

## PENDUGAAN GENETIK SIFAT MINYAK PADA BEBERAPA PERSILANGAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN ANALISIS BLUP

Yurna Yenni, Nasrullah<sup>1)</sup>, dan Abdul Razak Purba

**Abstrak** BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) merupakan metode yang dikembangkan untuk memprediksi nilai genetik dari data tidak seimbang yang umum terjadi pada program pemuliaan kelapa sawit. Metode ini mempunyai struktur sesatan yang cukup fleksibel untuk mengakomodir hubungan antar material yang diuji. Percobaan dilakukan dengan RCBD (*Randomized Complete Block Design*) berulang 6 yang melibatkan 20 tetua dura dan 17 tetua tenera/pisifera, dengan tingkat hubungan kekerabatan masing-masing. Pengamatan karakter minyak dilakukan dari umur 6 sampai 14 tahun. Pada penelitian ini BLUP digunakan untuk menduga nilai genetik tetua kelapa sawit melalui pengujian keturunan dan menduga keragaan minyak pada beberapa persilangan tanaman kelapa sawit. Hasil analisis BLUP menunjukkan koefisien korelasi cukup tinggi antara keragaan hibrida hasil observasi dengan hasil prediksi, yaitu sebesar 0,89168 atau sekitar 89% hasil prediksi mendekati hasil observasi. Koefisien BLUP yang diperoleh cukup baik untuk seleksi tetua berdasarkan karakter minyak.

**Kata kunci:** kelapa sawit, minyak, BLUP

**Abstract** BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*), a recent method developed to predict genetic value from unbalanced data set which is a problem commonly

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Yurna Yenni (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email : noena.iopri@gmail.com

<sup>1)</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
Jl. Flora No.1 Bulaksumur, Jogjakarta

encountered in oil palm breeding programme. This method had flexible error structure to accommodate relationship among tested materials. The trial was conducted in RCBD (*Randomized Complete Block Design*) with 6 replications as block, evaluated 20 dura parents and 17 tenera/pisifera parents, each with their own degrees of relationship. Observations of oil character were taken from 6 to 14 years after planting. In this study, BLUP was used to predict genetic value of parents through the performance of the progenies and predict oil performance of some crosses. BLUP analysis showed high coefficient of correlation between the predicted and observed hybrids performance, which is equal to 0.89168 or about 89%. BLUP coefficient was sufficient for parental selection based on oil character.

**Keywords:** oil palm, oil, BLUP

### PENDAHULUAN

*Reciprocal Recurrent Selection* (RRS) diadopsi dari program pemuliaan tanaman jagung (Comstock *et al.*, 1949) dan digunakan untuk mengevaluasi nilai tetua melalui keturunannya. Salah satu sifat yang dievaluasi adalah kandungan minyak per tandan. Corley dan Tinker (2003) menyebutkan sifat ini dipengaruhi oleh rasio buah per tandan, mesokarp per buah dan minyak per mesokarp. Beberapa penelitian menunjukkan sifat mesokarp per buah memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa variasi yang terjadi dapat diturunkan secara aditif.

Seleksi material dengan metode RRS selain membutuhkan waktu yang cukup lama untuk satu siklus seleksi (10-15 tahun), juga pengujian keturunannya cukup sulit dilakukan dan membutuhkan

area yang cukup luas. Penilaian terhadap tetua-tetua yang digunakan terkendala oleh set data yang tidak seimbang disebabkan oleh desain percobaan yang tidak memenuhi kaidah. Purba (2003) menyebutkan beberapa faktor penyebab ketidakseimbangan data pada pengujian keturunan kelapa sawit antara lain: individu-individu yang digunakan sudah berumur cukup tua sehingga mempengaruhi produktivitas bunga, dan adanya serangan *Ganoderma*. Kedua faktor di atas dapat menyebabkan desain percobaan yang telah disusun tidak dapat terlaksana dengan baik, sebab tanaman ditanam tidak berdasarkan desain percobaan tetapi hanya berdasarkan ketersediaan benih. Akibatnya data yang diperoleh merupakan data yang tidak seimbang (*unbalanced data*).

Data yang tidak seimbang yang disebabkan oleh tidak semua data dapat dievaluasi, mengakibatkan perbandingan langsung tidak dapat dilakukan berdasarkan rerata sederhana. BLUP yang telah sangat luas digunakan pada pemuliaan ternak (Henderson, 1975) dapat diterapkan di sini. Metode ini merupakan prosedur umum yang memungkinkan perbandingan antar genotipe yang berasal dari populasi yang berbeda dan dinilai dalam lingkungan yang juga berbeda (Bernardo, 2002).

C.R. Henderson dalam Bernardo (2002) disebutkan telah mempelopori penggunaan BLUP sejak 1940an. Prosedur BLUP pertama kali digunakan pada 1970 untuk menilai sekitar 1.200 ekor sapi perah Holstein dalam program inseminasi buatan. Sejak itu BLUP secara rutin digunakan di pemuliaan ternak. Piepho (2007) juga menyebutkan saat ini BLUP secara luas sudah digunakan di banyak bidang penelitian, meskipun penggunaannya di bidang pemuliaan tanaman tidak sepopuler dibandingkan pada pemuliaan ternak.

Pada penelitian ini BLUP digunakan untuk menduga nilai genetik tetua kelapa sawit melalui pengujian keturunan dan menduga keragaan minyak pada beberapa persilangan tanaman kelapa sawit. Purba (2003) menggunakan analisis BLUP untuk mengurutkan tetua-tetua kelapa sawit, meskipun data yang digunakan cukup tidak beraturan. Hasil analisis menunjukkan beberapa tetua dapat direkombinasikan untuk siklus seleksi selanjutnya.

## BAHAN DAN METODE

Data diperoleh dari 20 persilangan yang ditanam di areal percobaan pada 1993, dengan nomor percobaan RB 01S yang berlokasi di Kebun Rambutan, Afdeling IV, PT Perkebunan Nusantara III, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

Pengujian keturunan pada areal tersebut menggunakan rancangan percobaan RCBD dengan 6 ulangan dan masing-masing plot terdiri dari 12 tanaman. Pada areal percobaan juga ditanam persilangan kontrol. Pemeliharaan tanaman selama masa pengujian dilakukan dengan mengikuti prosedur baku yang ditetapkan oleh pihak kebun. Pengamatan komponen hasil minyak dilakukan dari tahun ke-6 sampai ke-14 setelah tanam.

### Analisis Tandan dan Minyak

Analisis yang dilakukan terdiri dari analisis tandan dan analisis minyak. Analisis tandan dilakukan untuk mengetahui kualitas tandan, yang ditunjukkan oleh peubah persentase buah/tandan (B/T), persentase mesokarp per buah (M/B), dan persentase minyak dalam mesokarp (Mi/M). Analisis kandungan minyak dilakukan dengan menggunakan metode *Soxhlet*. Tingkat kandungan minyak per tandan (Mi/T) diperoleh dari perkalian antara persentase buah/tandan (B/T) x persentase mesokarp/buah (M/B) x persentase minyak per mesokarp (Mi/M). *Industrial Extraction Rate* (IER) diperoleh dari persentase minyak per tandan (Mi/T) x faktor koreksi (0.855).

IER atau *Industrial Extraction Rate* merupakan kandungan minyak dalam tandan hasil analisis untuk skala laboratorium yang diperoleh dengan cara mengoreksi persentase minyak per tandan sebesar 0,855 agar potensi produksi minyak (CPO) di tingkat industri/pabrik dapat diketahui.

### Analisis Data

Model analisis yang digunakan untuk menduga nilai tetua dari 20 persilangan yang diuji adalah LMM (*linear mixed model*). Dari model  $y = X\beta + Zu + \varepsilon$ , menghasilkan  $Zu = u_j Z_j + u_m Z_m + u_d Z_d$ , sehingga modelnya menjadi  $y = X\beta + Z_j u_j + Z_m u_m + Z_d u_d + e$ , yang kemudian pada penelitian ini dianalogikan menjadi  $y_m = X\beta + Z_{GCA}(f) + Z_{GCA}(m) + Z_{SCA}(d) + e$ , dengan :

9	11	3	14	5	2	13	17	15	9	15	17	9	7	1
17	15	13	20	7	16	5	14	11	18	18	6	12	13	14
19	12	8	2	1	8	7	3	19	1	20	2	5	11	4
18	6	4	10	16	20	4	12	10	6	8	3	16	10	19
19	12	10	18	6	6	13	20	4	19	14	8	10	4	12
17	20	13	11	16	14	16	5	18	11	20	6	11	1	7
3	8	5	2	1	10	17	15	1	8	18	5	16	3	19
9	4	7	14	15	2	9	3	7	12	9	15	13	2	17

Gambar 1. Layout percobaan RB 01S.

$y_{jm}$  = vektor  $n \times 1$  sifat yang diamati (produksi minyak), dengan  $n$  sebanyak masing-masing 1.440 pengamatan untuk hasil minyak.

$\beta$  = vektor  $t \times 1$  pengaruh tahun pengamatan (pengaruh tetap), dengan  $t$  merupakan tahun pengamatan (6–14 tahun).

$f$  = vektor  $f \times 1$  pengaruh GCA tetua<sub>1</sub> (pengaruh acak), dengan  $f$  merupakan tetua betina sebanyak 20 tetua dura.

$m$  = vektor  $m \times 1$  pengaruh GCA tetua<sub>2</sub> (pengaruh acak), dengan  $m$  merupakan tetua jantan sebanyak 17 tetua tenera/pisifera.

$d$  = vektor  $p \times 1$  pengaruh SCA tetua<sub>1</sub> x tetua<sub>2</sub> (pengaruh acak), dengan  $p$  sebanyak 20 persilangan.

$e$  = vektor  $n \times 1$  pengaruh sesatan.

$X$  ( $n \times t$ ),  $Z_{GCA}$  ( $n \times f$ ),  $Z_{GCA}$  ( $n \times m$ ), dan  $Z_{SCA}$  ( $n \times p$ ) merupakan insiden matrik yang menghubungkan efek-efek tersebut dengan  $y$ .

Bernardo (2002) menyatakan keragaan suatu persilangan ( $f \times m$ ) dapat dimodelkan sebagai  $G_{f,m} = \mu + GCA_f + GCA_m + SCA_f$ . Dalam BLUP pengaruh daya gabung umum (GCA) dan pengaruh daya gabung khusus (SCA) merupakan pengaruh acak. Nilai harapan untuk GCA dan SCA adalah  $E(GCA_f) = 0$ ;  $E(GCA_m) = 0$ ;  $E(SCA_f) = 0$ . Karena  $\hat{\beta}$  dan  $\hat{u}$  sebagai penduga  $\beta$  dan  $u$ , maka turunan parsial keduanya akan menghasilkan persamaan simultan :

$$\begin{bmatrix} X'R'X & X'R'Z \\ Z'R'X & Z'R'Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R'y \\ Z'R'y \end{bmatrix}$$

Persamaan tersebut dikenal sebagai *Henderson's mixed model equations* (Henderson, 1985), atau sederhananya disebut *mixed model equation* (MMEQ) hasil perluasan dari persamaan normal (Robinson, 1991). Persamaan ini digunakan untuk menghitung nilai duga  $\beta$ , nilai GCA tetua<sub>1</sub> (betina), nilai GCA tetua<sub>2</sub> (jantan) dan nilai SCA persilangan.

*Random effect solutions* ditunjukkan oleh persamaan  $\hat{u} = GZ'V^{-1}(y - X\hat{\beta})$  atau yang juga sering  $\hat{u} = Cov(u, y)V^{-1}(y - X\hat{\beta})$  disebut sebagai koefisien BLUP. REML (*restricted maximum likelihood*) juga digunakan dalam metode BLUP sebagai salah satu metode untuk menduga parameter kovarian (Littell et al, 2006).

Pendugaan nilai  $\beta$ , nilai GCA tetua<sub>1</sub> (betina), nilai GCA tetua<sub>2</sub> (jantan) dan nilai SCA persilangan dihitung dengan *mixed model equation*. Data dianalisis menggunakan metode BLUP, sedangkan pengaruh tetap serta varian genetik dan non-genetik diduga dengan metode REML. Disebutkan bahwa data percobaan yang tidak seimbang umumnya dianalisis dengan prosedur *mixed model* seperti REML, yang secara langsung dapat menangani data hilang Patterson (1997). Seluruh data dianalisis dengan menggunakan PROC MIXED dari perangkat lunak

SAS (Littell et al., 2006). Penduga untuk  $\hat{a}_p$ ,  $\hat{a}_m$ , dan  $\hat{d}$  merupakan koefisien BLUP dari  $a_p$ ,  $a_m$ , dan  $d$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, di setiap proses pemuliaan kelapa sawit terdapat tahapan inti yang mencakup pembentukan populasi dasar, penilaian, seleksi, serta rekombinasi. Dari populasi dasar yang telah dibentuk dilakukan penilaian melalui pengujian keturunan (*progeny test*) untuk menganalisis dan menentukan nilai daya gabung umum (*general combining ability/GCA*) dan daya gabung khusus (*specific combining ability/SCA*) tetua (*progenitor*) yang diuji (Purba, 2004). Daya gabung umum suatu tetua didefinisikan sebagai simpangan rerata keragaan tetua tersebut terhadap rerata keseluruhan kombinasi persilangan yang mungkin, sedangkan daya gabung khusus dua tetua dapat didefinisikan sebagai simpangan pengaruh bersama kedua tetua tersebut terhadap pengaruh aditifnya. Pengaruh bersama kedua tetua adalah simpangan keragaan keturunan persilangan terhadap rerata keseluruhan data (Poehlman, 1987).

Dalam penelitian ini nomor percobaan yang digunakan tidak mengikuti rancangan untuk analisis parameter genetik. Dari 14.400 data yang seharusnya diperoleh untuk pengamatan sifat minyak, hanya terdapat 3.847 data yang dianalisis. Seluruh tetua yang digunakan juga tidak disalingujikan, sehingga data pengamatan yang diperoleh merupakan *unbalanced data set*. Sebagai konsekuensinya nilai GCA tidak dapat diprediksi dengan cukup tepat. Akan tetapi nilai aditif suatu tetua, dengan asumsi efek dominan dan epistasis diabaikan, dapat dianggap sebagai GCA tetua tersebut. Varian yang diperoleh untuk sifat ini masing-masing 0,69 untuk GCA tetua betina dan 1,99 untuk GCA tetua jantan.

Nilai tersebut menunjukkan varian yang diperoleh dari sifat tersebut lebih merupakan andil tetua jantan dibandingkan tetua betina. Varian SCA bernilai negatif dan dapat dianggap nol, sehingga seleksi dapat dilakukan hanya berdasarkan nilai duga GCA masing-masing tetua yang diuji. Tetapi bila mengabaikan varian SCA, pemilihan hibrida terbaik harus dilakukan berdasarkan nilai duga SCA masing-masing persilangannya juga.

Tabel 1. Hasil pendugaan sifat minyak per persilangan dengan metode BLUP.

No. Persilangan	Tetua1 (betina)	Tetua2 (Jantan)	Minyak	
			Laboratorium	Nilai Duga
1	LM7T	DA128D	26.7864	26.6057
2	BO3544D	107-100-9T	24.8671	24.8658
3	BO2015D	BO785P	25.0032	24.9434
4	BO5449D	BO746P	25.6888	25.8636
5	BO5462D	BO361P	25.9698	25.5060
6	BO961D	87-15-32T	24.6717	24.8540
7	BO958D	87-13-39T	27.0937	27.1152
8	MA1314D	87-12-20T	24.1137	24.0070
9	BO2602D	83-50-63T	27.1935	27.0502
10	BO5407D	BO350P	27.1211	26.9803
11	BJ166D	BJ220P	24.3245	24.3511
12	BO952D	87-13-39T	26.9452	26.7209
13	BO2490D	83-47-63T	26.5388	26.5263
14	MA1322D	87-6-64T	25.1615	25.1540
15	BO7078D	80-23-51T	24.0882	24.2539
16	BO2235D	87-12-20T	23.2988	23.5558
17	MA1400D	BO798P	25.1219	25.0749
18	BO584D	BO358P	24.9305	25.0083
19	BO5530D	BO361P	25.2816	25.6837
20	BO2550D	BO709P	24.1976	24.2283
<b>Rerata</b>			<b>25.4199</b>	<b>25.4174</b>

Keterangan : Laboratorium = Nilai tengah data observasi (hasil analisis laboratorium)  
 Nilai Duga = Nilai tengah hasil pendugaan dengan BLUP

Hasil pendugaan dengan metode REML dan *mixed model equation* diperoleh tetua-tetua dura yang secara individu memiliki nilai GCA cukup baik untuk sifat minyak, seperti misalnya tetua BO5462D. Purba (2003) juga menyebutkan tetua ini memiliki persentase minyak per mesokarp yang tinggi. Salah satu tetua dari populasi Dabou-Socfin juga terlihat memiliki keragaan yang cukup baik, yaitu tetua BO952D. Hasil evaluasi sebelumnya disebutkan tetua ini mampu menghasilkan minyak yang tinggi.

Secara individu tetua-tetua tenera/pisifera yang diuji memiliki nilai GCA yang relatif lebih rendah, sehingga pemilihan tetua untuk sifat ini masih sulit dilakukan. Tetua 83-50-63T yang merupakan hasil silang diri RS3T memiliki nilai GCA yang cukup baik, demikian juga dengan tetua BO350P dari keturunan yang sama. Beberapa hibrida yang memiliki potensi minyak yang cukup baik adalah hasil persilangan dari BO2235Dx87-12-20T, BO7078Dx80-23-51T, dan BO2550DxBO709P.

Beberapa tetua secara individu memiliki nilai duga GCA yang tidak cukup baik untuk sifat ini, kemungkinan karena adanya sifat inkompatibilitas antara tetua betina dengan tetua jantan yang digunakan atau komplementasi sifat antar tetuanya. Hal ini juga menjelaskan pentingnya dilakukan pengujian keturunan untuk menduga nilai pemuliaan tetua berdasarkan pada keragaan keturunannya, sehingga seleksi tidak dilakukan hanya untuk memilih tetua terbaik berdasarkan nilai individu saja tetapi juga berdasarkan keragaan keturunannya.

Koefisien korelasi antara keragaan hibrida hasil observasi dengan hasil prediksi untuk sifat minyak adalah sebesar 0,89168. Nilai tersebut menunjukkan kemampuan BLUP untuk digunakan sebagai penduga nilai-nilai tetua secara individu maupun persilangan yang tidak diikutsertakan dalam pengujian sebesar 89%.

Nilai koefisien tersebut dapat dilihat pada hasil pendugaan data analisis minyak di laboratorium per persilangan dibandingkan dengan nilai duganya yang merupakan hasil analisis dengan menggunakan BLUP (Tabel 1).

Prosedur *linear mixed model* yang digunakan untuk analisis BLUP dalam penelitian ini diketahui cukup baik dalam menghasilkan nilai penduga yang mendekati keragaan hibrida yang diuji. Nilai BLUP tidak hanya dapat digunakan untuk memilih tetua terbaik, tetapi juga untuk memilih individu terbaik untuk membentuk populasi pemuliaan yang baru (Bernardo, 2002). Koefisien BLUP yang diperoleh pada penelitian ini cukup baik untuk seleksi tetua berdasarkan minyak. Tetua-tetua untuk siklus seleksi berikutnya dapat dipilih berdasarkan nilai duga GCA dan SCA yang diperoleh dari solusi *linear mixed model equation*.

Koefisien korelasi antar tahun pengamatan juga cukup tinggi (sekitar 88%) menunjukkan bahwa seleksi dan rekombinasi tetua dengan nilai genetik cukup baik dapat dilakukan lebih awal untuk mengurangi periode per siklus seleksi. Seperti diketahui setiap siklusnya, skema RRS menghabiskan waktu antara 12-15 tahun dan membutuhkan areal yang cukup luas untuk pengujian keturunan. Bila seleksi dapat dilakukan lebih awal maka tahapan rekombinasi dan silang diri tetua terpilih dapat diselesaikan pada saat analisis data selesai dilakukan, sehingga dapat menjamin ketersediaan tetua terbaik untuk produksi benih.

Purba *et al.* (2001) menjelaskan hibrida terbaik tidak selalu dapat direproduksi karena kurangnya persediaan tepung sari yang sesuai. Tetapi metode BLUP dapat mengatasi masalah ini dengan cara 'mengusulkan' beberapa tetua jantan yang diketahui memiliki nilai prediksi yang cukup baik bila disilangkan dengan tetua betina dari hibrida-hibrida tersebut.

Pengusulan beberapa tetua tersebut juga didukung oleh koefisien korelasi antara keragaan hibrida hasil pengamatan dengan hasil pendugaan yang terlihat cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pendugaan yang diperoleh dengan analisis BLUP sangat mendekati nilai yang sebenarnya, sehingga nilai penduga tersebut dapat digunakan untuk memilih tetua-tetua yang potensial untuk sifat-sifat yang diamati.

## KESIMPULAN

Pemilihan hibrida terbaik yang akan direproduksi untuk keperluan komersial merupakan salah satu tujuan dari skema seleksi berulang timbal balik yang digunakan pada program pemuliaan kelapa sawit. Metode BLUP yang mengkombinasikan nilai hubungan antar tetua dan uji keturunan terlihat cocok untuk tujuan tersebut. Pada tanaman tahunan adanya metode yang memungkinkan pemuliaan menguji hanya hibrida yang menjanjikan akan mengurangi waktu dan lahan yang dibutuhkan untuk pengujian.

Tetua-tetua terpilih dengan nilai genetik yang cukup baik untuk sifat minyak pada penelitian ini adalah BO5462D, BO952D, 83-50-63T, dan BO350P. Persilangan BO7078Dx80-23-51T memiliki nilai SCA yang cukup baik untuk sifat yang diamati. Hasil pendugaan yang diperoleh dengan analisis BLUP sangat mendekati nilai yang sebenarnya dengan koefisien korelasi sebesar 0,89168.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernardo, R. 2002. Breeding for Quantitative Traits in Plants. Department of Agronomy and Plant Genetics. University of Minnesota.
- Comstock, R.E., H.F. Robinson, and P.A. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. J.* 40:360-367.

- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The oil palm. Fourth Edition. Blackwell Publishing Company. USA.
- Henderson, C.R. 1975. Best linear unbiased prediction of performance and breeding value. Cornell University and The University of Illinois.
- Henderson, C.R. 1985. Best linear unbiased prediction of nonadditive genetic merits in non-inbred populations. *J. Anim. Sci.* 60:111-117
- Littell, Ramon C., George A. Milliken, Walter W. Stroup, Russell D. Wolfinger, and Oliver Schabenberger. 2006. SAS<sup>®</sup> for mixed models, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Patterson, H.D. 1997. Analysis of series of variety trials. In R.A. Kempton & P.N. Fox. ed. *Statistical methods for plant variety evaluation*, page 139 - 161. London, Chapman & Hall.
- Piepho, H.P., J. Mohring, A.E. Melchinger, and A. Buchse. 2007. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica*. No. 10.1007/S10681-007-9449-8
- Poehlman, J.M. 1987. *Breeding field crop*. Avi Publ Comp. Inc. Westport. Connecticut.
- Purba, A.R., A. Flori, L. Baudouin, and S. Hamon. 2001. Prediction of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) agronomic performances using the best linear unbiased predictor (BLUP). *Theor. Appl. Genet.* 102:787-792.
- Purba, A.R. 2003. Analisis siklus kedua RRS di PPKS Kelti Pemuliaan. Tidak Dipublikasi. PPKS Medan.
- Purba, A.R., A. Flori, L. Baudouin, P. Amblard, and S. Hamon. 2004. Estimates of parental best linear unbiased predicted (BLUP) additive genetic values for oil yield in an Indonesian oil palm breeding programme. *Zuriat, Indonesian Journal of Breeding.* 15 (1) : 14 - 23.
- Robinson, G.K. 1991. That BLUP is a good thing - the estimation of random effects. *Stat Sci* 6:15-51