

BERKALA ILMIAH BIOLOGI

A Scientific Periodical

Polimorfisme Genotipe FSHR Kodon 680 pada Populasi Wanita Indonesia
Daniel Joko Wahyono, Agus Hery Susanto, Adi Amurwanto, dan Saefuddin 'Aziz

Diversitas Genetik Babirusa (*Babirusa babirusa* L.) (Artiodactyla: Suidae) di Penangkaran Kebun Binatang Surabaya dengan Sekuen Gen 12SrRNA dari DNA Mitokondria
M. Syamsul Arifin Zein, Maharadatunkamsi, dan Sri Sulandari

Pengukuran Volume Trakhea dan Penentuan Pola Pernafasan Serangga dengan Metode Spektroskopi Fotoakustik Laser
Mitraryana, Stefan Persijn, Frans Josef Marcus Harren, Muhamad Ali Joko Wasono, Muslim, Ignatius Sudaryadi

Kloning Gen Peplömer S-1 Virus *Avian Infectious Bronchitis* Isolat U-02
Tri Untari, Darjono, Wasito, dan Asmarani

Diversity of Bats in East Sumba, Nusa Tenggara Timur with New Record Of *Hipposideros Ater*
Maharadatunkamsi

Skrining Fitokimia dan Efek Larvisida Ekstrak Biji Kecubung Wulung (*Datura metel* L.) terhadap Larva Instar III dan IV *Aedes Aegypti*
Dewi Nur Wulandari, Hartati Soetjipto, Susanti Pudji Hastuti

Kapasitas Pencarian Inang Parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera : Scelionidae) berdasar Dimensi Ukuran Sayap Depan
Agus Wahyana Anggara dan Damayanti Buchori

The Effect of Proximity to Human Settlement Towards The Occurrence of Muntjac *Muntiacus muntjak* Zimmermann (Artiodactyla:Cervidae) and The Characteristics of Muntjac Beds Found in Tlogojati Village, Wonosobo District, Central Java
Siti Nurleily Marlina and Ferdinand Rühle

**KAPASITAS PENCARIAN INANG PARASITOID *Telenomus remus* NIXON
(HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) BERDASAR DIMENSI UKURAN SAYAP DEPAN**

Agus Wahyana Anggara¹ dan Damayanti Buchori²

INTISARI

Anggara, A.W., dan D. Buchori. 2006. Kapasitas pencarian inang parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) berdasar dimensi ukuran sayap depan. Berkala Ilmiah Biologi 5 (2) : 109 - 115.

Penelitian dengan pelepasan *Telenomus remus* di lapangan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dimensi ukuran sayap depan parasitoid tersebut terhadap kapasitas pencarian inangnya. Parasitoid dilepas menurut metode *spot release* pada petak pertanaman kedelai dan dilakukan penangkapan kembali parasitoid yang sedang melakukan oviposisi pada telur perangkap yang dipasang pada jarak ½, 1, 2, 4, dan 7m di sekeliling titik pelepasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *T. remus* memiliki dimensi ukuran sayap depan yang beragam. *T. remus* populasi perbanyakan massal di laboratorium memiliki dimensi ukuran sayap depan lebih beragam daripada parasitoid yang tertangkap kembali sedang oviposisi telur perangkap di lapangan. Kisaran ukuran sayap *T. remus* populasi perbanyakan massal berkisar 0,17-1,08mm, sedangkan populasi tangkapan 0,17-0,49mm. Meskipun demikian, semua *T. remus* dengan kisaran ukuran sayap yang beragam tersebut mampu menemukan dan mengoviposisi telur inangnya di lapangan. Hal ini membuktikan bahwa *T. remus* memiliki kapasitas pencarian inang yang baik di lapangan. Hasil tersebut sekaligus menunjukkan bahwa parasitoid *T. remus* berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati.

Kata Kunci : ukuran sayap, kapasitas pencarian inang, parasitoid, *Telenomus remus*

ABSTRACT

Anggara, A.W., and D. Buchori. 2006. Searching capacity of parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) based on its forewing size dimension. Berkala Ilmiah Biologi 5 (2) : 109 - 115.

The release of *Telenomus remus* to the field was carried out to determine the effect of wing size dimension to their searching capacity. Spot release methods was used in soybean cropping plot after the release of *T. remus*. The parasitoid ovipositing on the host eggs were recaptured ½, 1, 2, 4, and 7m away from the releasing point. The results indicated that *T. remus* had a broad dimension of forewing size diversity. The population of *T. remus* from mass rearing in the laboratory has more diverse forewing size than ovipositing parasitoids recaptured in the field. The forewing size of *T. remus* from mass rearing and those recaptured from the field ranged between 0.17-1.08mm and 0.17-0.49mm, respectively. However, all of *T. remus* with diverse forewing size were capable to search and ovipositing on their host eggs. This results indicated that *T. remus* had a good searching capacity in the field. Therefore, they can be regarded as a biological control agent.

Key words: wing size, searching capacity, parasitoid, *Telenomus remus*

¹ Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

Jl. Raya 9 Sukamandi Subang 41256 Jawa Barat e-mail : aw_anggara@yahoo.com

² Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Parasitoid telur sering menjadi alternatif pilihan pertama sebagai agen pengendalian hayati karena berpotensi menekan populasi hama pada fase paling awal sehingga kerusakan tanaman dapat dicegah sedini mungkin. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) merupakan parasitoid telur Lepidoptera terutama *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) (Cave 2000; CABI 2002). Ciri khas *T. remus* adalah tubuh berwarna hitam dengan kisaran panjang 0,5-0,6 mm, toraks menonjol lebih tinggi daripada abdomen, dan ujung abdomen menyempit (Cave 2000; Yuliarti 2002). Di kawasan Amerika Latin, *T. remus* banyak dikembangkan sebagai agens pengendali hayati karena memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi dan mudah diperbanyak secara massal (Cave, 2000). Karakter unggul lainnya adalah kapasitas pencarian inang yang tinggi, serta kisaran inang dan penyebaran yang luas (Kalshoven 1981; Cave 2000; CABI 2002; Yuliarti 2002).

Dalam pencarian inangnya di lapangan, kemampuan terbang parasitoid telur lebih penting daripada berjalan dengan tungkainya (Corbett & Rosenheim, 1996). Menurut Kolliker-Ott *et al.* (2003), penerbangan relatif sulit dilakukan oleh parasitoid yang ukuran tubuhnya kecil karena terbang seperti 'berenang di udara' sehingga sedikit perubahan pada dimensi ukuran atau pada bentuk sayap akan berpengaruh terhadap kemampuan terbangnya. Lebih lanjut dinyatakan bahwa individu parasitoid *Trichogramma pretiosum* dan *T. brassicae* dengan ukuran sayap besar memiliki kebugaran dan pencarian inang lebih baik. Hal serupa dilaporkan Bennet & Hoffmann (1998) bahwa *T. carverae* yang berhasil mengoviposisi telur berukuran relatif lebih besar daripada ukuran rata-rata populasi pembiakan massal. Informasi seperti di atas belum pernah dilaporkan untuk parasitoid *T. remus* sehingga diperlukan penelitian mengenai hubungan antara ukuran sayap depan parasitoid *T. remus* dengan kemampuannya menemukan dan mengoviposisi inangnya di lapangan.

Dimensi ukuran sayap merupakan penduga terbaik terhadap kapasitas pencarian inang parasitoid telur karena jenis parasitoid tersebut lebih mengutamakan kemampuan terbang dalam menemukan inangnya di lapangan (Corbett & Rosenheim, 1996). Dalam percobaan ini, 'dimensi ukuran sayap' ditentukan secara konsisten dengan

mengukur jarak antar ciri-ciri spesifik pada sayap (*landmark*) sehingga apabila terdapat perbedaan ukuran diharapkan memang merupakan variasi genetik dalam populasi. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dimensi ukuran sayap depan parasitoid *T. remus* terhadap kapasitas pencarian inang di lapangan berdasar tingkat parasitisasinya.

BAHAN DAN CARA KERJA

Pengadaan dan Perbanyakan Inang

Inang *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) dikoleksi dari pertanaman talas di daerah Bubulak Bogor Jawa Barat. Larva *S. litura* diambil dari pertanaman talas, selanjutnya dipelihara dalam kotak plastik (17cm x 12cm x 4cm) dengan pakan daun kedelai yang diganti setiap hari. Menjelang stadia pupa, serbuk gergaji steril dimasukkan ke kotak plastik dengan ketebalan 2 cm. Pupa yang terbentuk direndam dalam larutan kloroks 2% selama 1 menit, dicuci dengan air steril, dan ditempatkan dalam wadah plastik (diameter 9 cm, tinggi 6 cm) dengan alas kertas merang. Imago yang muncul dipindahkan ke stoples plastik (diameter 15 cm, tinggi 20 cm) yang dilapisi kertas merang pada bagian dalamnya sebagai tempat peletakkan telur dengan isi maksimal 30 imago (25 betina, 5 jantan) per stoples dan diberi madu 10% sebagai pakannya. Pemanenan telur *S. litura* dilakukan setiap hari.

Pengadaan dan Perbanyakan Parasitoid

Parasitoid *T. remus* diperoleh dari inang *S. litura* yang dikoleksi dari daerah Ciranjang Cianjur. Kelompok telur *S. litura* di lapangan diambil, dimasukkan tabung reaksi (diameter 1,5 cm, tinggi 10 cm), dan diinkubasi pada suhu kamar (26°C) hingga parasitoid muncul. Selanjutnya parasitoid diperbanyak dengan inang *S. litura* hasil perbanyakan laboratorium. Kelompok telur *S. litura* berumur kurang dari 24 jam dimasukkan ke tabung reaksi yang berisi *T. remus* dan diberi madu 10% sebagai pakan parasitoid. Setelah dipaparkan selama 24 jam, kelompok telur inang dipindahkan ke tabung reaksi lain. Pada hari ke-3 setelah pemaparan, kelompok telur diperiksa dengan mikroskop. Apabila terdapat larva *S. litura* segera diambil dan telur yang terparasit dimasukkan tabung reaksi dan diinkubasi hingga parasitoid muncul. Kegiatan perbanyakan inang dan parasitoid dilaksanakan sejak November

2003 hingga Januari 2004 di Laboratorium Bioekologi Parasitoid dan Predator, Departemen Hama dan Penyakit IPB.

Percobaan Lapangan

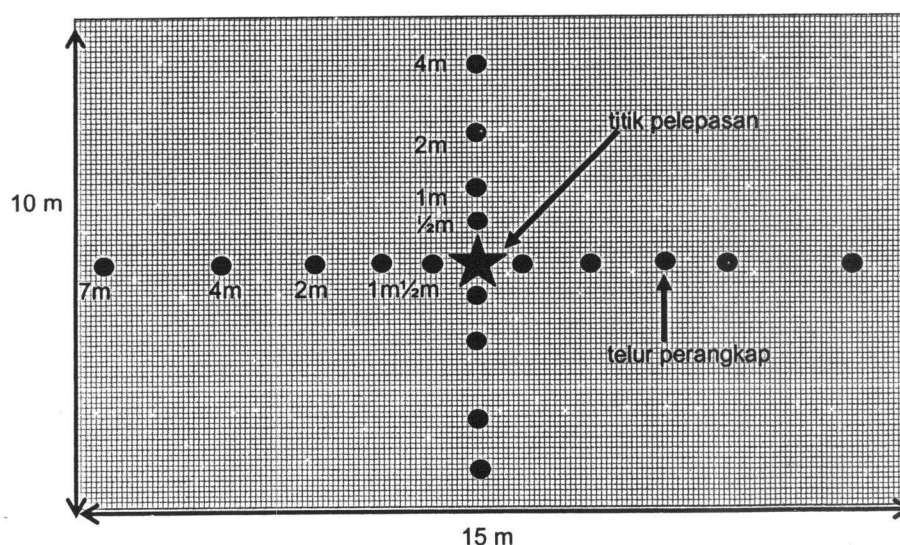
Pelepasan parasitoid di lapangan dilakukan pada petak percobaan berukuran 10m x 15m yang ditanami kedelai varietas Wilis dengan jarak tanam 20cm x 25cm. Parasitoid dilepas menurut metode *spot release* (Hernandez *et al.*, 1988) saat kedelai berumur 6 minggu setelah tanam (MST) (Gambar 1.). Dari setiap kelompok telur inang yang berumur kurang dari 24 jam (baru saja dioviposisikan oleh imago *S. litura*) dipilih 100 butir telur menggunakan kuas halus di bawah mikroskop binokuler pada perbesaran (10x4). Selanjutnya, pada petak percobaan dipasang 18 kelompok telur *S. litura* tersebut (setiap kelompok berisi 100 telur *S. litura*), masing-masing 1 kelompok telur pada jarak ½, 1, 2, 4, dan 7 m dari titik pelepasan pada arah utara, timur, selatan, dan barat. Kelompok-kelompok telur inang tersebut dilekatkan pada bagian permukaan bawah daun menggunakan selotip pada ketinggian 50-75cm di atas permukaan tanah. Titik pelepasan parasitoid dipasang sejajar dengan ketinggian peletakkan telur perangkap pada kanopi tanaman. Selanjutnya, 16 kelompok telur inang berisi 5000 *T. remus* berumur kurang dari 24 jam dilepaskan pada titik pelepasan (Hernandez *et al.*, 1988). Dengan asumsi nisbah kelamin 1:1, pelepasan parasitoid tersebut bersifat inundatif agar semua telur

perangkap memperoleh kesempatan dioviposisi oleh betina parasitoid. Pelepasan parasitoid dilakukan pada pagi hari (07:00-08:00WIB). Selanjutnya, parasitoid yang sedang mengoviposisi telur perangkap di lapangan ditangkap kembali menggunakan tabung kecil (*appendorf*), kemudian dilakukan pengamatan dimensi ukuran sayapnya. Pengamatan dimensi ukuran sayap juga dilakukan terhadap *T. remus* yang diambil dari populasi laboratorium hasil pembiakan massal pada generasi yang sama.

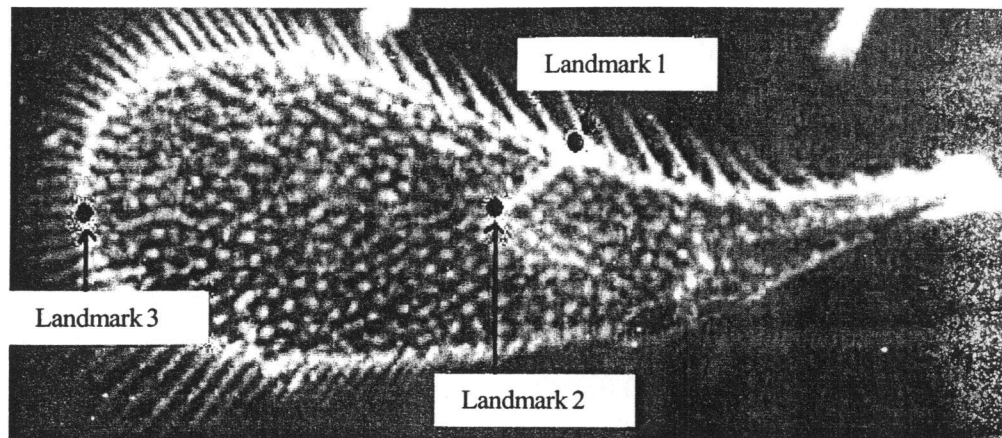
Pengukuran Dimensi Sayap Depan Parasitoid

Pengukuran dimensi sayap seperti yang dilakukan Bennet & Hoffmann (1998) dan Kapuge & Hoffmann (2001) sebagai berikut : spesimen *T. remus* diletakkan di atas gelas preparat yang telah ditetesi akuades, selanjutnya sayap kanan *T. remus* dilepas dengan sangat hati-hati menggunakan 2 buah jarum halus, sayap yang terlepas kemudian diatur posisinya agar *landmark*-nya tampak jelas (Gambar 2.), dan akhirnya dipotret menggunakan kamera mikroskop Olympus DP 11.

Landmark adalah titik-titik penting yang selalu terdapat pada setiap sayap *T. remus* dan letaknya konsisten. Penentuan landmark dilakukan dengan melakukan pengamatan berulang-ulang (minimal 50 kali) terhadap objek / hasil pemotretan sayap parasitoid dengan posisi menghadap dan peletakkan yang seragam. Pada percobaan ini, tiga *landmark* sayap depan yang digunakan (Gambar 2.) adalah : *landmark* 1 merupakan perpotongan



Gambar 1. Denah tata letak pemasangan telur perangkap dan posisi titik pelepasan parasitoid menurut metode *release spot* pada petak percobaan.



Gambar 2. Posisi penempatan *landmark* pada sayap depan *T. remus* untuk penghitungan dimensi ukuran sayap.

margin sayap dan vena (Chapman, 1998), *landmark* 2 adalah stigma (Chapman, 1998), dan *landmark* 3 adalah perpotongan margin sayap dengan deretan *trichia* (rambut-rambut) yang tersusun memanjang menuju bagian tengah sayap depan. Selanjutnya, gambar hasil pemotretan diolah dengan program morfometri TPS Dig yang diperoleh dari website <http://www.life.bio.sunysb.edu/morph/morph.html> (Bennet & Hoffmann, 1998). Dengan *software* tersebut, setiap titik *landmark* dari gambar pemotretan diubah dalam koordinat x dan y (pada tahap digitasi) sehingga dapat diketahui jarak antar titiknya. Ukuran sayap merupakan akar dari jumlah kuadrat jarak antar titik (Bookstein, 1991 *cit.* Kolliker-Ott *et al.*, 2003). Jarak yang diperoleh selanjutnya dikonversi dalam mm dengan cara dikalikan angka 908,0022 yang diperoleh dari digitasi garis sepanjang 1 mm pada perbesaran yang sama dengan saat pemotretan sayap *T. remus* yaitu (15x11).

Analisis Data

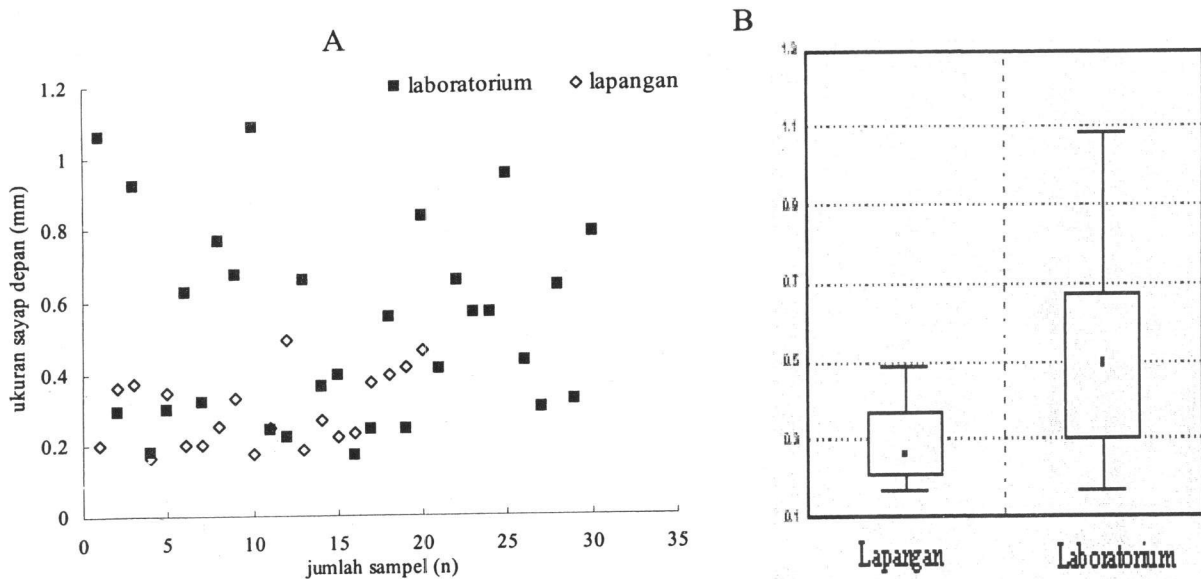
Analisis diskriminan dengan program Minitab (Mattjik & Sumertajaya 2002) dilakukan untuk membuat kelompok kelas (*cluster*) dimensi ukuran sayap depan parasitoid tangkapan dan perbandingannya dengan populasi perbanyakan massal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

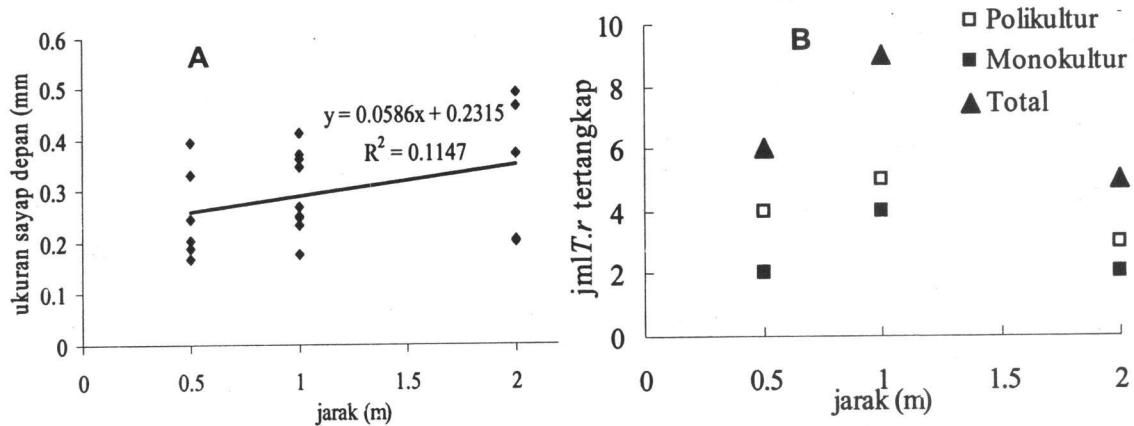
T. remus populasi perbanyakan massal di laboratorium memiliki dimensi ukuran sayap depan lebih beragam (Gambar 3A.) dan memiliki kisaran lebih luas (0,17-1,08 mm) daripada ukuran sayap *T.*

remus yang tertangkap kembali sedang oviposisi telur perangkap di lapangan (0,17-0,49 mm) (Gambar 3B.). Hasil tersebut lebih menggambarkan bahwa populasi parasitoid tangkapan merupakan bagian dari populasi perbanyakan massal di laboratorium. Populasi tangkapan memiliki ukuran sayap lebih seragam daripada populasi perbanyakan massal dan mengumpul pada ukuran kecil hingga sedang. Mengumpulnya ukuran sayap kecil pada *T. remus* tangkapan diduga kuat akibat parasitoid yang tertangkap kembali hanya berasal dari daerah yang dekat dengan titik pelepasannya (jarak ½-2 m), sedangkan pada jarak 4 dan 7 m dari titik pelepasan tidak ditemukan parasitoid yang sedang oviposisi telur perangkap. Meskipun demikian tidak dapat dinyatakan bahwa *T. remus* dengan ukuran sayap kecil memiliki kemampuan terbang dan kapasitas pencarian inang yang lebih baik. Kemungkinan individu-individu tangkapan memang merupakan anggota populasi yang berukuran sayap kecil dan berkemampuan terbang terbatas karena hanya tertangkap pada jarak ½, 1, dan 2 m dari titik pelepasan.

Lebih beragamnya ukuran sayap populasi *T. remus* perbanyakan massal merupakan gambaran tingginya keragaman genotip pada populasi tersebut. Seperti yang dinyatakan Price (1997), bahwa beragamnya genotip yang tercermin dengan keragaman macam fenotip populasi alami merupakan strategi serangga untuk menguasai sumber daya. Apabila berhadapan dengan kondisi lingkungan yang berfluktuasi, beragamnya genotip tersebut akan menguntungkan serangga karena akan selalu terdapat fenotip yang sesuai untuk kondisi saat itu sehingga kelangsungan jenisnya akan terpelihara.



Gambar 3. Sebaran (A) dan perbandingan (B) ukuran sayap depan populasi *T. remus* perbanyakkan masal di laboratorium dan populasi lapangan (tertangkap kembali sedang oviposisi telur perangkap).

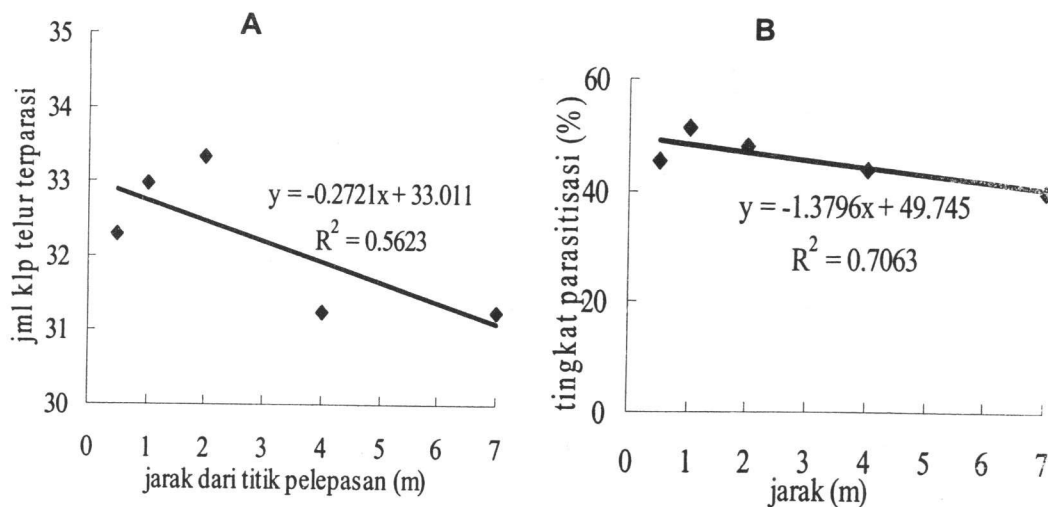


Gambar 4. Korelasi ukuran sayap *T. remus* yang tertangkap kembali sedang oviposisi dengan jarak dari titik pelepasan (A) dan jumlah *T. remus* tangkapan (B)

Analisis diskriminan dilakukan untuk mengetahui kedudukan ukuran sayap populasi tangkapan dibanding populasi perbanyakkan massal. Dimensi ukuran sayap populasi laboratorium dikelompokkan dalam tiga kelas yaitu berukuran kecil (0,17-0,46 mm), sedang (0,47-0,77 mm), dan besar (0,78-1,08 mm). Dengan populasi perbanyakkan massal sebagai pembandingan, hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa ukuran sayap *T. remus* yang tertangkap kembali sebenarnya cukup beragam, yaitu 30% berukuran kecil, 45% sedang, dan 25% besar. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa semua ukuran sayap *T. remus* memiliki kemampuan menemukan dan mengoviposisi telur inangnya di lapangan

sehingga dapat dinyatakan bahwa parasitoid yang dilepas sebenarnya memiliki kapasitas pencarian inang yang cukup baik.

Sebagian besar *T. remus* tangkapan memiliki ukuran sayap kecil dan sedang (75%). Hal tersebut diduga kuat karena sebagian besar parasitoid yang tertangkap kembali hanya pada jarak ½, 1, dan 2 m dari titik pelepasan, sehingga kemungkinan memang yang berukuran sayap kecil dan berkemampuan terbang terbatas. Meskipun tidak diperoleh parasitoid yang tertangkap secara langsung, terparasitnya telur perangkap pada jarak 4 dan 7 m dari titik pelepasan diduga kuat dioviposisi oleh *T. remus* dengan ukuran sayap besar sehingga mampu



Gambar 5. Korelasi jumlah kelompok telur *S. litura* terparasit (A) dan tingkat parasitisasinya (B) dengan jarak dari titik pelepasan *T. remus*.

mencapai jarak tersebut.

Terdapat korelasi positif antara ukuran sayap dengan jarak dari titik pelepasan (Gambar 4A.). Meskipun demikian, hasil tersebut kurang kuat untuk mengambil kesimpulan karena tingkat kepercayaannya hanya sekitar 12%. Hal tersebut memperkuat dugaan bahwa sebenarnya semua ukuran sayap *T. remus* mampu menemukan dan memarasit inangnya di lapangan. Hanya saja, kemungkinan memang terdapat perbedaan kapasitas pencarian akibat perbedaan kemampuan terbang. Individu yang memiliki dimensi ukuran sayap kecil terbatas kemampuan terbangnya sehingga hanya tertangkap di daerah yang dekat dengan titik pelepasannya. Meskipun demikian, berdasar hasil pengamatan di atas dapat dinyatakan bahwa *T. remus* yang berukuran sayap besar belum tentu memiliki kemampuan terbang lebih baik dan mampu menjangkau inang yang letaknya lebih jauh. Sedikitnya jumlah individu yang berhasil ditangkap kembali membuat data yang diperoleh terbatas sehingga terlihat bahwa tidak ada pengelompokan individu berdasar ukuran sayap pada jarak-jarak tertentu dari titik pelepasan (Gambar 4B.). Dari 5000 individu yang dilepas pada tiap petak percobaan, hanya sejumlah 20 individu parasitoid (0,4%) yang dapat tertangkap kembali (*recaptured*) (Gambar 3A.). Sangat sedikitnya jumlah *T. remus* yang tertangkap kembali karena kecilnya ukuran *T. remus* (sehingga sulit terlihat di lapangan) dan hanya menangkap kembali parasitoid yang sedang mengoviposisi telur perangkap di lapangan. Hasil tersebut juga mengindikasikan bahwa diperlukan

metode penangkapan yang lebih baik sehingga mampu menangkap lebih banyak individu yang telah dilepas di lapangan.

Jarak dari titik pelepasan parasitoid terbukti berkorelasi negatif terhadap banyaknya kelompok telur yang terparasit dan tingkat parasitisasinya, masing-masing dengan tingkat kepercayaan 56% dan 71% (Gambar 5A. dan 5B.). Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah telur terparasit dan tingkat parasitisasi telur *S. litura* oleh parasitoid *T. remus* semakin menurun dengan bertambahnya jarak dari titik pelepasan. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa kemungkinan besar individu parasitoid yang tertangkap kembali memang memiliki keterbatasan kemampuan terbang sehingga hanya mencapai jarak yang relatif dekat dengan titik pelepasan. Dari hasil percobaan justru terlihat bahwa setiap *T. remus* (baik berukuran sayap besar maupun kecil) memiliki kemampuan untuk menemukan inangnya di lapangan. Dari hasil tersebut timbul pertanyaan baru, apakah dengan jumlah parasitoid yang sama akan lebih baik melakukan pelepasan pada satu titik di tengah pertanaman ataukah dengan beberapa titik secara merata. Dari berbagai hasil penelitian (Hernandez 1988; Cave 2000; Buchori 2002; Cronin 2003) diketahui bahwa kedua cara tersebut layak dilakukan, bergantung pada tujuannya. Untuk pelepasan inokulatif, kedua cara pelepasan tersebut sama baiknya karena *T. remus* memiliki pola pemencaran dan kemampuan pencarian yang baik. Apabila pelepasan bertujuan untuk pengendalian (inundatif), kemungkinan pelepasan dengan banyak

titik secara merata akan memberikan hasil lebih baik karena lebih mendekati parasitoid dengan inang sasaran dan memungkinkan parasitoid lebih cepat tersebar merata di daerah sasaran.

KESIMPULAN

T. remus memiliki dimensi ukuran sayap depan yang beragam. Meskipun demikian, semua ukuran sayap tersebut mampu menemukan dan mengoviposisi telur inangnya di lapangan sehingga terbukti bahwa *T. remus* memiliki kapasitas pencarian inang yang baik di lapangan. Hasil tersebut sekaligus menunjukkan bahwa parasitoid *T. remus* potensial dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Mr. Ary Hoffman atas pelatihan penggunaan *software* morfometri TPS Dig. Juga kepada seluruh teman-teman di Laboratorium Bioekologi Parasitoid & Predator Departemen HPT IPB dan segenap rekan kerja dari Yayasan Peka Indonesia / CCIS (Nina, Dina, Atik, Adha, Rizal, Hertab, Reni, Anggi, Pak Slamet, & yang lainnya) atas kerjasama, bantuan, dedikasi dan berbagai masukan demi terlaksananya penelitian ini dengan baik. Kepada almarhumah Nita, semoga mendapat tempat yang layak di sisinya, Amin.

PUSTAKA ACUAN

- Bennet, D.M., and A.A. Hoffmann. 1998. Effect of size and fluctuating asymmetry on field fitness of parasitoid *Trichogramma carverae* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *Annual Ecology* 67:580-591.
- Bukhori, D. 2002. Optimalisasi peran agen pengendalian hayati dalam melestarikan lingkungan: model pengembangan konservasi agroekosistem di Indonesia. Seminar Nasional Perkembangan Terkini Pengendalian Hayati di Bidang Pertanian dan Kesehatan : Bogor, 5 September 2002. hlm 1-6.
- [CABI] CAB International. 2002. Crop Protection Compendium 2002 ed. [CD-ROM]. London: CABI.
- Cave, R.D. 2000. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. *Biocontrol* 21(1):21-26.
- Chapman, R.F. 1998. *The Insects*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Corbett, A. and J.A. Rosenheim. 1996. Quantifying of a minute parasitoid, *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae), using fluorescent dust marking and recapture. *Biological Control* 6:35-44.
- Cronin, J.T. 2003. Matrix heterogeneity and host-parasitoid interactions in space. *Ecology* 84(6):1506-1516.
- Hernandez, D., F. Ferrer, and B. Linares. 1988. Introduction de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera : Scelionidae) to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in Yaritagua Venezuela. *Tropical Agronomy* 39:199-205.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Laan PA van der, penerjemah. Jakarta: Ichtar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari: De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie.
- Kapuge, S.H, and A.A. Hoffmann. 2001. Composite asymmetry as an indicator of quality in the beneficial wasp *Trichogramma nr. brassicae* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *J. Economic Entomology* 94(4):826-830.
- Kolikerr-ott, U.M., M.W. Blows, and A.A. Hoffmann. 2003. Are wing size, wing shape and asymmetry related to field fitness of *Trichogramma* egg parasitoids? *Oikos* 100:563-573.
- Mattjik, A.A., dan I.M. Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Jilid 1 Ed. 2. Bogor:IPB Press.
- Price, P.Y. 1997. *Insect Ecology*. 3rd ed. New York: John Willey and Sons.
- Rohlf, F.J. 2004. TPSDig Program. <http://www.life.bio.sunysb.edu/morph/morph.html> (akses 25 Mei 2004).
- Yuliarti, N. 2002. *Karakter morfologi dan molekuler parasitoid telur, Telenomus spp. (Hymenoptera: Scelionidae) dari beberapa daerah di Jawa*. Thesis Program S2. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

