

RINGKASAN

Penurunan keanekaragaman dan kelimpahan polinator asli akibat kerusakan lingkungan dapat diatasi dengan pengintroduksian spesies lebah. Diversifikasi spesies lebah dengan kemampuan dan insting yang lebih beragam dalam merespon perubahan lingkungan dapat menjaga kestabilan servis ekosistem penyerbukan. Lebah tidak bersengat dipilih karena tidak berbahaya bagi petani, umur koloni cenderung panjang, dan menghasilkan madu serta propolis yang memiliki nilai jual lebih tinggi dari genus *Apis*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh kompetisi antar ketiga spesies lebah tidak bersengat yang diintroduksi pada tanaman caisim (*Brassica juncea* L.) terhadap aktivitas kunjungan dan efektivitas penyerbukan serta mengetahui spesies yang paling cocok diintroduksi pada tanaman caisim (*Brassica juncea* L.). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 8 perlakuan dan 10 kali ulangan berupa tiga spesies lebah tidak bersengat yang diintroduksi dan dikombinasikan pada lahan pertanian tanaman caisim. Perlakuan berupa koloni lebah berbeda, yaitu: 1 kurungan dengan *Heterotrigona itama*, 1 kurungan dengan *Tetragonula biroi*, 1 kurungan dengan *Tetragonula laeviceps*, 1 kurungan kombinasi *H. itama* dengan *T. biroi*, 1 kurungan kombinasi *H. itama* dengan *T. laeviceps*, 1 kurungan kombinasi *T. biroi* dengan *T. laeviceps*, 1 kurungan kombinasi ketiganya, dan satu kurungan sebagai kontrol tanpa koloni.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah ketiga spesies lebah introduksi dan waktu pengamatan. Variabel terikatnya terdiri dari aktivitas kunjungan lebah dan efektivitas penyerbukan yang terdiri dari jumlah polong (*pods*) per tanaman, panjang polong (*pods*), berat polong (*pods*), dan jumlah biji.

Analisis data menggunakan uji ANOVA serta uji lanjut dengan tingkat kesalahan 5% untuk menguji aktivitas kunjungan dan efektivitas penyerbukan. Hubungan antara parameter lingkungan dan aktivitas kunjungan dianalisis menggunakan korelasi Pearson dengan program SPSS 26.0. Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis beberapa komponen parameter kompetisi.

Hasil pengamatan dan analisis menunjukkan bahwa aktivitas lebah dimulai pada pagi hari, meningkat pada siang hari dan menjadi puncak aktivitas, lalu mengalami penurunan pada sore hari. *T. laeviceps* menjadi spesies yang memulai aktivitas keluar sarang pertama kali dan kembali paling akhir serta paling aktif melakukan kunjungan. *H. itama* menjadi spesies dengan aktivitas kunjungan terendah karena lebih cocok dibudidayakan di dataran rendah dengan vegetasi heterogen. Kombinasi ketiga spesies lebah tidak bersengatan menjadi perlakuan dengan rata-rata jumlah kunjungan dan rata-rata durasi kunjungan tertinggi dari seluruh perlakuan pada setiap waktu pengamatan yaitu 86,9 kunjungan untuk pagi; 103 untuk siang; dan 70,5 kunjungan untuk sore dengan durasi 1288; 1536,8; dan 1067,4 detik. *Handling time H. itama* menjadi yang paling singkat, berkisar antara 3-17 detik dengan rata-rata $10,28 \pm 0,74$ detik, sedangkan *T. biroii* 5-42 detik dengan rata-rata $16,18 \pm 0,56$ detik, dan *T. laeviceps* 4-38 detik dengan rata-rata $16,35 \pm 0,54$ detik. Perlakuan tunggal penelitian menunjukkan *H. itama* mengunjungi bunga sebanyak $5,57 \pm 1,14$ per menit, *T. biroii* $3,6 \pm 1,07$ per menit, dan *T. laeviceps* $3,77 \pm 0,86$ per menit. Uji ANOVA pada masing-masing spesies menunjukkan perlakuan kombinasi berpengaruh nyata terhadap laju kunjungan ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa laju kunjungan tertinggi masing-masing spesies adalah pada perlakuan kombinasi tiga spesies. Penambahan koloni menyebabkan lebah mengunjungi lebih banyak bunga namun dengan durasi yang lebih singkat.

Selain faktor intrinsik, faktor ekstrinsik berupa kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap aktivitas kunjungan serangga penyerbuk. Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa suhu dan intensitas cahaya berkorelasi positif terhadap aktivitas kunjungan, sedangkan kelembaban berkorelasi negatif.

Pengintroduksian ketiga spesies lebah tidak bersengatan yang terdiri dari *H. itama*, *T. biroii*, dan *T. laeviceps* berperan penting dalam efektivitas penyerbukan tanaman caisim. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pengintroduksian spesies lebah tidak bersengatan berpengaruh terhadap setiap parameter efektivitas penyerbukan ($p < 0,05$). Perlakuan kombinasi ketiga spesies lebah memberikan efektivitas penyerbukan terbaik dengan peningkatan hasil panen sebesar 85% pada jumlah polong (*Pods*) per pohon, 21% pada panjang polong (*Pods*), 49% pada berat

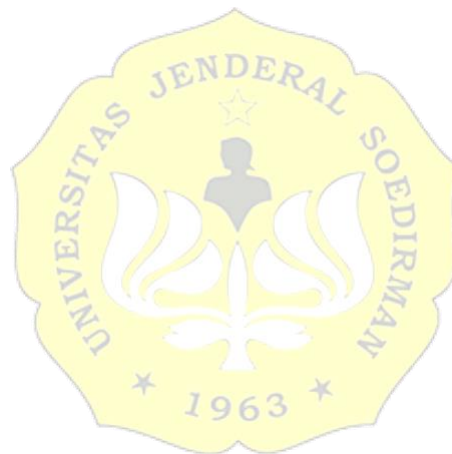
polong (*Pods*), dan 73% pada jumlah biji dibanding kontrol. Perlakuan kombinasi dua spesies pun memberikan hasil panen yang lebih baik dibanding perlakuan pengintroduksian satu spesies.

Kompetisi antar spesies dapat dilihat dari penurunan jumlah kunjungan dan durasi kunjungan dari perlakuan tunggal ke perlakuan kombinasi. *T. laeviceps* menjadi spesies yang paling aktif melakukan aktivitas kunjungan baik pada perlakuan tunggal maupun kombinasi. Aktivitas kunjungan *T. laeviceps* pada perlakuan tunggal mencapai $190 \pm 6,22$ kunjungan, menurun pada perlakuan kombinasi dua spesies karena kompetisi menjadi $112,6 \pm 6,69$ dan $119,6 \pm 5,91$ kunjungan serta semakin menurun pada perlakuan tiga kombinasi menjadi $100,2 \pm 7,33$ kunjungan. Bukti terjadinya kompetisi pada perlakuan kombinasi juga dapat dilihat dari uji ANOVA dan uji lanjut aktivitas kunjungan dan durasi kunjungan yang memiliki rerata berbeda ($p < 0,05$). Aktivitas kunjungan perlakuan tunggal *H. itama*, *T. biroii*, dan *T. laeviceps* berbeda nyata terhadap perlakuan kombinasi dua spesies maupun tiga spesies, begitu juga dengan perlakuan kombinasi dua spesies yang berbeda nyata dengan tiga spesies. Berdasarkan hasil pengamatan, *T. laeviceps* seringkali menjadi lebah yang pertama mengunjungi bunga karena keaktifannya mencari pakan. *H. itama* jarang berebut dengan *T. biroii* maupun *T. laeviceps* pada perlakuan kombinasi. Saat terjadi kompetisi, *H. itama* lebih banyak memenangkan perebutan karena ukuran tubuh yang lebih besar.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, lebah *Heterotrigona itama*, *Tetragonula biroii*, dan *Tetragonula laeviceps* yang diintroduksi dan dikompetisikan pada lahan pertanian tanaman caisim (*Brassica juncea*) mempengaruhi aktivitas kunjungan dan efektivitas penyerbukan. *Tetragonula laeviceps* menjadi spesies yang paling aktif berkunjung dan beradaptasi dengan baik pada lahan pertanian tanaman caisim di dataran tinggi Desa Serang. Namun, perlakuan kombinasi menunjukkan hasil terbaik pada setiap parameter efektivitas penyerbukan.

Kata Kunci: Aktivitas Kunjungan, *Brassica juncea* L., Efektivitas Penyerbukan,

Heterotrigona itama, Kompetisi, *Tetragonula laeviceps*, *Tetragonula biroi*.



SUMMARY

The decrease in diversity and abundance of native pollinators due to environmental damage can be solved by introducing bee species. Diversification of bee pollinators with various abilities and instincts to respond to environmental changes can maintain the stability of pollination services. Stingless bee species were selected because they aren't harmful to farmers, have long-lived colonies, also produce honey and propolis that have higher market value than the *Apis* genus.

This research aims to know about the effect of competition among three species of stingless-bees that were introduced to mustard (*Brassica juncea* L.) on flower-visiting activity and pollination effectiveness and also to determine which is the most suitable species to be introduced to mustard (*Brassica juncea* L.). The method used in this research is experimental with a randomized complete block design (RCBD). There were 8 treatments and 10 times repetition with three stingless-bees species were introduced and their combination to mustard plants. The treatments were different colonies among them: 1 caged with *Heterotrigona itama*, 1 caged with *Tetragonula biroi*, 1 caged with *Tetragonula laeviceps*, 1 caged with the combination of *H. itama* and *T. biroi*, 1 caged the combination of *H. itama* and *T. laeviceps*, 1 caged the combination of *T. biroi* and *T. laeviceps*, 1 caged with the combination of three of them, and 1 caged as control without bee's colony.

Independent variables in this research are the three species of stingless-bees and the time of observation. The dependent variables are visiting activity and pollination effectiveness was measured by the number of pods per plant, pod's length, pod's weight, and the number of seeds per pod.

The data analysis of visiting activity and pollination effectiveness used ANOVA (Analysis of Variance) and further tests with an error rate of 5%. The relationship between environmental parameters was analyzed using Pearson correlation test with SPSS program of 26.0. Description analysis were used to analyze some of the competition parameter components.

The result showed that bee activity began in the morning, increased during noon as their peak, and decreased in the evening. *T. laeviceps* became the first

species that started the foraging activity outside and the last one that went back to the nest in the evening. *T. laeviceps* is also the most active species in foraging activity. *H. itama* is the opposite because it's more suitable to be cultivated in low land with heterogeneous vegetation. The combination of three bee species became the highest number of visiting and duration activity among all treatments which were; 86,9 visits in the morning, 103 in the noon, and 70,5 in the evening also duration of 1288,8; 1536,8; and 1067,4 seconds. The shortest handling time among all was *H. itama* about 3-17 seconds with an average of $10,28 \pm 0,74$, *T. biroi* 5-42 seconds with an average $16,18 \pm 0,56$, and *T. laeviceps* 4-38 seconds with an average $16,35 \pm 0,54$. In the single bee treatments, *H. itama*, *T. biroi*, and *T. laeviceps* foraging rates in consecutive were $5,57 \pm 1,14$, $3,6 \pm 1,07$, and $3,77 \pm 0,86$ flowers/minute. The ANOVA tests of each species showed that combination treatment had an effect on foraging rate ($p < 0,05$). The further test results showed that the highest foraging rate of each species was the combination of three species. In the combination treatments, each species visited more flowers with shorter duration.

Extrinsic factors such as the colony condition, weather, and environmental condition also influence the flower-visiting activity of pollinator insects. Pearson correlation test results showed that temperature and light intensity had a positive correlation to visiting activity, while humidity had negatively correlated.

The introduction of three stingless-bee species i.e. *H. itama*, *T. biroi*, and *T. laeviceps* to mustard (*Brassica juncea* L.) played an important role in mustard pollination. Anova test results showed that the introduction of stingless bee species had an effect on each parameter of pollination effectiveness ($p < 0,05$). The combination of three species gave the greatest result; an increase of 85% number of pods per plant, 21% pod's length, 49% pod's weight, and 73% in the number of seeds per pod. The combination of two species also gave a better result than the introduction of single species.

The competition among species can be seen from the decrease in the number of visiting and visiting duration of single to combination treatment for each species. *T. laeviceps* became the most active species in single and combination treatments.

The flower-visiting activity of *T. laeviceps* in a single treatment was $190 \pm 6,22$ visits, decreased in the combination of two species became $112,6 \pm 6,69$ and $119,6 \pm 5,91$ visits, also decreased once again in three species combination became $100,2 \pm 7,33$ visits. The proof of competition on combination treatment also could be seen from the ANOVA and further test results of visiting activity and visiting duration that had different averages ($p < 0,05$). Single treatment visiting activity of *H. itama*, *T. biroi*, and *T. laeviceps* were significantly different from two and three species combination treatments. Based on observation, *T. laeviceps* usually became the first species that visited the flowers because of its activeness in foraging. In the combination treatments, *H. itama* rarely competed with *T. biroi* and *T. laeviceps*, but if it happened, *H. itama* often became the one who won the competition.

The result of the whole research and material discussion, *H. itama*, *T. biroi*, and *T. laeviceps* were introduced and competed on the agricultural land of mustard (*Brassica juncea* L.) influenced the visiting activity and pollination effectiveness. *Tetragonula laeviceps* became the species that was the most active among all and the best to adapt to the agricultural land of high land the Serang village. Nevertheless, combination treatment showed the best result on every parameter of pollination effectiveness.

Keywords: Visiting Activity, *Brassica juncea* L., Pollination Effectiveness, *Heterotrigona itama*, Competition, *Tetragonula laeviceps*, *Tetragonula biroi*.