ANALISIS INTERAKSI GENOTIPE - LINGKUNGAN PADA BEBERAPA SIFAT KUANTITATIF ULAT SUTERA (*Bombyx mori* L.)

Jakaria[1], S.S. Mansjoer[1], A. Saefuddin[2] & M. Kaomini[3]

[1]*Fakultas Peternakan IPB*

[2]*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB*

[3]*Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor*

ABSTRACT

The objective of the experiment was to study the genotype-environment interaction in several quantitative traits of silkworm (*Bombyx mori* L.). Significant interaction were found out on larval weight at 4th instar, larval weight at 5th instar, larval survival rate, hatching percentage and filament size while the obtained on pupal survival rate, single cocoon weight, single cocoon shell weight, cocoon shell percentage, length of filament, filament percentage and egg number.

***Keyword*: genotype-environment interaction, silkworm, quantitative trait.**

PENDAHULUAN

Perbaikan mutu genetik ulat sutera melalui impor bibit merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas ulat sutera di Indonesia, sehingga produksi benang sutera dalam negeri menigkat dan dapat memenuhi target produksi yaitu sebesar 400 ton per tahun (Dirjen RRL Dephut, 1995). Kegiatan impor bibit ulat sutera dari negara-negara penghasil sutera seperti Jepang misalnya, ternyata belum mampu mencapai target produksi dan bahkan dalam lima tahun terakhir produksi benang sutera lokal menurun tajam, yaitu hanya mencapai 70 ton pada tahun 1998 (Perum Perhutani, 1998).

Bibit impor dari daerah sub-tropis yang dikembangkan di daerah tropis akan mengalami berbagai macam cekaman (*stress*) yang diakibatkan oleh faktor lingkungan, seperti cekaman akibat suhu lingkungan tinggi, kualitas makanan rendah dan manajemen pemeliharaan yang buruk serta berbagai macam parasit atau penyakit yang merugikan yang tidak dialami di daerah asalnya. Keadaan ini berdampak terhadap ketidakmampuan ulat sutera tersebut untuk mengeskpresikan fenotipenya secara penuh, mengingat ulat sutera (Sam-Eun, 1998) adalah jenis serangga berdarah dingin (*poikolothermic*) yang mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Sebagai negara tropis, suhu udara di Indonesia sangat bervariasi, misalkan saja di Surabaya, suhu udara dapat mencapai 35° C pada bulan November (BPS, 1995), jauh diatas suhu normal pertumbuhan ulat sutera yaitu 20-28° C (Sam-Eun, 1998), apalagi suhu optimum (Singh *et al*., 1997; Brasla dan Matei, 1998), sehingga suhu tinggi merupakan salah satu faktor lingkungan yang menyebabkan terjadinya cekaman pada ulat sutera impor dan ini dapat menimbulkan fenomena interaksi genotipe lingkungan. Apabila interaksi genotipe lingkungan nyata keberadaannya pada ulat sutera, maka rendahnya produksi benang dalam negeri mungkin salah satu akibat dari fenomena tersebut.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keberadaan interaksi genotipe lingkungan pada sifat-sifat kuantitatif ulat sutera dan diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi awal untuk manajemen pemeliharaan dan perbaikan mutu genetik ulat sutera.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di dua tempat. Untuk pemeliharaan ulat (larva) sampai dengan panen kokon dilaksanakan di Laboraotium Pemuliaan dan Genetika Ternak Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penetasan telur dan analisis produksi serat sutera (filamen) dilakukan di Laboratorium Disiplin Persuteraan Alam, Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor pada bulan April-Juli 1999

Ulat sutera yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bibit ulat sutera murni, terdiri atas ulat sutera ras Tropis *(polivoltin)*, ras Jepang dan ras Cina *(bivoltin)* yang diperoleh dari Bank bibit ulat sutera di Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor. Ulat sutera yang digunakan sebanyak 15 pasang (jantan-betina) yang terdiri atas lima pasang untuk setiap ras. Jumlah ulat yang dipelihara sebanyak 3000 larva, masing-masing 1500 larva dipelihara pada suhu ruang 28 ± 1° C dan 1500 larva dipelihara pada ruang 35 ± 1° C selama 6 jam mulai pukul 09.00-15.00 WIB sejak instar I sampai akan mengokon (instar V hari ke-6).

Jenis pakan yang diberikan adalah daun murbei jenis *Morus cathayana* dengan jumlah pemberian 25 g per ekor selama pemeliharaan. Teknik pemeliharaan, perkawinan dan penetasan telur didasarkan pada metode yang disarankan oleh Samsijah dan L. Andadari (1992). Ruang pemeliharaan terdiri atas dua kamar dengan ukuran 4x3 m. Ruang pemeliharan ulat pada suhu 28 ± 1° C dilengkapi termometer basah-kering dan dua buah rak bertingkat tiga sebagai tempat tampah (nyiru) berdiameter 80 cm, sedangkan ruang pemeliharaan ulat suhu 35 ± 1° C dilengkapi termometer basah-kering dan satu buah rak bertingkat tiga yang juga digunakan sebagai tempat tampah (nyiru).

Peubah yang diamati adalah bobot badan instar IV, bobot badan instar V, daya tahan hidup larva dan daya tahan hidup pupa, bobot kokon, bobot kulit kokon, persentase kulit kokon, panjang serat *(filamen)*, persentase *filamen*, tebal *filamen*, jumlah telur per induk dan daya tetas telur. Persentase kulit kokon, persentase *filamen*, tebal *filamen* dan daya tetas telur berdasarkan pada perhitungan sebagai berkut :

- Perentase kulit kokon $= \dfrac{\text{Bobot kulit kokon}}{\text{Bobot kokon}} \times 100$

- Persentase filamen $= \dfrac{\text{Bobot filamen}}{\text{Bobot kokon}} \times 100$

- Tebal filamen $= \dfrac{9000 \times \text{Bobot filamen}}{\text{Panjang filamen}}$

- Daya tetas telur $= \dfrac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur per induk}} \times 100$

Pengukuran terhadap bobot badan, bobot kokon, bobot filamen dan bobot benang menggunakan timbangan listrik *Sartorius basic*, sedangkan pengukuran terhadap panjang filamen menggunakan alat pintal sederhana (manual) merek K. Onishi & Co., LTD., berkapasitas empat buah kokon sekali *running*. Pengamatan terhadap peubah-peubah tersebut dilakukan berdasarkan sampel, masing-masing 10 individu untuk setiap induk, sehingga jumlah total individu yang diamati untuk setiap peubah adalah 300, sedangkan daya tahan hidup larva dan daya tahan hidup pupa dihitung berdasarkan unit percobaan yaitu berjumlah 30 unit dan setiap unit berjumlah 100 larva.

Untuk mengetahui interaksi antara genotipe (ras) dan lingkungan (suhu), maka digunakan metode (1) analisis ragam model rancangan faktorial (Pani & Lasley, 1972), (2) perubahan urutan genotipe (Falconer, 1981) dan (3) grafik norma reaksi (Griffiths *et al.*, 1993). Untuk analisis ragam model rancangan faktorial yaitu ras ulat sutera (B), terdiri atas ras Tropis (poli), ras Cina (702) dan ras Jepang (703) dipelihara pada dua suhu pemeliharaan (A) yaitu suhu ruang 28 ± 1° C dan suhu 35 ± 1° C. Performa individu masing-masing ras pada suhu pemeliharaan berbeda diukur. Model statistikanya :

$$Y_{ijk} = \mu + (A)_i + (B)_j + (AB)_{ij} + (E)_{ijk}$$

Keterangan:

i = 1, ..., 2 ; lingkungan (suhu)
j = 1, ..., 3 ; genotipe (ras)
k = 1, ..., 10 ; individu yang diamati
μ = rataan populasi
$(A)_i$ = pengaruh suhu ke-i
$(B)_j$ = pengaruh ras ke-k
$(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi ras ke-j dengan suhu ke-i
$(E)_{ijk}$ = pengaruh lingkungan tidak terkontrol.

Data dianalisis dengan menggunakan program *software* komputer yaitu program *SAS* for Windows dengan prosudur *General Linear Model* (GLM) yang diestimasi dengan rataan kuadrat terkecil atau *Least-Squares Means* (LSMeans) (SAS, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa fenomena interaksi genotipe lingkungan nyata pada sifat bobot badan instar VI, bobot badan instar V dan daya tahan hidup larva baik menggunakan analisis ragam (AR) (P<0.05), perubahan urutan genotipe (PUG) dan grafik norma reaksi (GNR). Untuk tebal filamen dan daya tetas telur, interaksi nyata berdasarkan PUG dan GNR, akan tetapi tidak nyata berdasarkan AR (P>0.05) sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fenomena Interaksi Genotipe-Lingkungan yang Keberadaannya Nyata Berdasarkan AR, PUG dan GNR

No.	Sifat yang Diamati	Metode		
		AR (nilai F)	PUG	GNR
1.	Bobot badan instar IV (g)	**	N	n
2.	Bobot badan instar V (g)	**	N	n
3.	Daya tahan hidup larva (%)	*	N	n
4.	Tebal filamen (D)	ns	N	n
5.	Daya tetas telur (%)	ns	N	n

Keterangan:
**) nyata pada taraf α 1%
*) nyata pada taraf α 5%
n) nyata
ns) tidak nyata

Adapun sifat daya tahan hidup pupa, bobot kokon, bobot kulit kokon, persentase kulit kokon, panjang filamen, persentase filamen dan jumlah telur per induk, tidak ditemukan fenomena interaksi genotipe lingkungan yang nyata baik melalui pendekatan AR, PUG dan GNR. Sifat-sifat yang tidak memperlihatkan keberadaan interaksi genotipe-lingkungan yang nyata disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan metode PUG sebagaimana terlihat pada Tabel 1, maka sifat-sifat dari genotipe berbeda tersebut mengalami perubahan urutan performa dari suhu pemeliharaan yang berbeda, oleh karena itu sifat-sifat tersebut mengindikasikan adanya interaksi genotipe-lingkungan yang nyata. Sedangkan sifat-sifat sebagaimana tersaji pada Tabel 2, tidak mengalami perubahan urutan performa, maka sifat-sifat tersebut tidak mengindikasikan adanya interaksi genotipe lingkungan yang nyata. Performa genotipe ulat sutera ras Tropis, ras Cina dan ras Jepang yang dipelihara pada suhu berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Fenomena Interaksi Genotipe-Lingkungan yang Keberadaannya Tidak Nyata Berdasarkan AR, PUG dan GNR

No.	Sifat yang Diamati	Metode		
		AR (nilai F)	PUG	GNR
1.	Daya tahan hidup pupa (%)	ns	ns	ns
2.	Bobot kokon (g)	ns	ns	ns
3.	Bobot kulit kokon (g)	ns	ns	ns
4.	Persentase kulit kokon (%)	ns	ns	ns
5.	Panjang filamen (m)	ns	ns	ns
6.	Persentase filamen (%)	ns	ns	ns
7.	Jumlah telur per induk (butir)	ns	ns	ns

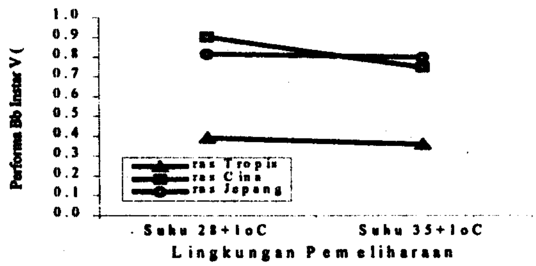
Keterangan:
ns) tidak nyata

Demikian pula halnya dengan metode GNR (Tabel 1), sifat bobot badan instar IV, bobot badan instar V, daya tahan hidup larva, tebal filamen dan daya tetas telur, memperlihatkan garis norma reaksi berpotongan yang mengindikasikan adanya interaksi genotipe lingkungan yang nyata, sebaliknya pada sifat bobot kokon, bobot kulit kokon, persentase kulit kokon, panjang filamen, persentase filamen, daya tahan hidup pupa dan jumlah telur per induk (Tabel 2) tidak memperlihatkan garis norma reakasi yang berpotongan, maka sifat tersebut tidak memperlihatkan adanya interaksi genotipe-lingkungan yang nyata. Pendekatan analisis interaksi berdasarkan grafik norma reaksi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

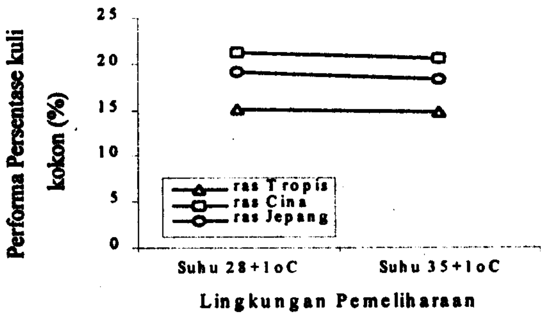
Tabel 3. Performa Genotipe Ulat Sutera Ras Tropis, Ras Cina dan Ras Jepang yang Dipelihara pada Lingkungan Berbeda

No.	Sifat yang Diamati	Suhu 28±1°C			Suhu 35±1°C		
		Tropis	Cina	Jepang	Tropis	Cina	Jepang
1.	Bobot badan instar IV (g)	0,1005^{c}	0,1667^{a}	0,1580^{a}	0,0906^{c}	0,1325^{b}	0,1391^{b}
2.	Bobot badan instar V (g)	0,3942^{d}	0,9034^{a}	0,8194^{b}	0,3590^{d}	0,7499^{c}	0,800$^{b/c}$
3.	Daya tahan hidup larva (%)	99,20^{a}	88,67^{b}	82,80^{c}	96,20^{a}	70,60^{d}	79,00^{c}
4.	Daya tahan hidup pupa (%)	91,20^{a}	59,00^{b}	56,25^{c}	89,00^{a}	57,25^{b}	53,67^{c}
5.	Bobot kokon (g)	1,033^{c}	1,620^{a}	1,537^{b}	0,966^{c}	1,4522^{b}	1,4023^{b}
6.	Bobot kulit kokon (g)	0,154^{d}	0,333^{a}	0,294^{c}	0,142^{d}	0,316^{b}	0,274^{c}
7.	Persentase kulit kokon (%)	15,06^{d}	21,31^{a}	19,18^{c}	14,76^{d}	20,56^{b}	18,41^{c}
8.	Panjang filamen (m)	559^{d}	941^{a}	745^{c}	557^{d}	887^{b}	712^{c}
9.	Persentase filamen (%)	12,41^{d}	17,60^{a}	14,70^{c}	12,31^{d}	16,50^{b}	14,27^{c}
10.	Tebal filamen (D)	2,033^{b}	2,668^{a}	2,743^{a}	1,871^{b}	2,601^{a}	2,562^{a}
11.	Jumlah telur per induk (butir)	420$^{b/c}$	537^{a}	474^{b}	381^{c}	513a/^{b}	467^{b}
12.	Daya tetas telur (%)	94,77^{a}	92,05^{a}	92,87^{a}	89,94$^{a/b}$	87,61$^{a/b}$	84,07^{b}

Keterangan: Superskrip huruf yang berbeda pada baris yang sama, berbeda nyata (P<0.05), berdasarkan uji *least square means* (Lsmeans)



Gambar 1. Grafik Norma Reaksi yang Mengindikasikan Interaksi Genotipe Lingkungan Nyata.



Gambar 2. Grafik Norma Reaksi yang Mengindikasikan Interaksi Genotipe Lingkungan Tidak Nyata.

Interaksi genotipe-lingkungan berhubungan erat dengan tingkat kepekaan suatu genotipe terhadap perubahan lingkungan yang kurang menguntungkan atau tingkat adaptasi suatu genotipe pada suhu tinggi. Berdasarkan sifat-sifat yang interaksinya nyata (Tabel 1), ditemukan bahwa genotipe yang berinteraksi adalah ras Cina dengan ras Jepang. Ulat sutera ras Cina, nampaknya kurang memiliki adaptasi yang baik dibandingkan dengan ras Jepang, sehingga terjadi perubahan arah respon yang berbeda antara ras Cina dan ras Jepang. Oleh karena itu, interaksi nyata keberadaannya antara ras Cina dan ras Jepang terutama pada sifat bobot badan instar IV, bobot badan instar V, daya tahan hidup larva, tebal filamen dan daya tetas telur. Sifat-sifat dari suatu genotipe yang memiliki tingkat kepekaan atau adaptasi yang sama pada pemeliharaan suhu 35° C (Tabel 2), maka sifat-sifat tersebut tidak memperlihatkan keberadaan interaksi yang nyata. Dengan kata lain, bahwa genotipe terbaik pada suhu pemeliharaan 28° C, juga terbaik pada suhu pemeliharaan 35° C.

Analisis interaksi genotipe dengan lingkungan memberikan suatu indikasi tentang suatu kemungkinan genotipe memperlihatkan performa yang sama pada lingkungan berbeda, atau performa suatu genotipe akan berubah dari lingkungan ke lingkungan lainnya. Dalam program pemuliaan (Wilson, 1974; Noor, 1999), interaksi genotipe dengan lingkungan memiliki peran penting terutama untuk mendapatkan hasil yang optimum, karena interaksi dapat digunakan untuk mengetahui lingkungan yang cocok untuk menunjang produksi suatu ternak dan selain itu dapat pula menentukan keadaan lingkungan tertentu untuk melakukan seleksi.

Sifat-sifat yang perubahannya nyata ($P<0.05$) pada suhu pemeliharaan 35° C dapat ditafsirkan sebagai tingkat kurang mampunya suatu genotipe untuk dapat beradaptasi dengan baik, sebaliknya sifat yang tidak nyata perubahannya ($P>0.05$) berarti bahwa suatu genotipe mampu beradaptasi dengan baik. Warwick *et al.* (1990) menyatakan bahwa interaksi genetik dengan lingkungan ada hubungannya dengan daya adaptasi ternak yang dikembangkan di suatu daerah yang beriklim sedang kepada suatu keadaan daerah yang beriklim panas.

Apabila keberadaan interaksi genotipe lingkungan nyata pada ulat sutera dan tidak dilakukan upaya perbaikan, maka harapan untuk mendapatkan hasil yang maksimal tidak akan tercapai terutama pada bibit impor, karena genotipe tersebut tidak dapat mengekspresikan fenotipenya secara penuh. Untuk menanggulanginya, dapat dilakukan dengan pendekatan manajemen pemeliharaan dan pendekatan genetik yaitu menyilangkan individu/kelompok/ras ulat sutera yang berasal dari daerah sub-tropis (impor) dengan ulat sutera lokal (tropis).

KESIMPULAN

Interaksi genotipe lingkungan nyata pada sifat bobot badan instar VI, bobot badan instar V, daya tahan hidup larva, tebal filamen dan daya tetas telur terutama pada ulat sutera ras Cina dengan ras Jepang. Untuk sifat daya tahan hidup pupa, bobot kokon, bobot kulit kokon, persentase kulit kokon, panjang filamen, persentase filamen dan jumlah telur per induk tidak memperlihatkan keberadaan interaksi genotipe lingkungan yang nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada BPPS Pascasarjana IPB yang telah memberikan dukungan dana dalam kegiatan penelitian. Terima kasih juga kami sampaikan pula kepada Kepala Laboratorium Pemuliaan dan Genetika Ternak Fakultas Peternakan IPB dan Kepala Laboratorium Persuteraan Alam Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor yang telah berkenan memberikan fasilitas penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Biro Pusat Statistik. 1995. *Statistik Indonesia.* Jakarta. Indonesia.

Brasla, A. dan A. Matei. 1997. *Materi Pelatihan Pembibitan Ulat Sutera II.* PPUS-Candiroto, Jawa Tengah.

Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (RRL). 1995. Program Pengembangan Persuteraan Alam di Indonesia. *Makalah Simposium Nasional Persuteraan Alam.* Departemen Kehutanan. Jakarta.

Falconer, D. S. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics. Second Ed.* Longman Inc., New York.

Griffiths, A. J. F., J.H. Miller, D. T. Suzukit, R, C. Lewontin & W. M. Gelbart. 1993. *An Introduction to Genetic Analysis.* W.H. Freeman and Company. New York.

Noor, R. R. 1999. Optimalisasi interaksi genotipe dengan lingkungan. *Makalah Pelatihan Singkat Metodologi dan Manajemen Biologi.* Ditjen Dikti Depdikbud bekerjasama dengan Jurusan Biologi FMIPA IPB. Bogor.

Pani, S. N. & J. F. Lasley. 1972. Genetic x Environment Interaction in Animals. *Research Bulletin*. Colombia, Missouri.

Perum Perhutani. 1998. *Laporan Pelatihan Teknis Persuteraan Alam Nasional Tingkat Petani/Penyuluh*. Kerjasama Perum Perhutani dengan Masyarakat Persuteraan Alam Indonesia.

Samsijah & L. Andadari. 1992. *Petunjuk Teknis Budidaya Ulat Sutera (Bombyx mori L.) Informasi Teknis Nomor* 25. Departemen Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.

Sam-Eun, K. 1998. *Silkworm Breeding. In Principle and Practice in Sericulture*. National Sericulture and Entomology Research Institute. Rural Development Administration. Republic of Corea.

SAS. 1987. *SAS user's Guide: Statistics. Release 6.03* Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Singh, G. P., V. B. Mathur, R. K. Kamble & K. Datta. 1997. Young age rearing of silkworm, Bombyx mori L. a review. *Sericologia* 42(2):238-251.

Warwick, E. J., M. J. Astuti & W. Hardjosubroto. 1990. *Pemuliaan Ternak*. Gadjah Mada Unversity Press. Yogyakarta.

Wilson, P. S. 1974. Genotype by environment interaction in the context on animal breeding. *Proceeding 1st World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*.