pula, Roy *et al.* (1999) juga menemukan koefisien korelasi genetik lebih besar dari satu pada tanaman alfalfa. Namun, tidak disebutkan alasan mengapa hal

demikian terjadi kecuali disebutkan bahwa korelasi dengan nilai yang lebih besar dari satu dianggap sama dengan satu.

Koefisien korelasi sederhana hanya berguna untuk menelaah hubungan antara sifat-sifat yang kompleks dengan sifat-sifat itu sendiri, sehingga pembuatan kesimpulan menggunakan koefisien korelasi sederhana tidak selalu efektif karena koefisien korelasi tersebut hanya memberikan informasi yang terbatas tanpa memperhatikan ketergantungan yang kompleks diantara sifat-sifat tersebut (Board *et al.*, 1997). Analisis hubungan antara suatu sifat dengan sifat yang lain yang menggunakan koefisien korelasi dapat digunakan secara efisien jika tidak terdapat peubah lain yang berpengaruh terhadap hubungan tersebut. Pemecahan koefisien korelasi menjadi pengaruh langsung dan tidak langsung dapat memperlihatkan sampai sejauhmana tingkat kepentingan relatif suatu komponen terhadap sifat utamanya.

Nilai pengaruh langsung dan tidak langsung antara tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, umur berbunga, hasil daun basah per tanaman terhadap hasil rajangan disajikan pada tabel 21. Pengaruh langsung dan tidak langsung antara beberapa sifat dengan hasil rajangan dan, pengaruh antara hash rajangan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman disajikan pada gambar 2. Hasil daun basah merupakan sifat yang mempunyai pengaruh langsung ter -

Tabel 21. Pengaruh langsung dan tidak langsung untuk sifat tinggi tanaman (X_1), jumlah daun (X_2), luas daun (X_3), umur berbunga (X_4), hasil daun basah per tanaman (X_5) terhadap hasil rajang

Sifat-sifat	Pengaruh langsung thdp hasil rajangan (Y)	Pengaruh tidak langsung terhadap Y melalui					Koef. Korelasi
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
X_1	0.17	-	-0.08	0.10	-0.02	-0.70	-0.52
X_2	-0.50	0.03	-	0.99	0.00	-1.26	-0.73
X_3	-1.09	-0.02	0.45	-	0.00	1.71	1.06
X_4	0.06	-0.05	-0.02	-0.09	-	0.19	0.10
X_5	1.74	-0.07	0.36	-1.07	0.01	-	0.97

Keterangan: X_1 =tinggi tanaman; X_2 =jumlah daun; X_3 =luas daun; X_4 =umur berbunga; X_5 =hasil daun basah per tanaman

besar terhadap hasil rajangan. Hal ini berarti bahwa hasil daun basah merupakan sifat yang mempunyai kepentingan relatif paling tinggi terhadap hasil rajangan. Adanya pengaruh langsung yang tinggi menunjukkan bahwa dengan peubah yang

lain bersifat tetap, peningkatan hasil daun basah akan meningkatkan hasil rajangan.

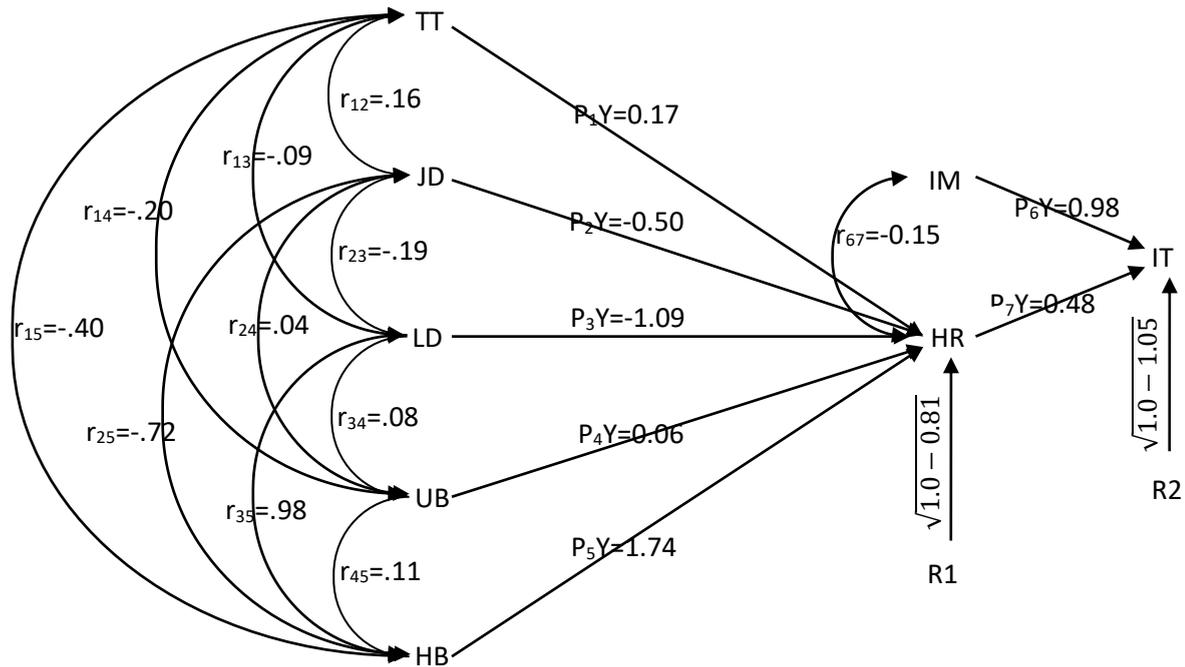
Tingginya nilai koefisien korelasi pada hubungan antara hasil daun basah dengan basil rajangan selain ditentukan oleh pengaruh langsungnya yang sangat tinggi juga didukung oleh pengaruh tidak langsung hasil daun basah melalui jumlah daun dan umur berbunga. Pada hubungan antara luas daun dengan hasil rajangan, tingginya koefisien korelasi diantara pasangan sifat ini ditentukan oleh pengaruh tidak langsung luas daun melalui hash than basah yang tinggi diikuti jumlah daun, walaupun pengaruh langsungnya bersifat negatif tinggi. Pada keadaan dimana nilai koefisien korelasi mendekati nilai koefisien lintasnya (pengaruh langsungnya) seperti pada hubungan antara hasil daun basah dengan hasil rajangan menunjukkan bahwa keeratan hubungan yang dinyatakan oleh koefisien korelasi tersebut mendekati kebenaran.

Pengaruh langsung antara hasil rajangan dan indeks mutu terhadap indeks tanaman adalah sebagai berikut:

- a). Hubungan antara indeks tanaman dengan hasil rajangan
- | | |
|---|---------|
| • Pengaruh langsung | = 0.98 |
| • Pengaruh tidak langsung melalui indeks mutu | = -0.07 |
| <hr/> | |
| Pengaruh langsung + tidak langsung | = 0.91 |
- b). Hubungan antara indeks tanaman dengan indeks mutu
- | | |
|--|---------|
| • Pengaruh langsung | = 0.48 |
| • Pengaruh tidak langsung melalui hasil rajangan | = -0.15 |
| <hr/> | |
| Pengaruh langsung + tidak langsung | = 0.33 |

Pada hubungan antara indeks tanaman dengan hasil rajangan, tingginya nilai koefisien korelasi pada pasangan sifat tersebut disebabkan oleh karena pengaruh langsung antara hasil rajangan dengan indeks tanaman yang sangat tinggi. Pada hubunga antara indeks mutu dengan indeks tanaman, cukup tingginya nilai koefisien korelasi pada pasangan sifat tersebut juga disebabkan karena pengaruh langsung antara indeks mutu terhadap indeks tanaman yang cukup tinggi.

Analisis koefisien lintas memberikan gambaran yang agak berbeda dengan analisis korelasi sederhana. Bila dilihat hubungan antara luas daun dengan hasil rajangan nampaknya luas daun memberikan sumbangan yang sangat berarti terhadap hasil rajangan karena memiliki koefisien



Gambar 2. Diagram lintas hubungan antara tinggi tanaman (TT)= X_1), jumlah daun (JD= X_2), luas daun (LD= X_3), umur berbunga (UB= X_4), hasil daun basah per tanaman (HB= X_5), hasil rajangan (HR= X_6), indeks mutu (IM= X_7) dan indeks tanaman (IT)

korelasi tinggi ($r_G = 1.06^*$). Akan tetapi dengan analisis sidik lintas dapat diungkapkan bahwa sesungguhnya luas daun mempunyai pengaruh langsung negatif yang besar terhadap hasil rajangan = - 1.09^*). Kuatnya hubungan antara kedua sifat tersebut disebabkan adanya dukungan dari pengaruh tidak langsung luas daun melalui hasil daun basah dan jumlah daun yang nilainya masing-masing sangat besar dan cukup besar. Hubungan antara tinggi tanaman dengan hasil rajangan, nilai pengaruh langsungnya yang positif tertutupi oleh pengaruh tidak langsung melalui sifat-sifat lain yang bernilai negatif terutama melalui hasil daun basah, jumlah daun dan umur berbunga. Pada hubungan antara jumlah daun dengan hasil rajangan, korelasi negatif yang tinggi selain disebabkan oleh pengaruh langsungnya yang bernilai negatif juga didukung oleh pengaruh tidak langsungnya melalui hasil daun basah. Oleh karena itu, analisis hubungan yang hanya mengandalkan nilai korelasinya saja dapat memberi kesan yang menyesatkan.

Menurut Dewey dan Lu (1959) perbedaan antara analisis korelasi dengan analisis koefisien lintas timbul dari kenyataan bahwa secara sederhana metode korelasi mengukur hubungan timbal-balik tanpa melihat penyebabnya, sedangkan metode analisis koefisien lintas mengkhususkan pada penyebabnya serta mengukur tingkat kepentingan relatifnya. Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini berbeda dengan hasil yang telah diperoleh sebelumnya. Dalam penelitian ini, hasil daun basah memiliki efek langsung yang kuat terhadap hasil rajangan. Hasil penelitian Janardhan dan Nataraju (1990) menunjukkan bahwa luas daun mempunyai pengaruh langsung yang kuat terhadap hasil krosok. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat bahwa hasil rajangan memiliki pengaruh langsung yang kuat terhadap indeks tanaman diikuti oleh indeks mutu.

Berdasarkan analisis koefisien lintasan pada penelitian ini, maka perbaikan hasil rajangan dapat dilakukan melalui seleksi secara langsung terhadap hasil daun basah. Selain itu, perbaikan sifat indeks tanaman dapat dilakukan melalui seleksi secara langsung terhadap hasil rajangan. Disamping itu, dapat juga dilakukan dengan seleksi secara simultan dengan mempertimbangkan hasil daun basah dan hasil rajangan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari serangkaian percobaan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis galur x penguji menunjukkan bahwa daya gabung umum galur-galur yang dievaluasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati, kecuali indeks mutu tidak nyata. Daya gabung umum penguji hanya nyata terhadap umur berbunga. Daya gabung khusus untuk sifat tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun tidak nyata, sedangkan hasil daun basah per tanaman, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman berpengaruh nyata.
2. Setiap genotip mempunyai kemampuan yang berbeda untuk berkombinasi dengan genotip yang lain dalam menghasilkan turunan yang baik. Galur-galur yang menunjukkan efek daya gabung umum tinggi dapat dipilih menjadi tetua betina dan penguji sebagai tetua jantan. FA32, FA39, FA38, FA28, FA26, FB 18, FB 15, FB45 dan FA31 merupakan galur-galur yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk sifat tinggi tanaman; FB18, FA21, FB13, FA28, FB47 dan FB46 memiliki daya gabung umum tinggi untuk sifat jumlah daun; FA22, FA26, FB14, FA38, FA25, FA31, FA27, FA39 dan FA28 mempunyai daya gabung umum tinggi untuk sifat luas daun; FA21, FB43, FA31, FA38, FB16, FB17, FA29, FB15, FA24, FA32 dan FA39 memiliki daya gabung umum tinggi untuk sifat umur berbunga; FA31, FB 12, FA22, FB19, FA25, FA21, FB14, FB15, FA26, FA34 dan FA28 mempunyai daya gabung umum tinggi untuk hasil daun basah per tanaman; FB12, FB19, FA31, FA22, FA27, FB14, FB15 dan FA25 memiliki daya gabung umum tinggi untuk sifat hasil rajang; FA31, FB12, FB14, FB15, dan FB19 merupakan galur-galur yang mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk sifat indeks tanaman. Dari 2 penguji yang digunakan, Pracak-95 merupakan penguji yang memiliki efek daya gabung umum tinggi untuk sifat umur berbunga, sedangkan Cangkring mempunyai efek daya gabung umum tinggi untuk sifat hasil daun basah dan indeks tanaman
3. Setiap kombinasi persilangan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan keturunan yang diinginkan. Beberapa kombinasi persilangan yang memiliki efek daya

gabung khusus tinggi adalah FA22/Prancak-95, FA26/Prancak-95, FA34/Prancak-95, FA40/Prancak-95, FBI4/Prancak-95, FB19/Prancak-95, FB47/Prancak-95, FA24/Cangkring, FA38/Cangkring, FB11/Cangkring, FB18/Cangkring, FB43/Cangkring dan FB45/Cangkring untuk umur berbunga, FBI0/Cangkring, FB7/Prancak-95, FA28/Cangkring, FBI3/Cangkring, FA26/Prancak-95, FB45/Cangkring dan FB47/Cangkring untuk hasil daun basah; FA26/Prancak-95, FA25/Prancak-95, FB7/Prancak-95, FB11/Prancak-95, FB50/Prancak-95, FA28/Cangkring, FA30/Cangkring, dan FB45/Cangkring untuk sifat hasil rajangan; FBI0/Cangkring, FA32/Prancak-95, FB47/Cangkring, FA30/Prancak-95, FA27/Cangkring, FB50/Cangkring, FA28/Prancak-95, FA31/Prancak-95, FB18/Prancak-95, FA25/Cangkring, FA26/Cangkring, FA13/Cangkring, FA39/Cangkring, FA21/Cangkring dan FA29/Prancak-95 untuk indeks mutu; FB10/Cangkring, FBI3/Cangkring, FA27/Cangkring, FB47/Cangkring, FB45/Cangkring, FB11/Prancak-95 dan FA26/Prancak-95 untuk sifat indeks tanaman

4. Terdapat 4 galur yang memiliki nilai indeks tanaman lebih tinggi dibanding varietas Prancak-95 sebagai pembanding
5. Hasil analisis persilangan dialel menunjukkan bahwa perlakuan genotip mempunyai pengaruh nyata terhadap seluruh sifat yang diamati
6. Demikian pula, daya gabung umum dan khusus berpengaruh nyata terhadap semua sifat yang diamati. FA27, FA31, FB10 dan FB12 untuk sifat tinggi tanaman; cangkring, F810, FB12 dan FB14 untuk jumlah daun; Prancak-95, Cangkring, FA27 dan FA31 untuk luas daun; FA31, F810, FB12, dan FB14 untuk umur berbunga; Prancak-95, Cangkring, FA31 dan FB14 untuk hasil daun basah; Prancak-95, Cangkring, dan FB14 untuk hasil rajangan; Prancak-95, FB7 dan FB10 untuk indeks mutu; Prancak-95, Cangkring, FA31 dan FB14 untuk sifat indeks tanaman merupakan galur-galur yang memiliki efek daya gabung umum tinggi sehingga dapat dijadikan tetua betina untuk menghasilkan tanaman baru yang mempunyai sifat yang diinginkan
7. Kombinasi persilangan yang mempunyai efek daya gabung khusus tinggi adalah FBI2/FA27, FB19/FA27, FBI9/FB14, FB15/FA31, FB19/FB10, FB12/Prancak-95, FB15/Prancak-95, FB12/Cangkring, FA27/Cangkring, FB19/FA31, FB14/FA27, FBI0/Cangkring, FA31/cangkring, FB15ff814, FB14/FB12,

FB14, trB10, F812ffA31, FB1giFB15, FB14/FA31 dan FB15/FB10 untuk tinggi tanaman, FBI2|FA27, FBI4|cangkring, FBI2|Cangkring, FB15/F810, FB15/FA31, FBI9/FBI4 dan FB19/FA31 untuk sifat jumlah daun, FB12/FA27, FBI4/FB12, FBI9/FB10, FB10/FA31, FB19/FA27, FA31/Prancak-95, FA31/Cangkring, FB19/FA31, FB15/F814, FB14/FB10, FB19/FB15, FB14/Cangkring, FB10/Cangkring, FB15/FB12 dan FB15/FA27 untuk sifat luas daun; FB14/FB10, FB10/FA31, FB15/FA31, FA31/Prancak-95, FB14/FB12, FB19/FB10, FB12/FA31, FBI2/FA27, FB19/FB14, FB12/Cangkring, FB14/FA31, FA27/Cangkring, FB10/Prancak-95, FB19/FA27, FB19/FB12, FB15/Cangkring, FB19/FB15, FB19/Prancak-95 dan FB14/Prancak-95 untuk sifat umur berbunga; FBI2/FA27, FBI2/FA31, FB15/FB14, FB14/FBI2, FBI4/Cangkring, FBI0/Cangkring, FA31/Cangkring, FB19/Prancak-95 dan FBI5/FA27 untuk sifat hasil daun basah per tanaman; FB12/FA27, FBI0/Cangkring, FBI4/Cangkring, FBI5/F814, FB19/FB10 dan FB14/FB12 untuk sifat hasil rajangan, FB19/Prancak-95, FB14/FA27, FA27/Cangkring, FB10/Cangkring, FBI4/FBI2, FBI9/FB14, FB19/Cangkring, FBI9/FB10, FA31/Prancak-95, FB15/Prancak-95, FB19/FA27 dan FB15/FB10 untuk sifat indeks mutu; FBI0/Cangkring, FBI2/FA27, FA31/Cangkring, FA31/Cangkring, FB14/Cangkring, FB14/FB12, FB19/FB10, FA31/Prancak-95, FB19/Prancak, FB12/FA31, FB15/F814 dan FB15/F810 untuk sifat indeks tanaman

8. Efek daya gabung yang tinggi berdasarkan evaluasi silang puncak tidak selamanya menunjukkan efek daya gabung yang tinggi bila dievaluasi berdasarkan prosedur persilangan dialel
9. Efek heterosis yang dihitung berdasarkan tetua tertinggi berkisar antara -1,95% sampai 21,00% untuk tinggi tanaman, -36,05% hingga 4,63% untuk jumlah daun, -19,06% sampai 62,38% untuk luas daun, -4,60% hingga 5,50% untuk umur berbunga dan -17,24% sampai 16,30% untuk hasil daun basah per tanaman. Efek heterosis berdasarkan varietas standar berkisar antara -27,16% hingga 13,41% untuk hasil rajangan, -15,30% sampai 9,52% untuk indeks mutu dan -26,56% hingga 14,80% untuk sifat indeks tanaman
10. Kombinasi genotip dengan varietas lokal Cangkring menghasilkan efek heterosis yang kurang menonjol untuk semua sifat yang diamati
11. Koefisien keragaman genetik pada seluruh sifat yang diamati

tergolong sedang sampai tinggi Koefisien keragaman genetik untuk sifat umur berbunga, hasil rajangan, indeks mutu dan indeks tanaman tergolong sedang dan beberapa sifat lainnya seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan hasil daun basah per tanaman memiliki koefisien keragaman genetik tergolong tinggi

12. Gen aditif lebih penting dibanding gen dominan dalam mengendalikan seluruh sifat yang diamati, kecuali umur berbunga dimana gen dominan lebih penting daripada gen aditif
13. Hasil analisis koefisien korelasi menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi genetik negatif terhadap hasil rajangan. Umur berbunga memiliki korelasi genetik positif tidak nyata terhadap hasil rajangan. Luas daun dan hasil daun basah per tanaman mempunyai korelasi genetik positif tinggi terhadap hasil rajangan sedangkan hasil rajangan dan indeks mutu mempunyai korelasi positif nyata terhadap indeks tanaman. Hasil analisis koefisien lintas menunjukkan bahwa hasil daun basah per tanaman mempunyai efek langsung yang kuat terhadap hasil rajangan sedangkan hasil rajangan memiliki efek langsung yang tinggi terhadap indeks tanaman diikuti indeks mutu

5.2. Saran-saran

- a. Dalam memanfaatkan efek daya gabung umum hendaknya genotip-genotip yang memiliki efek daya gabung umum tinggi dapat dipilih sebagai tetua betina tanpa mempertimbangkan nilai rata-rata dari sifat tersebut. Selain itu, dalam memanfaatkan efek daya gabung khusus yang baik pada suatu hibrida hendaknya dipilih kombinasi persilangan yang memiliki efek daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi
- b. F A26, FA32, FB43 dan FB46 merupakan galur-galur harapan yang memiliki nilai indeks tanaman lebih tinggi dibanding varietas komersial (Prancak-95) sehingga disarankan secara langsung dapat diuji pada beberapa musim dan lokasi untuk melihat penampilan sifat indeks tanaman
- c. Dalam menduga daya gabung pada tanaman tembakau hendaknya penilaian dilakukan berdasarkan analisis galur x penguji terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan analisis persilangan dialel untuk memperoleh genotip-genotip superior sesuai sifat yang diinginkan

- d. Prancak-95, Cangkring, FA31 dan FB14 merupakan genotip-genotip yang memiliki daya gabung umum baik untuk sifat indeks tanaman sehingga disarankan agar menggunakannya sebagai tetua betina dalam program persilangan untuk meningkatkan hasil dan mutu tembakau Madura
- e. Dalam memanfaatkan efek heterosis hendaknya dipertimbangkan nilai rata-rata dan efek daya gabung khusus dari suatu kombinasi persilangan. FB10/Cangkring, FB14/Cangkring dan FA27/Cangkring merupakan kombinasi persilangan yang memiliki efek heterosis, daya gabung khusus dan nilai rata-rata yang tinggi dibanding kombinasi persilangan yang lain sehingga disarankan untuk menggunakannya bila seleksi ditujukan untuk menghasilkan indeks tanaman yang tinggi
- f. Beberapa sifat yang memiliki peran gen aditif lebih menonjol dibanding gen dominan disarankan menggunakan seleksi massa untuk memperbaiki sifat yang dituju sedangkan bila peran gen dominan lebih penting maka disarankan agar perbaikan sifat langsung ditujukan untuk menghasilkan varietas hibrida
- g. Luas daun dan hasil daun basah per tanaman dapat digunakan sebagai kriteria seleksi tidak langsung untuk meningkatkan hasil rajangan. Hasil rajangan dapat digunakan sebagai kriteria seleksi langsung untuk memperbaiki indeks tanaman tembakau Madura

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, J.C.S. and R.W. Curnow, 1966. On The Choice of Tester Parent For The Breeding of Synthetic Varieties of Maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 6:541-544.
- Anwari, M., 1992. Pemuliaan Tanaman Padi. hal. 1-16. *Dalam (ed).* Astanto Kasno, Marsum Dahian dan Hasnam. Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I. Komda Jawa Timur.
- Badwal, S.S. and H. Singh, 1973. Effect of Growth Habit on Correlations and Path Coefficients In Groundnut. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 33:101-111.
- Baihaki, A., 1989. Phenomena Heterosis. Makalah disajikan Pada Latihan Teknik Pemuliaan Tanaman dan Hibrida, Bagi Staf Litbang Deptan di Fakultas Pertanian UNPAD, Jatinangor 30 Agustus - 4 September tahun 1989.
- Baker, R.J., 1978. Issues in Diallel Analysis. *Crop Sci.* 18:533-536.
- Bari, A., S. Musa dan E. Sjarnsudin, 1974. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Institut Pertanian Bogor.
- Basuki, N., 1995. Pendugaan Peran Gen. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Bhatia, C. R., 1975. Criteria For Early Generation Selection In Wheat Breeding Programmes For Improving Protein Productivity. *Euphytica* 24:789-794.
- Board, J.J., M.S. Kang and B.G. Harville, 1997. Path Analysis Identity Indirect Selection Criteria For Yield of Late-Planted Soybean. *Crop Sci.* 37:879-884.
- Bobby, T.P.M. and N. Nadarajan, 1993. Genetic Analysis of Yield Components in Rice Involving CMS Lines. *IRRN.* 18(1):8-9.
- Bohn, M., H.F. Utz and A.E. Melchinger, 1999. Genetic Similarities Winter Wheat Cultivars Determined on The Basis of RFLPs, AFLPs and SSRs and Their Use For Predicting Progeny Variance. *Crop Sci.* 39:228-237.
- Boye-Goni, S.R. and V. Marcarian, 1985. Diallel Analysis of Aluminium Tolerance in Selected Lines of Grain Shorgum. *Crop Sci.* 25(5):749-752.
- Burk, L.G. and J.F. Chaplin, 1980. Variation Among Anther-Derived Haploids From A Multiple Disease-Resistance Tobacco Hybrid. *Crop Sci.* 20(3):334-338.

- Call, N.M., K.H. Quesenberry., D.S., D.S. Wofford and R.A. Dunn, 1997. Combining Ability Analysis of Resistance to Shouthern Root-Knot Nematode in Red Clover. *Crop Sci.* 37:121-124.
- Chang, E.Y and Shyu, C.C., 1976. Study of The General and Specific Combining Ability In Flue-Cured, Burley and Turkish Tobacco. *Tob. Res. Inst. Bull.* (5):1-9.
- Chaplin, J. F., 1966. Comparative Performance of F₁ Flue-Cured Tobacco Hybrid and Their Parents. I. Agronomic and Quality Characteristics. *Tob. Sci.* 10:126-130.
- , T.W. Graham and Z.T. Ford, 1962. Agronomic and Chemical Characteristics of Certain Old-line Varieties of Flue-Cured Tobacco. *Tob. Sci.* VI:16-20.
- Chen, S.Y., 1976. Diallel Analysis and Phenotypic Recurrent Selection For High Yield and Low Alkaloid Content in Burley Tobacco. *Tobacco Abstract.* 20(3):333-334.
- Cho, M.C. and K.Y. Chang, 1990. Path Coefficient Analysis of Yield-Characters in Tobacco. *Korean J. Crop Sci.* 35(1):90-96.
- Christe, B.R. and V.I. Shattuck, 1992. The Diallel Cross: Design, Analysis, and Use For Plant Breeders. 9-36p. *In.* Jules Janick (*ed.*). *Plant Breeding Reviews.* Volume 9.
- Cockerham, M.V., 1954. An Extention of The Consep of Partitioning Heredity Variance fo Analysis Covarian Among Relative When Epistasis is Present. *Genetics.* 39:859-882.
- Collins, W.K. and S.N. Hawks, Jr., 1993. Principles of Flue-Cured Tobacco Production. First Edition. N. C. State University.
- Comstock, R.E., H.F. Robinson dan P. Harvey, 1949. A Breeding Procedure Designed to Make Maximum Use of Both General and Specific Combining Ability. *Agron. J.* 41:360-367.
- Coyle, G.G., and C.W. Smith, 1997. Combining Abvility For Within-Boll Yield Components in Cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 37:1118-1122.
- Dahlan, M dan S. Slamet, 1992. Pemuliaan Tanaman Jagung. hal. 17-38. *Dalum (ed).* Astanto Kasno, Marsum Dahlan dan Hasnam. Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I. Komda Jawa Timur.
- , M.J. Mejaya, S. Slamet., Mujiono dan F. Kasim, 1997. Combining Ability Among S₂ Lines Derived From Two Late Maize Populations. *Indonesian J. Crop. Sci.* 12(1-2):1-6.
- Dean, E.C., 1974. Heterosis, Inbreeding Depression and Combining Ability in Diallel Crosses of Cigar-Wrapper Tobacco. *Crop Sci.* 10:705-707.

- Dewey, D.R. and K.H. Lu, 1959. A Correlation and Path Coefficient Analysis of Component of Crossed Wheatgrass Seed Production. *Agron. J.* 51:515-518.
- Dias, L.A.S., and P.Y. Kageyama, 1995. Combining Ability For Cacao (*Theobroma cacao* L.) Yield Components Under Southern Bahia Condition. *Theor. Appl. Genet.* 90:534-541.
- Dubey, R.S., 1975. Combining Ability in Cigar Filler Tobacco. *Indian. J. Genet. Plant Breed.* 35(1):76-82.
- Dudley, J.W. and R.H. Moll, 1969. Interpretation and Use of Estimates of Heritability and Genetics Variant in Plant Breeding. *Crop Sci.* 9:257-262.
- Edwards, L.H., H. Ketata and E. L. Smith, 1976. Gene Action of Heading Date, Plant Height and Others Characters in Two Winter Wheat Crosses. *Crop Sci.* 16(2):275-277.
- Eckebil, J.P., W.M. Ross., C.O. Gardner and J.W. Maranville, 1977. Heritability Estimates, Genetic Correlations, and Predicted Gains From S1 Progeny Test in Three Grain. Sorghum Random-Mating Populations. *Crop Sci.* 17:373377
- Falconer, D.S., 1989. Introduction to Quantitative Genetics. (*third edition*) The Ronald Press Co. New York. 437p.
- Falconer, D.S. and Mackay T.F.C., 1996. Introduction To Quantitative Genetics. *Fourth edition.* Longman Group Ltd. 464p.
- Fan, C.J. and M. K. Aycock, 1974. Diallel Cross Among Maryland Cultivars of Tobacco. *Crop Sci.* 8(6):732-735.
- Gai, J., Z. Cui, D. Ji., Z. Ren and D. Ding, 1995. A Report an The Nuclear Cytoplasmic Male Sterility From A Cross Between Two Soybean Cultivars. *Soybean Genetics Newl.* 22:55-58.
- Gaspersz, V., 1991. Metode Perancangan Percobaan. Armico, Bandung.
- Gilchrist, S.N., 1999. Productions Practices Oriental Tobacco. 154-165p. *In.* D. Layten Davis and Mark T. Nielsen (*ed.*) From Tobacco Production, Chemistry and Technology. Blackwell Science.
- Hodges, D.M., C.J. Andrews., D.A. Johnson and R.I. Hamilton, 1997. Sensitivity of Maize Hybrids to Chilling and Their Combining Abilities at Two Development Stages. *Crop Sci.* 37:850-856.
- Holland, J.B. and M.M. Goodman, 1995. Combining Ability of Tropical Accesion With U.S. Germplasm. *Crop Sci.* 35:767-773.
- Ibrahim, H., B. Slavik and Avratovscucova, 1984. Yield and Yield Component in Flue-cured Tobacco and Their Genetic Analysis. *Biologia Plantarum (Praha).* 26(4):285-292.

- Isdijoso, S.H., H. Djuffan, A.W. dan H.S. Joyosupeno, 1996. Pasok dan Kebutuhan Tembakau: 1. Tembakau Voor Oogst Secara Umum. hal 17-29. *Dalam* Prosiding Pertemuan Nasional Tembakau Voor Oogst. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta-Indonesia.
- , Hartono, J. dan Mukani, 2000. Agribisnis Berbasis Tembakau. Balittas, Malang
- Isleib, A.R. and J.W. Wynne, 1983. Heterosis In Testcross of 27 Exotic Peanut Cultivar. *Crop Sci.* 25:117-127.
- James, N. I., 1971. Yield Components In Random and Selected Sugarcane Populations. *Crop Sci.* 11:906-908.
- Jan-orn, J., C.O. Gardner and W.M. Ross, 1976. Quantitative Genetic Studies of The NP3R Random-Mating Grain Sorghum Population. *Crop Sci.* 16(4):489-496.
- Janardhan, K.V. and S.P. Nataraju, 1990. Path Analysis for Yield in FCU Tobacco. *Tob. Res.* 16(2):135-138.
- Jensen, N.F., 1983. Crop Breeding As a Design Science. 21-30 pp. *In*. Crop Breeding. D.R. Wood, K.M. Rawal and M.N. Wood (ed.). Madison, Wisconsin.
- Johnson, H.W., H.F. Robinson, and R.E. Comstock, 1955. Genotypic and Phenotypic Correlations In Soybeans and Their Implications in Selections. *Agron. J.* 47:477-483.
- Johnson, G.R. and K.J. Frey, 1967. Heritabilities of Quantitative Attributes of Oats (*Avena* sp.) at Varying Levels of Enviroments Stress. *Crop Sci.* 7:4346.
- Kang, M.S., A.K. Din., Yudong Zhang and R. Magari, 1999. Combining Ability For Maize Weevil Preference of Maize Grain. *Crop. Sci.* 35:1556-1559
- Kanro, Z., P.S. Tangitimbang dan A. Sulle, 1997. Analisis Persilangan Dialel Karakter Hasil Tanaman Kapas. *Zuriat* 8(2):99-104.
- Kara, S.M. and E. Esendel., 1995. Heterosis and Combining Ability Analysis of Some Quantitative Characters in Turkish Tobacco. *Tob. Res.* 21(1):16-22.
- Kasno, A., 1992. Pemuliaan Tanaman Kacang-Kacangan. hal 39-68. *Dalam* Astanto Kasno, Marsum Dahian dan Hasnam (ed.). Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I. PERHIPI Komda Jawa Timur.
- , Trustinah dan J.S Utomo, 1999. Pemilihan Tetua Pada Kacang Panjang. *Peneitian Pertanian.* 18(2):62-69
- Ketata, H., E.L. Smith, L.H. Edwards and R.W. McNew, 1976. Detection of Epistatic, Additive and Dominance Variation In Winter Wheat (*Triticum aestivum* L. cm. The11). *Crop Sci.* 16(1):1-4.

- Knight, R., 1979. Quantitative Genetics, Statistics and Plant Breeding. 41-78 p. *In*. R. Knight (ed). Plant Breeding. Australia Vice Consellers Comite, Brisbane.
- Konstrad, W.E. and W.H. Foote, 1965. General and Specific Combining Ability Estimate in Winter Wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host). *Crop Sci.* 56:616-619.
- Kuroda, S., H. Kado and R. Ikeda, 1998. Heterosis and Combining Ability For Callus Growth Rate in Rice. *Crop Sci.* 38(4):933-936.
- Kustiani, S.R., 1997. Analisis Dialel Galur-Galur Inbred Jagung (*Zea mays* L.). Tesis (*tidak dipublikasikan*). Universitas Brawijaya Malang.
- Lavannya, C., R. Vijaykumar and N. Sreeramareddy, 1997. Combining Ability of Rice Cultivars With IRRI-bred Cytoplasmic Male Sterile Lines. *IRRN.* 22(1):16-17.
- Legg, P.D and G.B Collins, 1974. Genetic Variances In a Random-Intercrossed Population of Burley Tobacco. *Crop Sci.* 14(6):805-808.
- Legg, P.D., and Collins, G.B., 1975. Genetic Parameters in a Ky 14 x Ky ex 42 Burley Population of *Nicotiana tabacum* L. *Theor. Appl. Genet.* 45:264-267.
- Legg, P.D., and B.W. Smeeton, 1999. Breeding and Genetics. 32-48 p. *In*. D. Layten Davis and Mark T. Nielsen (ed.). Tobacco : Production, Chemistry and Technology. Blackwell Science.
- Li, C.C., 1956. The Concept of Path Coefficient and Its Impact On Population Genetics. *Biometrics.* 12(2):190-210
- Li, Y.M., R.L. Chaney., A.A. Schneiter and J.F. Miller, 1995. Combining Ability and Heterosis Estimates for Kernel. Cadmium Level in Sunflower. *Crop Sci.* 35:1015-1019.
- Lipper, L.F., 1975. Heterosis and Combining Ability in Chilli Peppers by Diallel Cross. *Crop Sci* 15(3):323-325.
- Lothrop, J.E., R.E. Atkins and O.S. Smith, 1985. Variability For Yield and Yield Component in. TAPIR Grain Sorghum Random-Mating Population. II. Correlation, Estimated Gains Form Selection, and Correlated Responses to Selection. *Crop Sci.* 25(2):240-244.
- Mac Known, C.T., S.J. Crafts-Brandner and T.G. Sutton, 1999. Relation Among Soil Nitrate, Leaf Nitrate, and Leaf Yield of Burley Tobacco: Effects of Nitorgen Management. *Agron. J.* 91:613-621.
- Malligan, S.B., K.A. Gravois, K.P. Bischoff and F.A. Martin, 1990. Crop Effect On genetic Relationship Among Sugarcane Traits. *Crop Sci.* 30(4):927-931.

- Manjerrez-Sandoval, P., T.E. Carter, Jr., D.M. Webb and J.W. Burton, 1997. Heterosis In Soybean Its Prediction by Genetci Similirity Measures. *Crop Sci.* 37:1443-1452.
- Mariani, A and Y. Sack, 1966. Heterosis and Combining Ability in a Diallel Cross Among Nine Varieties of Oriental Tobacco. *Crop Sci.* 6:9-12.
- Matzinger, D.F., T.J. Mann and C.C. Cockerham, 1962. Diallel Crosses in *N. tabacum* L. *Crop Sci.* 2:383-386
- , 1968. Genetic Variability In Flue-Cured Varieties of *Nicotiana tabacum* L. III. SC58xDixie Bright 244. *Crop Sci.* 8(6):732-735
- , and E.A. Wernsman, 1967. Four Cyclus of Mass Selection in a Synthetic Variety of Autogamous Species *N. tabacum* L. *Crop Sci.* 8:239-243
- , E.A Wernsman and H.F. Ross, 1971. Diallel Cross Among Burley Varieties of *N. tabacum* L. in The F1 and F2 Generations. *Crop Sci.* 11(2):275-279
- McPerson, G.R., J.N. Jenkins, J.C. McCarty, Jr. and C.E. Watson, 1995. Combining Ability of Root-Knot Nematode Resistance in Cotton. *Crop Sci.* 35(2):373-375.
- McWhirter, K. S., 1979. Breeding of Cross-Pollinated Crops. 79-111 p. In. R. Knight (ed.) *Plant Breeding.* Australia Vice Consellors Comite, Brisbane.
- Mehetre, S.S., C.R. Mahajan, P.A.Patil, S.K. Lad and P.M. Dhumal, 1994. IRRN 19:1.
- Milligan, S.B., K.A. Gravois and F.A. Martine, 1996. Inheritance of Sugarcane Ratooning Ability and the Re;ationship of Younger Crop Traits to Older Crops Traits. *Crop Sci.* 35:45-50.
- Miller, P.A and J. A. Lee, 1965. Heterosis and Combining Ability in Varietal Top Crosses of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci.* 5:646-649.
- Miller, P.A. and A. Marani, 1964. Heterosis and Combining Ability in Diallel Crosses of Upland Cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* 4:441-444.
- Mugiono, 1996. Penampilan Heterosis Beberapa Sifat Agronomi Tanaman F 1 dari Persilangan Mutan Tanaman Padi. Hal 35-40. *Dalam* Soemarno, Had Bowo, Bambang Prajitno, Nora Augustine, K., dan Widi Wuryani (*penyunting*). *Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman IV.* PERIPI Komda, Jawa Timur.

- Mukani dan S.H. Isdijoso, 1999. Sejarah dan Peranan Tembakau Madura. Hal 75-78. *Dalam* Tembakau Madura. Monograf Balittas no. 4.
- Mungoma, C and L.M. Pollak, 1988. Heterotic Patterns Among Ten Corn Belt and Exotic Maize Populations. *Crop Sci.* 28:500-504.
- Murty, B.D., 1965. Heterosis and Combining Ability in Relation to Genetic Divergence in Flue-Cured Tobacco. *Indian. J. Genet. And Plant Breeding.* 25(1):46-56.
- Nasir, M., 1997. Pendugaan Parameter Genetik dan Daya Gabung Tanaman Cabe Merah. Tesis (*tidak dipublikasikan*). Universitas Brawijaya Malang.
- Pantalone, V.R., J.W. Burton and F.E. Carter, Jr., 1996. Soybean Fibrous Root Heritability and Genotypic Correlations With Agronomic and Seed Quality Traits. *Crop Sci.* 36:1120-1125.
- Paschal, E.H. and J.R. Wilcox, 1975. Heterosis and Combining Ability in Exotic Soybean Germplasm. *Crop Sci.* 15(3):344-349.
- Patel, A.D., B.G. Jaisani and G.J. Patel, 1976. Line x Tester Studies in Flue-Cured Virginia Tobacco. *Ahmedabab J. Res.* 1(2):99-104.
- Permadi, C., A. Baihaki, Murdaningsih, H.K. dan T. Warsa, 1990. Heterosis Hasil dan Komponen Hasil Dalam Seri persilangan Dialel Lima Tetua Kacang Hijau. *Zuriat* 1(1):23-31.
- Poespodarsono, S., 1988. Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. PAU-IPB Bekerja sama Dengan Lembaga Sumberdaya Informasi IPB, Bogor. 163 p.
- Prasannasimha Rao, G. SB., 1995. Heterosis and Combining Ability in Cigar Filler Tobacco (*N. tabacum* L.). *Tob. Res.* 21(1):28-36
- Quendeba, B., G. Ejeta., W.E. Nyquist., W.W. Hanna and A. Kumar, 1993. Heterosis and Combining Ability Among African Peral Millet Landraces. *Crop Sci.* 33:735-739.
- Quimio, C.A. and F.J. Zapata, 1990. Diallel Analysis of Callus Induction and Green-Plant Regeneration in Rice Anther Culture. *Crop Sci.* 30(1):180-192.
- Rahman, A., 1993. Heritabilitas Beberapa Karakter Pada Empt Galur Murni Tembakau Lokal Madura. *Zuriat.* 4(1):2-4.
- Rao, C.V and Narasimhayya, 1976. Line x Tester Analysis of Combining Ability in Flue-Cured Tobacco. *Indian J. Agric. Res.* 10(1):32-38.
- Rawling, J.O. and J.C.S. Allison, 1962. Performance Level as Criterion for The Choice of Maize Tester. *Crop Sci.* 2:217-220.
- Riday, H. and E.C. Brummer, 2002. Heterosis of Agronomics Traits in Alfalfa. *Crop Sci.* 42:1081-1087.

- Rochman, F., Suwarso, A. Herwati dan S. Basuki, 2000. Stabilitas Hasil dan Mutu Galur-Galur Baru Tembakau Temanggung. *Jurnal LITTRI*. 5(4):141144.
- Rohman, F., A. Rahman, R. Mardjono dan Herwati, A., 1991. Cara Pewarisan Beberapa Karakter Agronomis Pada Tembakau Yoga Voor Oogst. *Zuriat*. 2(2):58-64.
- Ronald, P.S., P.D. Brown, G.,A. Penner, A. Brule-Babel and S. Kibite, 1999. Heritability of Hull Percentage in Oat. *Crop Sci*. 39:2-57.
- Rooney, W.L., D.Z. Skinner and J.O. Fritz, 1997. Combining Ability for Protein Degradability in Alfalfa. *Crop Sci*. 37:128-131.
- Salazar, F.S., S. Pandey., L. Naro., J.C. Perez, H. Ceballos., S.N. Parentoni and A.F.C. Bahia Filho, 1997. Diallel Analysis of Acid-Soil Tolerant an Intolerant Tropical Maize Populations. *Crop Sci*. 37:1452-1462.
- Samonte, S.O. PB., L.T. Wilson and A.M. McClung, 1998. Path Analysis of Yield and Yield-Related Traits of Fifteen Diverse Rice Genotype. *Crop Sci*. 38:1130-1136.
- Samudin, S., 1997. Kegiatan Gen, Pewarisan, Heritabilitas dan Korelasi Beberapa Sifat Agronomi Hasil Persilangan Tembakau Prancak-95 dan Ismir. Tesis (*tidak dipublikasikan*). Universitas Brawijaya Malang.
- Santoso, J., 1997. Pendugaan Daya Gabung Beberapa Galur Inbred Jagung. Tesis (*tidak dipublikasikan*). Universitas Brawijaya Malang.
- Sasmal, B and S.P. Banerjee, 1986. Combining Ability For Grain Yield and Other Agronomis Characters in Rice. *J. Agron. Crop Sci*. 156:18-23.
- Satoto, R. Setiamihardja, B. Suprihatno dan A. Baihaki, 1993. Analisis Line x Tester Untuk Hasil dan Komponen Hasil Lima Genotip Mandul Jantan Sitoplasmik-Genetik Padi. *Zuriat* 4(1):25-30.
- Satyanarayana, P.V., I. Kumar and M.S.S. Reddy, 1998. Studies On Combining Ability and Heterosis in Rice. *IRRN*. 23(3):10.
- Scossiroli, A., Ferrari, and G. Haussmann, 1963. Genetic Variability for Quantitative Characters in Alfalfa. 597-608. *In*. W.D. Hanson and H.F. Robinson. (*ed.*). *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Sharma, H.C., C.V. Abraham, P.Vidyasagar and J.W. Stenhose, 1996. Gene Action For Resistance in Sorghum to Midge, *Contarinia sorghicola*. *Crop Sci*. 36:259-265.

- Siahaan, A.C., 1995. Evaluasi Pelaksanaan Pengembangan Pertembakauan Melalui Intensifikasi Tembakau VO Tahun 1995. Pertemuan Teknis Tembakau Voor-Oogst Nasional di Surabaya, 2-3 Oktober 1995.
- Singh, D.N., and B. Singh, 1991. Comparative Study On Diallel, Partial Diallel and Line x Tester Analysis In Mustard (*Brassica juncea* L.(CZERN & COSS)). Indian J. Genet. 51(4):400-404.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary, 1979. Biometric Methods In Quantitative Genetic Analysis. Kalyany Publisher. Ludhiana, New Delhi. pp 304.
- Smith, G.A., S.S. Martin dan K.A. Ash, 1977. Path Coefficient Analysis of Sugarbeet Purity Components. Crop Sci. 17(3):249-253.
- Song, S.P. and P.D. Walton, 1975. Combining Ability, Genotipe x Enviroment Interactions and Genotipyc Correlations of Agronomic Characters in *Medicago sativa* L. Euphytica. 24:471-481.
- Sprague, G.F., 1967. Quantitative Genetics In Plant Improvement. 315-354 pp. In Kennet, J and Frey (*ed.*). Plant Breeding. The Iowa state Univ. Press. Ames, Iowa.
- Steel, G. D. H and J. H. Torrie, 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Diterjemahkan Oleh Bambang Sumantri dan *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Stuber, C.W., 1980. Mating Designs, Field Nursery Layouts, and Breeding Records. 83-104p. In Walter R. Fehr and Henry H. Hardley. Hibridization of Crop Plants. Madison, Winconsin, USA.
- Suhartini, T., Suwarno dan Syafaruddin, 1996. Pendugaan Parameter Genetik Toleransi. Keracunan Besi Pada Tanaman Padi Sawah Melalui. Analisis Dialel. Zuriat 7(1):33-39.
- , A.A. Daradjat, Warsono, Sudarno dan W.S Ardjasa, 1999. Analisis Korelasi dan Koefisien Lintasan Komponen Hasil Terhadap Hasil Padi Sawah Pada Lahan Keracunan Fe. Penelitian Pertanian. 18(2):1-16
- Sumartini, Hasnam, Kristamtini, Indrayani dan Mardjan, 1998. Evaluasi Kapas Hibrid F₁ Intra-Hirsutum *Gossypium hirsutum* L. J. LITTRI. 3(IV):90-96.
- Suprihatno, B. dan Satoto, 1986. Vigoir Hibrid Untuk Hasil dan Komponen Hasil Pada Beberapa Kombinasi Fl Hibrida. Media Penelitian Sukamandi. 3:511

- Suwarso, A. Herwati., Isdijoso, S.H., F. Rochman, Slamet, B. Supriyadi dan Yasin, 2001a. Stabilitas Hasil dan Mutu Hibrida F1 Tembakau Madura. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2000. Hal 1-11.
- , 2001b. Seleksi dan Analisis Kadar Nikotin Galur Persilangan Tembakau Madura. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2000. Hal 12-23.
- , 1982. Pendugaan Daya Gabung Sifat-Sifat Agronomis pada Beberapa Varietas Tembakau Virginia Flue-Cured (*Nicotiana tabacum* L.). Thesis (*tidak dipublikasikan*). Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor .p50.
- , 2000. Perbaikan Mutu dan Penurunan Kadar Nikotin Tembakau Dengan Galur-Galur Baru dan Pengelolaan Lingkungan. RPTP tahun 2000, Balittas Malang. 20 hal.
- , 1992. Pemuliaan Tanaman Tembakau Virginia dan Tembakau Asli. Hal 264-278. *Dalam* Astanto Kasno, Marsum Dahlan dan Hasnam (ed). Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I. PERHIPI Komda Jawa Timur.
- , 1995. Ketahanan Tembakau Lumajang Terhadap Penyakit Lanas dan Pengaruh Sumber Ketahanan Terhadap Hasil Panen dan Kualitas Krosok. Disertasi (*tidak dipublikasikan*). 130 hal.
- , Anik-Herwati, Soerjono dan Subiyakto, 1995. Potensi Hasil dan Mutu Galur-Galur Harapan Tembakau Madura. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tenmbakau dan Tanaman Serat, Malang. 22 halaman.
- , 1996. Potensi Hasil dan Mutu Galur Harapan Tembakau di Kabupaten Sumenep dan Pamekasan. Jurnal LITRI. 1(5):240-250
- , dan Anik Herwati, 1996. Korelasi Antar Sifat, Peranan Faktor Genetik dan Lingkungan Pada Tanaman Tembakau Madura. Ora Augustine, K dan Widi Wuryani, PERIPI IV, Komda Jawa Timur.
- , A. Rachman dan S.H. Isdijoso, 1998. Evaluasi Hibrida F1 dan Seleksi Generasi F3 Hasil Persilangan Tembakau Madura dan Oriental. Laporan Hasil Penelitian TA 1997/1998 Balittas, Malang. 25 halaman
- , 1999. Evaluasi Hibrida Hasil Persilangan Tembakau Madura dan Oriental. Jurnal LITTRI. IV(6):168-172

- Susanto, U., A. Baihaki, R. Setiamihardja dan T.A.D Haryanto, 2005. Variabilitas Genetik dan Daya Gabung Umum Galur-Galur Murni Jagung Melalui Analisis Topcross. *Zuriat* 12(1):1-6
- Swindell R.E. dan J.M. Poehlman, 1976. Heterosis In The Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Willzek). *Trop. Agric. (Trinidad)*. 53:25-30.
- Tang, B., J.N. Jenkins, J.C. McCarty and C.E. Watson, 1993. F2 Hybrids of Host plant Germplasm and Cotton Cultivars. I. Heterosis and Combing Ability For lint Yield and Yield Components. *Crop Sci.* 33:700-705.
- Tillman, B. L. and S.A. Horrison, 1996. Heritability of Resistance to Bacterial Streak in Winter Wheat. *Crop Sci.* 36:412-418.
- Tirtosastro S., Mukani dan Machfudz, 1996. Pasok dan Kebutuhan Tembakau; Tembakau Madura. Hal 40-45. *Dalam* Prosiding Pertemuan Nasional Tembakau Voor Oogst. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta-Indonesia.
- Tobacco International, 2000. Kreteks Provide Income For 10 Million Indonesian. 10 P.
- Tobacco International, 1998. Indonesian Cigarette Prices Hit the Roof. *Tob. Int.*, Juni 1998.
- Van Oasterom, E.J., R. Jayachandran and F.R. Bidinger, 1996. Diallel Analysis of The Stay-Green Trait and Its Components In Sorghum. *Crop Sci.* 36:549-555.
- Virmani, S.S., 1996. Hybrid Rice. *Adv. Agron.* 57:377-462.
- Welsh, J.R., 1991. Dasar-Dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman. Diterjemahkan oleh Johanis P. Mogeja dari *Fundamental of Plant Genetic and Breeding*. John Wiley and Sons, Inc.
- Widoyo, 1992. Pemuliaan Tanaman Tembakau Cerutu. Hal 279-295. Penyunting (Astanto Kasno, Marsum Dahlan dan Hasnam). PPTI, KomdaJatim.
- Yawen, Z., C. Yong and L. Xinhua, 1997. Correlation and Heritability of Grain and Leaf Characters in Indica Rice in High Yield-Conductive Enviroment of Yunnan, China. *IRRN.* 22(2):7-8.
- Zehr, B.E., S.R. Eckhoff, W.E. Nyquist and P.L. Keeling, 1996. Heritability of Product Fractions From Wet Milling and Related Properties of Maize Grain. *Crop Sci.* 36:1159-1165.

TENTANG PENULIS



Sakka Samudin, lahir tanggal 28 Desember 1966 di Tentena Kecamatan Pamona Utara Kabupaten Poso. Pada tahun 1979 lulus dari SD Nurul Iman Tentena, tahun 1982 lulus dari SMPN Tentena dan tahun 1985 lulus dari SMAN I Poso. Pada tahun yang sama terdaftar sebagai mahasiswa pada Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu dan lulus tahun 1990.

Pendidikan Strata Dua (S2) diikuti mulai tahun 1995 dan lulus tahun 1997 dengan bidang keahlian Pemuliaan Tanaman pada Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang. Pada tahun 1998 terdaftar sebagai mahasiswa Program Doktor di Universitas yang sama dan lulus tahun 2002 dengan bidang keahlian Pemuliaan Tanaman.

Penulis diangkat sebagai staf pengajar pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu sejak tahun 1992. Sejak kembali dari pendidikan, penulis mengasuh matakuliah Genetika Dasar, Genetika Lanjutan, Pengantar Pemuliaan Tanaman, Pemuliaan Tanaman Lanjutan, Bioteknologi Pertanian, Kultur Jaringan dan Perancangan Percobaan serta Tehnik Analisis dan Rancangan Persilangan di Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Starta Satu (S1). Pada tahun 2003, mengikuti pelatihan penulisan buku ajar perguruan tinggi untuk matakuliah pemuliaan tanaman. Tahun 2003–2005 dipercayakan sebagai Sekretaris Program Studi Agronomi. Mulai tahun 2005, ditunjuk sebagai Ketua Program Studi Agronomi periode 2005-2007 (melanjutkan paruh waktu karena ketua melanjutkan studi).

Berbagai kegiatan penelitian telah diikuti oleh penulis baik dalam bentuk mandiri, kerjasama dengan balai penelitian dan pemerintah daerah maupun dengan pembiayaan dana DIKTI. Selain itu, telah mengikuti kegiatan seminar baik lokal, nasional maupun internasional yang berkaitan dengan spesialisasi pemuliaan tanaman. Sebagai peneliti yang menekuni bidang pemuliaan tanaman, penulis (tim) telah melepas Varietas Unggul Lokal Bawang Merah berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian nomor: 481/Kpts./LB.240/8/2004 tanggal 5 Agustus 2004 (Bawang Merah Varietas Tinombo) dan Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 480/Kpts./LB.240/8/2004 tanggal 5 Agustus (Bawang Merah Varietas Palasa).