

## ABSTRAK

# DETEKSI POTENSI PERKEMBANGAN PERILAKU *GLUCOSE AVERSION* PADA KECOAK JERMAN, *Blattella germanica* L. (DICTYOPTERA:BLATTELLIDAE) DI INDONESIA

Oleh

**Trisnowati Budi Ambarningrum**

**NIM: 30613005**

**(Program Studi Doktor Biologi)**

Kecoak Jerman, *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) merupakan salah satu hama permukiman yang penting. Salah satu teknik pengendalian kecoak Jerman yang aman terhadap lingkungan adalah menggunakan umpan. Namun masalah yang dihadapi saat ini adalah berkembangnya perilaku *glucose aversion* pada kecoak Jerman, sehingga pengendalian berbasis umpan mengalami kegagalan. *Glucose aversion* merupakan perilaku menghindari umpan, mengurangi konsumsi maupun menghentikan konsumsi terhadap umpan yang mengandung glukosa pada kecoak Jerman. *Glucose aversion* merupakan salah satu fenomena resistensi perilaku pada kecoak Jerman yang terpapar umpan mengandung glukosa dengan insektisida berbahan aktif yang sama dalam waktu yang lama. Sampai saat ini di Indonesia belum ada laporan tentang *glucose aversion* pada kecoak Jerman. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi potensi perkembangan perilaku *glucose aversion* pada 21 strain kecoak Jerman yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia, (2) mengkaji respon kemosensorik pada kecoak Jerman melalui pengamatan perilaku pemilihan terhadap gula yang meliputi latensi menuju ke gula, frekuensi kunjungan ke gula, serta durasi berada di gula, dan (3) mengkaji respon metabolik yang mendasari proses pemilihan gula pada kecoa Jerman melalui pengukuran indeks nutrisi, yang meliputi : laju konsumsi (*Consumption Rate/CR*), laju pertumbuhan (*Consumption Rate/CR*), efisiensi konversi makanan yang dimakan (*Efficiency of Conversion of Digested food / ECD*), efisiensi konversi makanan yang dimakan (*Efficiency of Conversion of Ingested food / ECI*), serta perkiraan makanan yang dicerna (*Approximate Digestibility/ AD*).

Penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu (1) deteksi perkembangan perilaku *glucose aversion* terhadap 21 strain kecoak Jerman dari 12 provinsi di Indonesia terhadap umpan komersial yang mengandung fipronil 0.05% dan glukosa, (2) pengujian untuk mengetahui respon kemosensorik kecoak Jerman strain standar rentan insektisida dan strain lapangan yang terdeteksi berpotensi mengembangkan perilaku *glucose aversion* maupun strain lapangan yang *non glucose aversion* terhadap beberapa jenis gula, (3) pengujian respon metabolik kecoak Jerman strain standar rentan insektisida dan strain lapangan yang berpotensi

mengembangkan perilaku *glucose aversion* maupun strain lapangan yang *non glucose aversion* terhadap beberapa jenis gula.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat strain kecoak Jerman (14.05%) yaitu strain JKT-a, JKT-b, BDG-b, serta PKU-b terdeteksi berpotensi mengembangkan perilaku *glucose aversion*. Toleransi paling tinggi terhadap Maxforce forte 0.05 gel ditunjukkan oleh strain JKT-b. Nilai Rasio Resistensi 50 (RR<sub>50</sub>) kelompok Parental (P) dan Filial-1 (F1) dari populasi yang terseleksi lebih tinggi dibandingkan nilai RR<sub>50</sub> dari populasi *unselected*. Namun nilai RR<sub>50</sub> dari kelompok F1 sedikit lebih rendah dibandingkan RR<sub>50</sub> kelompok P. Hal tersebut terlihat baik pada strain yang terdeteksi berpotensi mengembangkan perilaku *glucose aversion* maupun pada strain-strain yang tidak terdeteksi berpotensi mengembangkan perilaku *glucose aversion*. Periode Lethal Time 50 (LT<sub>50</sub>) dari kelompok F1 lebih pendek dari kelompok P. Terdeteksinya perkembangan perilaku *glucose aversion* pada keempat strain tersebut mengindikasikan keempat strain tersebut sebelumnya pernah terpapar umpan berbasis glukosa di daerah asalnya. *Glucose aversion* merupakan bentuk adaptasi perilaku, karena adanya plastisitas dari sistem sensorik untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan yang sangat cepat.

Hasil pengamatan terhadap perilaku memilih gula menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis gula dan strain berpengaruh nyata terhadap latensi ( $p < 0.05$ ). Latensi tercepat strain VCRU, BKL dan PDG menuju ke maltosa dan sukrosa, sedangkan latensi terlama menuju ke fruktosa. Pada strain PKU-b latensi tercepatnya menuju ke *plain agar* (kontrol), sedangkan pada strain JKT-b latensi tercepatnya menuju ke sukrosa. Hasil pengamatan terhadap frekuensi dan durasi menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata pada perlakuan dan strain terhadap frekuensi dan durasi pada gula ( $p < 0.001$ ). Frekuensi dan durasi strain BKL, PDG, JKT-b, dan PKU-b lebih tinggi pada sukrosa dan maltosa, meskipun pada strain JKT-b dan PKU-b kunjungan dan durasinya lebih rendah dibandingkan strain BKL dan PDG, sedangkan frekuensi dan durasi strain VCRU lebih tinggi pada glukosa. Berdasarkan hasil analisis regresi terdapat pengaruh yang sangat nyata ( $p < 0.001$ ) antara frekuensi kunjungan kecoak ke perlakuan dengan durasi berada di perlakuan, dengan korelasi sebesar 43% ( $R^2 = 0.43$ ). Persamaan regresi linear yang terbentuk  $Y = 22.4x - 13.55$ . Pada saat pertama kali mendeteksi keberadaan makanannya kecoak akan melakukan orientasi menggunakan sensila olfaktori, diikuti dengan gerakan menuju sumber makanannya, selanjutnya dengan menggunakan sensila gustatorinya dilakukan orientasi untuk mengevaluasi kualitas nutrisi makan. Bila makanan memenuhi kebutuhan nutrisinya, maka makanan akan dikonsumsi, namun bila tidak cocok dengan kebutuhan nutrisinya, maka kecoak akan mencari makanan lainnya yang memenuhi kebutuhan nutrisinya.

Hasil pengukuran laju konsumsi (CR) dan laju pertumbuhan (GR) menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata baik terhadap perlakuan maupun strain kecoak Jerman ( $p < 0.001$ ). Glukosa dan sukrosa lebih banyak dikonsumsi oleh strain VCRU. Maltosa lebih banyak dikonsumsi oleh strain BKL dan PKU-b, sedangkan strain PDG dan JKT-b lebih banyak mengonsumsi sukrosa. Strain

JKT-b dan PKU-b lebih sedikit mengonsumsi glukosa dibandingkan strain lainnya. Nilai GR tertinggi pada strain VCRU yang mengonsumsi glukosa, sedangkan nilai GR tertinggi pada strain BKL, PDG, JKT-b, dan PKU-b yang mengonsumsi sukrosa. Nilai ECD nimfa yang mengonsumsi gula berbeda yang sangat nyata pada perlakuan ( $p < 0.001$ ) dan berbeda nyata pada strain ( $p < 0.05$ ). Nilai ECI pada perlakuan dan strain berbeda sangat nyata ( $p < 0.001$ ). Nilai ECD tertinggi pada nimfa yang mengonsumsi glukosa ditunjukkan oleh strain VCRU dan PDG, sedangkan ECD tertinggi pada nimfa yang mengonsumsi sukrosa terlihat pada strain BKL, JKT-b, dan PKU-b. Nilai ECI tertinggi pada strain VCRU yang mengonsumsi glukosa, sedangkan nilai ECI tertinggi pada strain BKL, PDG, JKT-b, dan PKU-b yang mengonsumsi sukrosa. Nilai perkiraan pakan yang dicerna (AD) pada perlakuan dan strain berbeda sangat nyata ( $p < 0.001$ ). Nilai AD tertinggi dijumpai pada strain VCRU yang mengonsumsi glukosa, sedangkan pada strain BKL, JKT-b, dan PKU-b nilai AD tertinggi dijumpai pada nimfa yang mengonsumsi fruktosa. Pada strain PDG nilai AD tertinggi dijumpai pada nimfa yang mengonsumsi sukrosa. Secara umum terlihat pada semua strain bahwa tingginya nilai ECD dan ECI pada glukosa dan sukrosa nampaknya sejalan dengan tingginya nilai CR dan GR pada masing-masing gula tersebut, kecuali pada strain BKL dan PKU-b yang meskipun CRnya tertinggi pada maltosa, namun ternyata baik nilai GR, ECD, dan ECInya lebih tinggi pada sukrosa.

Dari pengukuran indeks nutrisi ini dapat disimpulkan bahwa kecoak Jerman akan melakukan respon kompensasi saat mengonsumsi gula yang tidak bernutrisi dengan cara memakan lebih banyak serta menaikkan kemampuan pencernaannya dan menurunkan efisiensi pemanfaatan makanannya, untuk itu diperlukan *metabolic cost* yang mengakibatkan laju pertumbuhannya menurun. Sukrosa memiliki kemampuan sebagai fagostimulan serta memiliki kemampuan yang paling baik dalam mendukung pertumbuhan nimfa kecoak Jerman. Tidak semua gula yang memiliki kemampuan sebagai fagostimulan merupakan nutrisi yang mampu mendukung pertumbuhan nimfa kecoak Jerman. Maltosa meskipun memiliki kemampuan sebagai fagostimulan, namun kurang mampu mendukung pertumbuhan nimfa kecoak Jerman. Hal tersebut mengindikasikan kecoak Jerman lebih mengutamakan respon metabolik daripada respon kemosensorik dalam memilih makanan yang sesuai untuk mendukung pertumbuhannya. Hal lain yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah strain lapangan yang terindikasi mengembangkan perilaku *glucose aversion* konsumsi gulanya lebih rendah/sedikit dibandingkan dengan strain lapangan *non glucose averse*, khususnya preferensi dan konsumsinya terhadap glukosa.

Penelitian ini merupakan laporan pertama di Indonesia yang mengkaji tentang potensi perkembangan perilaku *glucose aversion* pada kecoak Jerman di Indonesia. Pengamatan respon kemosensorik dan respon metabolik yang dilakukan melalui pendekatan *behavior sampling* dan melalui pengukuran indeks nutrisi menggunakan metode gravimetri juga merupakan laporan pertama yang pernah dilaporkan pada kecoak Jerman. Hasil penelitian ini memberikan informasi dan indikasi bahwa nampaknya tekanan seleksi secara terus-menerus menggunakan umpan dengan glukosa sebagai fagostimulan dan bahan aktif yang sama dalam jangka waktu yang lama, akan membuat kecoak Jerman

mengembangkan perilaku *glucose aversion*, sehingga pengendalian berbasis umpan glukosa akan menjadi tidak efektif. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi untuk dapat dijadikan acuan bagi pelaku pengendali hama permukiman dalam memformulasikan umpan untuk pengendalian kecoak Jerman. Kontribusi lainnya adalah memberikan pemahaman yang lebih baik bahwa respons metabolik kecoak berdasarkan kandungan nutrisi makanan merupakan penentu perilaku dalam memilih makanan dalam hal ini gula.

Kata kunci : *Blattella germanica*, *glucose aversion*, gula, fagostimulan, respon metabolik

## **ABSTRACT**

### ***DETECTION OF POTENTIAL DEVELOPMENT OF GLUCOSE AVERSION BEHAVIOR IN GERMAN COCKROACHES, Blattella germanica L. (DICTYOPTERA:BLATTELLIDAE) IN INDONESIA***

By

**Trisnowati Budi Ambarningrum**

**NIM: 30613005**

***(Doctoral Program in Biology)***

German cockroaches *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) one among those important domestic pests. Baiting has been being applied in controlling this type of pest. However, so far, the cockroaches have been able to develop such a characteristic that allow them to be resistant to such type of bait and known as a glucose aversion, leads to the failure in handling this organism. Glucose aversion is a behavior to avoid bait, reduce consumption or stop consumption of bait containing glucose in German cockroaches. Glucose aversion is one of the phenomena of behavioral resistance in German roaches that are exposed to bait containing glucose with insecticide with the same action in a long time. In Indonesia, so far, there is no scientific report on glucose aversion on German cockroaches available. The current study was aimed at (1). evaluate the potential of glucose aversion character on 21 strain German cockroaches obtained from Indonesia in developing this character. (2) examine the chemosensory response to German cockroaches through behavioral observation The selection of sugar which includes the latency to the sugar, the frequency of visits to the sugar, and the duration of being in sugar, and (3) examine the metabolic response underlying the sugar selection process in the German cockroaches through the measurement of nutritional indices, which includes: Consumption Rate/CR, Growth Rate (Consumption Rate/CR, Efficiency of Conversion of Digested Food/ECD), Efficiency of Conversion of Ingested Food/ECI, and Approximate Digestibility/AD).

Current study was divided into three stages: (1) detection of behavior's development on glucose aversion on 21 German cockroach strains obtained from 12 provinces in Indonesia to commercial bait containing 0.05% fipronil and glucose, (2) testing for chemosensory responses of German cockroaches susceptible strain for insecticides as well as the field's strains which were detected for behavioral aversion on glucose bait (3) testing the metabolic responses of susceptible strain of German cockroaches and field strain that have the potential to develop the behavior of glucose aversion and non-glucose aversion on several types of sugars.

The results showed that four German cockroaches strains (14.05%) namely JKT-a, JKT-b, BDG-b, and PKU-b strains were indicated for their potential on

developing glucose aversion behavior. The highest tolerant on bait (Maxforce forte 0.05 gel) was observed from JKT-b strain. The resistance ratio value 50 ( $RR_{50}$ ) of the selective parental (P) and Filial-1 (F1) were higher than the  $RR_{50}$  value of the unselected population. However, the  $RR_{50}$  value of the F1 group was slightly lower than P. This detectable on both groups with behavioral glucose aversion and having no potential for behavioral aversion. Lethal Time 50 ( $LT_{50}$ ) of the F1 group was also shorter than that of P group. Detection of the development of glucose aversion behavior in the four strains indicated that the four strains had previously been exposed to glucose-based bait in their original area. Glucose aversion is a form of behavioral adaptation, due to the plasticity of the sensory system to adapt to rapid environmental changes.

The observation of sugar selection behavior showed that the treatment of various types of sugar and strains significantly affected latency ( $p < 0.05$ ). The fastest latency of VCRU, BKL and PDG strains came to maltose and sucrose, while the longest latency came to fructose. In the PKU-b strain, the fastest latency came to plain agar (control), whereas in the JKT-b strain the fastest latency came to sucrose. The results of observations of frequency and duration showed that there were very significant differences in the treatment and strains of the frequency and duration of sugar ( $p < 0.001$ ). The frequency and duration of BKL, PDG, JKT-b, and PKU-b strains are higher in sucrose and maltose, although in JKT-b and PKU-b strains the visit and duration are lower than BKL and PDG strains, while the frequency and duration of VCRU strain higher in glucose. Based on the results of the regression analysis, there was a very significant effect ( $p < 0.001$ ) between the frequency of cockroach visits to the treatment with the duration of being treated, with a correlation of 43% ( $R^2 = 0.43$ ). The linear regression equation formed  $Y = 22.4x - 13.55$ . When first detecting the presence of food, cockroaches would orient themselves using olfactory sensilla, followed by movements towards their food source, then by using gustatory sensilla, orientation was conducted to evaluate the nutritional quality of food. If the food contains enough nutrients, then the food would be consumed, but if it didn't match the nutritional needs, then cockroaches would look for other foods that fulfilled their nutritional needs.

The results of the measurement of consumption rate (CR) and growth rate (GR) showed that there were very significant differences both in the treatment and strain of German cockroaches ( $p < 0.001$ ). Glucose and sucrose were consumed more by the VCRU strain. Maltose was consumed more by BKL and PKU-b strains, while PDG and JKT-b strains consumed more sucrose. JKT-b and PKU-b strains consumed less glucose than other strains. The highest GR values in VCRU strains that consumed glucose, while the highest GR values in BKL, PDG, JKT-b, and PKU-b strains that consumed sucrose. ECD values of nymphs consuming different sugars were highly significant in the treatment ( $p < 0.001$ ) and significantly different in the strain ( $p < 0.05$ ). The ECI values for the treatments and strains were significantly different ( $p < 0.001$ ). The highest ECD values in nymphs consuming glucose were indicated by VCRU and PDG strains, while the highest ECD in nymphs consuming sucrose was seen in BKL, JKT-b, and PKU-b strains. The highest ECI values in VCRU strains that consumed glucose, while the highest ECI values in BKL, PDG, JKT-b, and PKU-b strains that consumed sucrose. The estimated value of the AD in the treatment and strain was

significantly different ( $p < 0.001$ ). The highest AD value was found in VCRU strains that consumed glucose, whereas in the BKL, JKT-b, and PKU-b strains the highest AD values were found in nymphs consuming fructose. In the PDG strain, the highest AD value was found in nymphs consuming sucrose. In general, it could be seen in all strains that the high ECD and ECI values in glucose and sucrose seemed to be in line with the high CR and GR values in each of these sugars, except for BKL and PKU-b strains which, although the highest CR is in maltose, it turned out to be good GR, ECD, and ECI were higher in sucrose.

Based on the measurement of this nutritional indices, it can be concluded that German cockroaches will compensate when consuming unsourced sugar by consuming more and increasing their digestive capacity and reducing the efficiency of their food utilization. Therefore, the metabolic cost is needed, which causes the growth rate to decrease. Sucrose has the ability as a phagostimulant and the best ability to support the growth of German cockroach nymphs. Not all sugars that have the ability as phagostimulants are nutrients that can support the growth of German cockroach nymphs. Even though maltose had the ability as a phagostimulant, it was less able to support the growth of German cockroach nymphs. This indicates that German cockroaches prioritize the metabolic response rather than the chemosensory response in choosing appropriate foods to support its growth. Another thing that can be concluded from the results of this study is that field strain that is indicated to develop glucose aversion behavior lower sugar consumption / less compared to non-glucose averse field strain.

This study is the first report in Indonesia that examines the potential development of glucose aversion behavior in German cockroaches in Indonesia. Observation of the chemosensory response and metabolic response made through the behavior sampling approach and the measurement of the nutritional indices using the gravimetric method is also the first report ever reported on German cockroaches. The results of this study provide information and indications that it seems that continuous selection pressures using glucose feeds as phagostimulants and the same active ingredient over a long period of time will make German cockroaches develop the glucose aversion behavior so that control- based glucose bait will be ineffective. The results of this study contribute to being able to be used as a reference for pest control operators (PCOs) in formulating bait for controlling German cockroaches. Another contribution is to provide a better understanding that the cockroach metabolic response based on the nutritional content of food is a determinant of behavior in choosing food in this case sugar.

Keywords: *Blattella germanica*, glucose aversion, sugar, phagostimulant, metabolic response