

PENYUAIAN DATA DAN PENGGUNAAN INFORMASI KEKERABATAN UNTUK MENDETEKSI SEGREGAN TRANSGRESIF SIFAT KUANTITATIF PADA TANAMAN MENYERBUK SENDIRI (SUATU PENDEKATAN DALAM SELEKSI)¹⁾

Data Adjustment and Use of Information from Relatives to Detect the Transgressive Segregant of Quantitative Traits in Self Pollinated Crops (An Approach in Selection).

E. Jambormias dan J. Riry

Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Pattimura Ambon

ABSTRACT

Jambormias, E. and J. Riry. 2009. Data Adjustment and Use of Information from Relatives to Detect the Transgressive Segregant of Quantitative Traits in Self Pollinated Crops (An Approach in Selection). Jurnal Budidaya Pertanian 5: 11-18.

Genetic improvement in a plant breeding program of self pollinated crops is often limited by two constraints: 1) disability to assess the best performance of genotypes that are caused by genetic or environment influences, especially in the situation of low heritabilities; and 2) disability to quickly detect the transgressive segregant of a quantitative trait in the a segregation of population that are filial of crossing. Using of data moving average of controlling genotypes of the pure line to adjusting data of all individuals in segregation of generations will estimate the expected genotypic value of genotypes, so that the environmental influence can be depressed. On the other hand, use of control genotypes variance of a pure line and cultivation according nested design can be exploited fully to quickly detect transgressive segregant from a set of family, starting from F3 filial. Expected genotypes value and result of segregant transgressive can be used hereinafter to detect relatives information in execution of selection, especially at self pollinated crops.

Key words: Data adjustment, information from relatives, transgressive segregant, selection.

PENDAHULUAN

Thomas Robert Malthus pada abad ke-18 mengemukakan bahwa laju pertumbuhan penduduk dunia berlangsung secara geometrik sedangkan peningkatan produktivitas tanaman pangan berlangsung secara linier (aritmetik), sehingga akan terjadi bencana kelaparan sebagai akibat dari ketersediaan pangan yang lebih sedikit dari pertumbuhan penduduk. Kekhawatiran ini mendorong kemajuan pemuliaan tanaman, yang untuk sementara berhasil

mengelimir ancaman kelaparan. Program revolusi hijau, dengan pendekatan perbaikan genetik tanaman dan perbaikan lingkungan tumbuh yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman, telah berhasil meningkatkan produktivitas tanaman secara spektakuler. Peningkatan produktivitas tanaman juga haruslah berlangsung secara geometrik, sehingga ketersediaan pangan selalu tersedia secara berkelanjutan dan tidak menyebabkan krisis pangan.

Program pemuliaan tanaman memainkan peranan penting untuk meningkatkan produk-

¹⁾ Disampaikan pada Seminar Nasional "Sains dan Pembangunan Berkelanjutan" dalam rangka Dies Natalies XI Fakultas MIPA Universitas Pattimura, Ambon, pada tanggal 13 Maret 2009

tivitas tanaman. Setelah penemuan kembali 'teori' Mendel pada tahun 1900 oleh von Tscermak, de Vries dan Corren, maka ilmuwan mulai menggunakan genetika dalam perbaikan sifat tanaman. Persilangan tanaman merupakan metode yang paling klasik untuk menghasilkan kombinasi gen-gen yang diinginkan dari varietas-varietas berbeda yang masing-masingnya memiliki keunggulan sendiri-sendiri. Persilangan umumnya hanya dapat berlangsung antar varietas-varietas dalam suatu spesies. Perkembangan bioteknologi telah memungkinkan pemindahan gen-gen antar organisme, misalnya fusi protoplas dan mikroprotoplas hingga transformasi gen, yang dapat memperluas *gene pools* dari suatu organisme. Perluasan *gene pools* pada tanaman turut memberikan kontribusi bagi perluasan pemuliaan tanaman.

Di Indonesia, kontribusi pemuliaan tanaman dalam mendukung ketersediaan pangan terlihat dari bermunculannya varietas-varietas baru, khususnya pada tanaman-tanaman yang merupakan komoditas strategis. Telah terjadi peningkatan produksi padi dari 6 ton Gabah Kering Giling (GKG).ha⁻¹ menjadi 10 ton.ha⁻¹ (banyak varietas) (BALITPA, 2007); kedelai dari 1-1,2 ton ha menjadi 2,5-3,5 ton.ha⁻¹; kacang tanah dari 1,8 ton.ha⁻¹ menjadi 2,6 ton.ha⁻¹ dengan potensi hasil 5.4 ton.ha⁻¹; kacang hijau dari 0,9 ton.ha⁻¹ menjadi 1,7 ton.ha⁻¹ (Suhartina, 2005).

Pelepasan suatu varietas baru dapat diperoleh melalui seleksi sebelum pelaksanaan persilangan dan seleksi setelah persilangan (Poehlman & Sleper, 1996). Pelaksanaan persilangan bertujuan untuk merakit kombinasi gen-gen baru dari sifat-sifat penting yang berada pada dua atau lebih varietas berbeda. Zuriat pertama (F1) dari suatu hasil persilangan umumnya homogen dan heterozigot, dengan homogenitas dan heterozigositas maksimum tercapai pada hasil persilangan tunggal. Heterozigositas persilangan tunggal bahkan ditemukan pada semua lokus. Hasil perkawinan sendiri (*selfing*) zuriat F1, menghasilkan zuriat F2 yang umumnya merupakan populasi hasil segregasi yang heterogen, dengan campuran individu-individu yang mengandung genotipe-genotipe homozigot, kombinasi homozigot dan

heterozigot, dan genotipe-genotipe heterozigot (Stoskopf *et al.*, 1993). Diantara genotipe-genotipe yang heterogen ini, terdapat genotipe-genotipe hasil segregasi yang bersifat transgresif (Poehlman & Sleper, 1996).

Frekuensi heterozigositas akan semakin berkurang dengan bertambahnya generasi kawin sendiri F3, F4, F5, F6 dan seterusnya, dan berimplikasi pada meningkatnya homozigositas (Allard, 1960). Pelaksanaan seleksi setelah persilangan untuk pemuliaan galur bertujuan untuk meningkatkan frekuensi genotipe-genotipe segregan transgresif yang dikehendaki dari dalam populasi homozigositas dan heterozigositas pada setiap generasi, hingga diperoleh genotipe-genotipe segregan transgresif homozigot untuk semua gen yang telah mengalami fiksasi.

Nilai fenotipe suatu tanaman tidak hanya terdiri dari pengaruh genotipe, tetapi juga oleh pengaruh lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (Falconer & Mackay, 1996). Adanya pengaruh genotipe dan interaksi genotipe x lingkungan ini akan mengaburkan penarikan kesimpulan mengenai nilai fenotipe tanaman. Oleh sebab itu, suatu individu tanaman dengan keragaan terbaik dalam suatu populasi bersegregasi belum tentu akan menghasilkan populasi zuriat atau suatu famili dengan keragaan yang sama seperti induknya, apabila keragaan terbaik pada induknya itu berasal dari kontribusi pengaruh lingkungan yang lebih besar. Keadaan inilah yang menyebabkan setiap metode seleksi memerlukan waktu paling sedikit enam generasi seleksi (S6), atau hingga mencapai sedikitnya generasi kawin sendiri F7, untuk menghasilkan suatu galur harapan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan suatu konsep pendekatan kuantitatif dalam rangka mendeteksi segregan transgresif homozigot secara cepat pada awal-awal generasi bersegregasi, dan pemanfaatannya dalam metode seleksi silsilah untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan seleksi pada tanaman menyerbuk sendiri.

Segregasi Transgresif

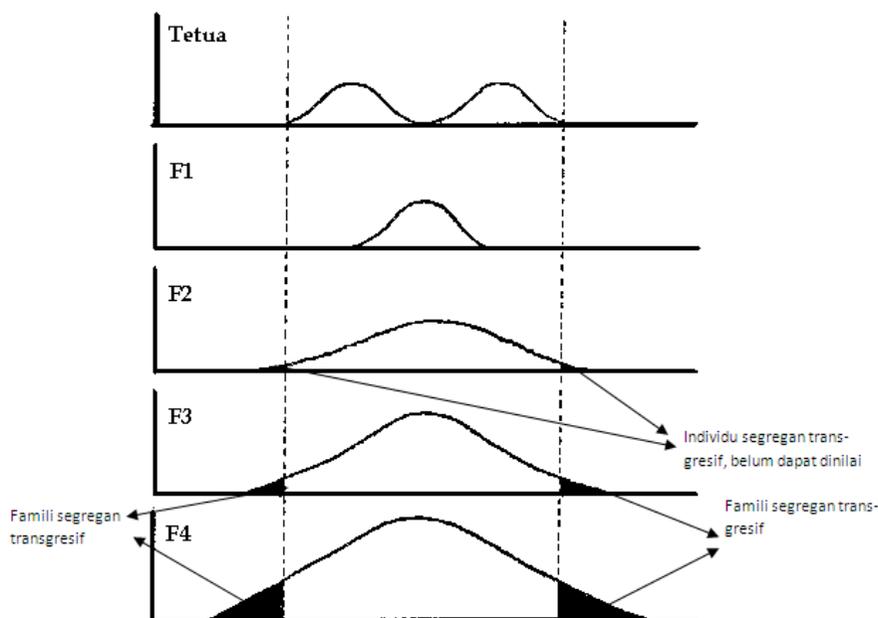
Segregasi transgresif adalah segregasi gen pada sifat-sifat kuantitatif dari zuriat hasil persilangan dua tetua yang memiliki jangkauan sebaran yang melampaui jangkauan sebaran kedua tetuanya (Poehlman & Sleper, 1996). Genotipe-genotipe dengan perilaku demikian dapat disebut sebagai segregan transgresif. Bila tidak ada pengaruh lingkungan yang besar, maka teoritis, suatu segregan transgresif telah ada pada Generasi Segregasi F2 atau pada Generasi Seleksi S0 (Gambar 1).

Segregasi transgresif membentuk dua gugus segregan transgresif dalam spektrum sebaran, yaitu lebih kecil dari sebaran tetua dengan keragaan ‘rendah’, dan lebih besar dari sebaran tetua dengan keragaan ‘tinggi’. Bila menggunakan seleksi positif, misalnya seleksi untuk memperoleh varietas yang produksi bijinya tinggi, kandungan protein biji tinggi, dan berbagai sifat yang ingin ditingkatkan nilai fenotipenya, maka gugus segregan transgresif dengan keragaan yang lebih besar dari keragaan tetua tertinggi yang akan ditingkatkan

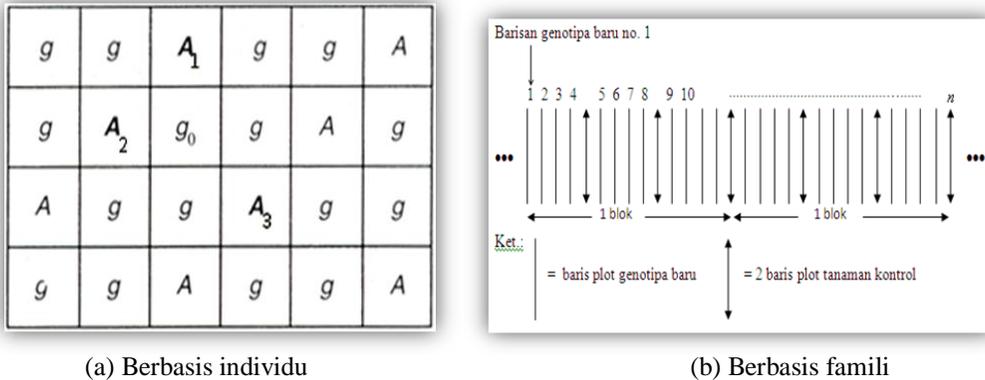
frekuensi genotipenya, sedangkan gugus segregan trasgresif dengan sebaran yang lebih kecil dari keragaan tetua rendah dibuang. Keadaan sebaliknya berlaku untuk seleksi negatif, misalnya seleksi untuk memperoleh varietas berumur genjah.

Pengendalian Pengaruh Lingkungan: Metode Penyuaian Data Sifat Kuantitatif

Zuriat hasil persilangan biasanya tidak memiliki ulangan oleh sebab tidak dapat diidentifikasinya individu-individu dengan genotipe yang sama untuk diguguskan sebagai suatu perlakuan, yang memungkinkan penerapan ulangan dalam perancangan percobaan. Oleh sebab itu, setiap individu pada zuriat F2 diasumsikan sebagai suatu genotipe, dan turunan dari masing-masing genotipe ini merupakan satu famili pada generasi-generasi berikutnya. Suatu famili dapat merupakan gugus suatu genotipe, tetapi dapat pula merupakan campuran beberapa genotipe, sehingga setiap famili juga tidak dapat didefinisikan sebagai suatu ulangan.



Gambar 1. Segregasi transgresif pada suatu sifat kuantitatif yang muncul mulai pada Zuriat Kawin Sendiri F2 setelah persilangan dua tetua



Gambar 2. Rancangan percobaan untuk zuriat hasil persilangan dengan menggunakan genotipe pengontrol. (a) Berbasis individu dimana genotipe pengontrol diletakkan secara diagonal pada barisan genotipa baru yang disusun vertikal, (b) Berbasis famili, dimana beberapa barisan famili diapit oleh dua baris genotipe pengontrol

Galat percobaan dalam suatu percobaan genetik yang melibatkan hasil persilangan dapat dibangkitkan dengan menggunakan suatu genotipe pengontrol (*controlled genotype*). Genotipe pengontrol sebaiknya merupakan suatu galur murni, dan ditanam sebagai genotipe tetangga (*neighbor genotype*) disamping individu hasil persilangan (Gambar 2). Rancangan berbasis individu lebih tepat digunakan apabila jumlah individu-individu turunan hasil percobaan sedikit, sebaliknya rancangan berbasis famili digunakan bila jumlah individu-individu hasil persilangan sangat banyak. Rancangan berbasis famili juga digunakan terbatas untuk famili-famili zuriat F3, F4, F5, dst. Selain untuk menduga galat percobaan, nilai genotipe pengontrol juga dapat digunakan untuk menilai adatidaknya perbedaan antar barisan tanaman.

Penyesuaian data (*data adjust*) bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lingkungan dari dalam data individu atau famili zuriat hasil persilangan, sehingga data hasil percobaan merupakan nilai fenotipe yang hanya tersusun oleh nilai genotipe. Penyesuaian data dilakukan apabila hasil analisis ragam antar barisan tetua genotipe menunjukkan pengaruh nyata. Adanya perbedaan antar barisan genotipe menunjukkan adanya pengaruh lingkungan. Sedangkan bila analisis ragam menunjukkan tidak ada

pengaruh lingkungan, maka dapat dianggap lingkungan homogen, dan nilai fenotipe lebih banyak dipengaruhi oleh genotipe. Pada situasi seperti ini, tidak perlu dilakukan penyesuaian data.

Penyesuaian data bila penanaman menggunakan rancangan berbasis individu dilakukan sebagai berikut. Nilai tengah hitung tiga genotipe tetangga (pada Gambar 2(a) diberi penanda *A*₁, *A*₂ dan *A*₃ dengan cetak tebal) digunakan untuk menyuai satu individu zuriat persilangan (pada Gambar 2(a) diberi penanda *g*₀). Penyesuaian bagi individu-individu zuriat persilangan yang lain dilakukan dengan cara yang sama seperti penyesuaian terhadap individu *g*₀.

Penyesuaian bagi individu *g*₀ dilakukan menurut persamaan:

$$\hat{x}_i = x_i - \left(\frac{A_1 + A_2 + A_3}{3} - \bar{x}_c \right) \dots\dots\dots (1)$$

dimana: \hat{x}_i = nilai genotipik harapan bagi individu *g*₀; x_i = nilai amatan individu *g*₀; $\frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$ = nilai tengah hitung bergerak tiga genotipa kontrol tetangga individu *g*₀; dan \bar{x}_c = nilai tengah hitung seluruh genotipe pengontrol.

Penyesuaian data bila penanaman menggunakan rancangan berbasis famili dila-

kukan sebagai berikut. Nilai tengah hitung individu-individu genotipe kontrol digunakan untuk menyuai nilai-nilai individu zuriat persilangan yang diapitnya. Penyuaian nilai setiap individu menggunakan persamaan:

$$\hat{x}_i = x_i - (\bar{x}_{c_i} - \bar{\bar{x}}_c) \dots\dots\dots (2)$$

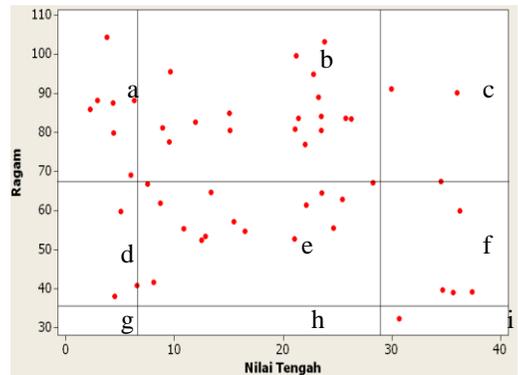
dimana: \hat{x}_i = nilai genotipik harapan bagi genotipa baru individu ke-*i*; x_i = nilai amatan bagi genotipa baru individu ke-*i*; \bar{x}_{c_i} = nilai tengah hitung genotipa kontrol pada blok ke-*i*; dan $\bar{\bar{x}}_c$ = nilai tengah hitung seluruh genotipa pengontrol.

Optimasi Informasi Kekerbatan untuk Mendeteksi Segregan Transgresif

Dua informasi penting dapat diperoleh dari penggunaan genotipe pengontrol, yaitu keragaan dan keragaman. Keragaan sifat-sifat kuantitatif biasanya terukur oleh nilai tengah hitung (*mean*) sifat itu, sedangkan keragamannya terukur oleh ragam (*variance*) dugaannya (Jambormias *et al.*, 2004). Kedua nilai ini dapat dipakai untuk menilai potensi genetik suatu famili. Suatu famili memiliki keragaan yang tinggi apabila memiliki nilai tengah yang tinggi pula, melampaui selang kepercayaan $(1 - \alpha)100\%$ ($SK_{1-\alpha}$) bagi nilai tengah genotipe pengontrol. Selang kepercayaan genotipe pengontrol akan membagi gugus data nilai harapan genotipik famili-famili zuriat hasil persilangan atas ‘batas atas’ dan ‘batas bawah’. Segregan transgresif akan berada di luar batas atas dan batas bawah $SK_{1-\alpha}$ bagi nilai tengah pengontrol.

Berpadanan dengan penggunaan $SK_{1-\alpha}$ bagi nilai tengah hitung genotipe pengontrol untuk menduga segregan transgresif, $SK_{1-\alpha}$ bagi ragam genotipe pengontrol juga dapat digunakan untuk menentukan ragam sifat-sifat kuantitatif famili-famili zuriat hasil persilangan. Nilai ragam famili-famili yang lebih kecil dari atau berada di dalam $SK_{1-\alpha}$ bagi ragam genotipe pengontrol, dapat dianggap merupakan famili yang telah homozigot untuk sifat kuantitatif yang dianalisis.

Penggunaan bersama $SK_{1-\alpha}$ bagi nilai tengah dan ragam genotipe pengontrol, dapat digunakan untuk mendeteksi segregan transgresif. Segregan transgresif adalah famili-famili yang berada diluar $SK_{1-\alpha}$ bagi nilai tengah, dan di bawah batas atas $SK_{1-\alpha}$ bagi ragam genotipe pengontrol (Gambar 3).



Gambar 4. Diagram plot titik nilai tengah dan ragam 50 famili Zuriat F3 dengan garis batas SK_{95} bagi nilai tengah (garis vertikal) dan garis batas SK_{95} bagi ragam (garis horizontal). Segregan transgresif berada pada daerah d, g, f dan i.

Optimasi Informasi Kekerbatan untuk Pendugaan Beberapa Parameter Genetik dalam Seleksi

Informasi kekerabatan dapat pula dimanfaatkan untuk pendugaan beberapa parameter genetik menurut hierarki kekerabatan yang biasanya dimanfaatkan dalam seleksi, khususnya untuk sifat-sifat kuantitatif. Parameter genetik utama suatu nilai fenotipe yang bisa diperoleh adalah keragaan, keragaman genetik, peragam genetik, heritabilitas dan koheritabilitas dalam arti sempit untuk setiap struktur hierarki. Nilai-nilai ini akan dimanfaatkan secara optimal untuk membangkitkan model seleksi bagi suatu sifat kuantitatif, atau beberapa sifat kuantitatif secara serempak (Jambormias *et al.*, 2004; 2007).

Nilai fenotipe suatu individu dengan menggunakan informasi kekerabatan dapat disusun atas dua komponen, yaitu komponen

antarfamili dan komponen intrafamili. Falconer & Mackay (1996) membagi nilai fenotipe suatu individu (P), yaitu simpangan nilai individu dari rata-rata populasi, atas dua bagian: (a) simpangan rata-rata famili dari rata-rata populasi (P_f), dan simpangan nilai tiap individu dari rata-rata famili (P_w); dan dituliskan sebagai:

$$P = P_f + P_w \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan ini dapat dikembangkan untuk struktur populasi zuriat persilangan berhierarki yang lebih kompleks. Misalnya struktur hierarki kekerabatannya melibatkan generasi segregasi F5, maka nilai fenotipe suatu individu dapat dinyatakan sebagai:

$$P = P_{F3} + P_{F4} + P_{F5} + P_{WF5} \dots\dots\dots (4)$$

dimana P_{F3} = simpangan rata-rata famili F3 dari rata-rata populasi, P_{F4} = simpangan rata-rata famili F4 dari rata-rata populasi, P_{F5} = simpangan rata-rata famili F5 dari rata-rata populasi, dan P_{WF5} = simpangan nilai individu tiap famili F5 dari rata-rata famili F5.

Pendugaan ragam fenotipe dan aditif berbasis informasi kekerabatan juga berpandangan dengan nilai fenotipe di atas, yaitu komponen ragam suatu populasi berkerabat dekat dapat disusun atas komponen ragam antar-famili (σ_b^2) dan komponen ragam intrafamili (σ_w^2) (Becker 1975; Falconer & Mackay 1996). Sedangkan ragam lingkungan (σ_e^2) dapat diduga dari komponen ragam intra genotipe pengontrol. Perolehan nilai komponen ragam berdasarkan informasi kekerabatan memungkinkan pendugaan nilai heritabilitas antarfamili ($h_{ABF_i}^2$), dan heritabilitas intrafamili ($h_{wBF_i}^2$).

Pemanfaatan Informasi Kekerabatan dan Segregasi Transgresif untuk Seleksi Sifat-sifat Kuantitatif Secara Serempak

Suatu indeks seleksi digunakan ketika pemulia melakukan seleksi serempak terhadap beberapa sifat kuantitatif. Pertimbangan utama dalam menyusun suatu indeks seleksi adalah nilai ekonomis sifat yang menjadi tujuan perbaikan dan parameter dugaan ragam-peragam genetik yang dijadikan sebagai

pembobot model seleksi (Becker 1975, Falconer & Mackay 1996). Model seleksi dibangun berdasarkan indeks seleksi, setelah memperhatikan sifat-sifat kuantitatif yang memiliki keamatan hubungan dengan sifat yang menjadi tujuan perbaikan.

Secara umum konstruksi suatu model indeks seleksi dinyatakan sebagai:

$$I = b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m \dots\dots\dots (5)$$

Dalam hal ini, $X_1 \dots X_m$ merupakan pengukuran fenotipe m sifat kuantitatif yang mengkonstruksi model, $b_1 \dots b_m$ merupakan koefisien pembobot model terhadap indeks yang berkaitan dengan ragam-peragam genetik dan pembobot ekonomis.

Dalam bentuk penyelesaian matriks, Persamaan (5) dituliskan sebagai:

$$I = \underline{b}'X \dots\dots\dots (6)$$

Dugaan bagi \underline{b} dapat dinyatakan dalam persamaan matriks sebagai berikut. Andaikan \mathbf{P} adalah matriks ragam peragam fenotipe, \mathbf{G} adalah matriks ragam-peragam genotipe, \underline{a} adalah vektor pembobot ekonomis, dan \underline{b} adalah pembobot model indeks yang dicari, maka hubungan keempat atribut ini dapat dituliskan sebagai $\mathbf{P}\underline{b} = \mathbf{G}\underline{a}$, yang menghasilkan persamaan dugaan $\underline{b} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{G}\underline{a}$. Dalam hal ini, vektor pembobot ekonomis ditetapkan menurut kepentingan ekonomis suatu sifat yang dapat diketahui melalui survey terhadap produsen dan konsumen suatu komoditas tanaman menyerbuk sendiri, sedangkan hasil kali $\mathbf{P}^{-1} \mathbf{G}$ merupakan matriks ragam-peragam heritabilitas.

Ragam indeks seleksi (σ_i^2) dan ragam bersama genotipe (σ_H^2) bagi model di atas, masing-masing diperoleh dari persamaan matriks: $\sigma_i^2 = \underline{b}'\mathbf{P}\underline{b}$ dan $\sigma_H^2 = \underline{a}'\mathbf{G}\underline{a}$ (Falconer & Mackay 1996; Moeljopawiro 2002). Kedua atribut ini digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan model seleksi, yang dinyatakan oleh koefisien determinasi model (Persamaan (7)). Semakin tinggi koefisien determinasi, kemampuan pendugaan model seleksi semakin baik (Moeljopawiro, 2002).

$$R_{HI}^2 = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_H^2} 100 \dots\dots\dots (7)$$

Model Persamaan (5) untuk seleksi banyak sifat secara serempak dapat dikembangkan untuk pendekatan seleksi berbasis informasi kekerabatan, dengan asumsi peragam antar sifat antar hierarki adalah 0. Misalnya untuk struktur informasi kekerabatan pada Zuriat F5, modelnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = b_{11}X_{1F3} + b_{21}X_{2F3} + \dots + b_{m1}X_{mF3} + b_{12}X_{1F4} + b_{22}X_{2F4} + \dots + b_{m2}X_{mF4} + b_{13}X_{1F5} + b_{23}X_{2F5} + \dots + b_{m3}X_{mF5} + b_{14}X_{1WF5} + b_{24}X_{2WF5} + \dots + b_{m1}X_{mWF5} \dots \dots \dots (8)$$

Model seleksi berbasis informasi kekerabatan dapat digunakan bersama dengan pendekatan informasi segregan transgresif untuk menyeleksi secara cepat segregan transgresif pada awal-awal generasi seleksi, dengan cara mendeteksi individu-individu terpilih dalam seleksi yang masuk dalam kategori segregan transgresif yang melibatkan sebanyak mungkin sifat yang dilibatkan dalam model seleksi. Sifat-sifat dengan pembobot ekonomis yang paling besar dalam vektor **a** mendapat prioritas dalam mendeteksi individu-individu yang masuk dalam kategori.

KESIMPULAN

1. Segregan transgresif pada zuriat hasil persilangan dapat dideteksi pada awal-awal generasi bersegregasi, asalkan pengaruh sistematik dari lingkungan dapat dieliminir.
2. Penyuaian data pada kondisi adanya pengaruh sistematik lingkungan untuk menduga nilai fenotipe suatu sifat kuantitatif zuriat kawin sendiri hasil persilangan pada tanaman menyerbuk sendiri, dapat dilakukan dengan menggunakan informasi rata-rata bergerak dari individu atau barisan genotipe pengontrol.
3. Segregan transgresif pada zuriat hasil persilangan adalah individu-individu dengan keragaan nilai fenotipe berada di luar selang kepercayaan (1- α)100 bagi nilai tengah (*mean*) genotipe pengontrol.
4. Homozigositas pada zuriat hasil persilangan dapat dideteksi pada awal-

- awal generasi seleksi dengan memanfaatkan struktur famili berbasis informasi kekerabatan antar individu di dalam famili.
5. Famili-famili dengan homozigositas yang tinggi untuk suatu sifat dari zuriat hasil persilangan adalah famili-famili yang memiliki keragaman intra famili yang lebih kecil dari batas maksimum selang kepercayaan (1- α)100 bagi ragam genotipe pengontrol.
 6. Segregan transgresif pada zuriat hasil persilangan adalah famili-famili dengan keragaan nilai fenotipe berada di luar selang kepercayaan (1- α)100 bagi nilai tengah genotipe pengontrol, dan memiliki keragaman intra famili yang lebih kecil dari batas maksimum selang kepercayaan (1- α)100 bagi ragam genotipe pengontrol itu.
 7. Informasi kekerabatan dapat digunakan untuk menduga parameter genetik sifat-sifat kuantitatif setiap hierarki kekerabatan, khususnya keragaan, ragam dan peragam genetik, serta heritabilitas dan koheritabilitas. Nilai-nilai ini sering dimanfaatkan dalam seleksi sifat kuantitatif bernilai ekonomis penting.
 8. Parameter genetik sifat-sifat kuantitatif setiap hierarki kekerabatan, dapat digunakan untuk mengkonstruksi model seleksi berbasis informasi kekerabatan dan menduga nilai respons seleksi sifat-sifat kuantitatif yang dilibatkan dalam seleksi serempak.
 9. Seleksi secara cepat segregan transgresif pada awal-awal generasi seleksi dapat dilaksanakan dengan cara memilih individu terbaik berdasarkan model seleksi berbasis informasi kekerabatan, dan mendeteksi individu-individu yang masuk dalam kategori segregan transgresif.

DAFTAR PUSTAKA

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc., New York.

- BALITPA. 2007. Varietas Unggul Padi Sawah. www.litbang.deptan.go.id. Download tanggal 2 Agustus 2007.
- Becker. 1975. Manual of Quantitative Genetics. Ed ke-3. Washington State University Press, Washington.
- Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics (Ed 4). Adison-Wesley Longman, Harlow UK.
- E. Jambormias, S.H. Sutjahjo, M. Jusuf & Suharsono. 2004. Keragaan, keragaman genetik dan heritabilitas sebelas sifat kuantitatif kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada generasi seleksi *F5* persilangan varietas Slamet × Nakhonsawan. *Jurnal Pertanian Kepulauan* 3: 114-123.
- E. Jambormias, S.H. Sutjahjo, M. Jusuf & Suharsono. 2007. Keragaan dan keragaman genetik sifat-sifat kuantitatif kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada generasi seleksi *F6* persilangan varietas Slamet x Nakhonsawan. *Buletin Agronomi* 35: 168-175.
- Moeljopawiro, S. 2002. Optimizing selection for yield using selection index. *Zuriat* 13: 35-42.
- Poehlman, J.M. & D.A. Sleper. 1996. Breeding Field Crops (Ed 4). Iowa State University Press, Iowa.
- Stoskopf, N.C., D.T. Tomes & B.R. Christie. 1993. Plant Breeding. Theory and Practice. Boulder, USA.
- Suhartina. 2005. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.