

DAMPAK APLIKASI KUMATETRALIL DAN SARCOCYSTIS SINGAPORENSIS TERHADAP SERANGAN HAMA TIKUS DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

EFFECT OF COUMATETRALYL AND SARCOCYSTIS SINGAPORENSIS APPLICATION ON RAT ATTACK IN OIL PALM PLANTATION

Mahardika Gama Pradana, Hari Priwiratama, Agus Eko Prasetyo, dan Agus Susanto

Abstrak Pengendalian hama tikus di perkebunan kelapa sawit dapat dilakukan secara kimiawi menggunakan rodentisida atau secara biologi dengan memanfaatkan musuh alami, maupun integrasi antar keduanya. Pada penelitian ini dilakukan efikasi dua jenis bahan aktif rodentisida yaitu kumatetralil dan *Sarcocystis singaporensis* terhadap serangan tikus pohon *Rattus tiomanicus* pada tanaman kelapa sawit menghasilkan. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri 3 perlakuan dan 6 blok/ulangan. Dosis perlakuan kumatetralil yaitu 1 blok per pohon sedangkan dosis perlakuan *S. singaporensis* yaitu 2 pelet per pohon. Aplikasi umpan rodentisida dilakukan dengan interval lima hari sekali 4 ulangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase kejadian serangan tikus mengalami penurunan di seluruh blok percobaan. Kejadian serangan tikus pada blok aplikasi Kumatetralil secara nyata lebih rendah dibandingkan blok kontrol pada pengamatan 5 dan 10 hari setelah aplikasi (hsa), sedangkan pada blok aplikasi *S. singaporensis* hanya terlihat pada 5 hsa. Rerata laju penurunan serangan tikus selama aplikasi pada perlakuan Kumatetralil, *S. singaporensis*, dan kontrol adalah berturut-turut sebesar 53,80%; 38,58%; dan 21,86%. Intensitas serangan tikus pada bunga jantan sebelum aplikasi cukup tinggi yakni sebesar 31,87% - 40,64% sedangkan intensitas serangan tikus pada buah

kelapa sawit hanya bekisar antara 4,85% - 7,52%. Penurunan kejadian dan intensitas serangan tikus selaras dengan penurunan umpan yang dimakan. Pada perlakuan kumatetralil umpan yang dimakan turun dari 75,02% menjadi 57,03%, sedangkan pada perlakuan *S. singaporensis* turun dari 61,38% menjadi 47,20%. Pada pengujian ini, nilai efikasi terbaik diperoleh pada perlakuan kumatetralil di 5 has sebesar 56,68%.

Kata kunci: kumatetralil, *Sarcocystis singaporensis*, kejadian serangan, intensitas kerusakan

Abstract The management of rat attack in oil palm plantation is commonly achieved through rodenticide application as well as in combination with the utilization of natural enemies. In this study, field efficacy of two rodenticide active ingredients i.e. coumatetralyl and *Sarcocystis singaporensis* against *Rattus tiomanicus* was conducted in mature oil palm blocks. The experiment was carried out in a randomized complete block design consisting of 3 treatments and 6 blocks/replicates. The application of coumatetralyl was conducted at the dose of 1 block bait per palm, while *S. singaporensis* treatment was conducted at the dose of 2 pellets per palm. The rodenticide application was carried out four times at five days interval. The result showed that incidence of rat attack decreased in all experimental blocks. The incidence of rat attack on coumatetralyl treatment was significantly lower than the control block at 5 and 10 days after application (daa), where as *S. singaporensis* treatment only showed a significant reduction at 5 daa. The average rate of reduction in rat attack during application of coumatetralyl, *S. singaporensis*, and control treatments was 53.80%; 38.58%; and 21.86%,

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

Mahardika Gama Pradana (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan 20158
Email: mahardikagama@gmail.com



respectively. The intensity of rat attack on male flowers before application was ranged between 31.87% to 40.64%, while the intensity on fruit bunches was ranged from 4.85% - 7.52%. The decrease in the incidence and intensity of rat attack is in line with the decrease in rodenticide consumption. In coumatetralyl treatment, consumed bait decreased from 75.02% to 57.03%, while in *S. singaporensis* treatment it decreased from 61.38% to 47.20%. In general, the efficacy value of coumatetralyl was higher than that of *S. singaporensis*.

Keywords: kumatetralil, *Sarcocystis singaporensis*, attack incidence, damage intensity

PENDAHULUAN

Tikus merupakan salah satu hama penting di perkebunan kelapa sawit dengan resiko serangan tertinggi di pembukaan kebun baru (Susanto et al., 2015; Santosa & Rejeki, 2019). Spesies tikus yang dominan menyerang tanaman kelapa sawit meliputi *Rattus tiomanicus* (tikus pohon) dan *R. argentiventer* (tikus sawah) Wood & Singleton, 2015, *R. tanezumi* serta sebagian kecil jenis *Rattus* yang lain dan *Maxomys hellwaldii* (Ikhsan et al., 2020). Kerusakan yang ditimbulkan tikus dapat berupa keratan pada pelepah sampai titik tumbuh di fase pembibitan hingga tanaman belum menghasilkan (TBM), atau kerusakan bunga dan buah pada tanaman menghasilkan (TM) (Chung, 2012; Ikhsan et al., 2020).

Serangan tikus pada buah dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas tandan buah segar hingga rendemen minyak yang dihasilkan (Lukito & Sudrajat, 2017). Pada intensitas serangan berat di TBM, serangan tikus berpotensi menyebabkan penurunan produktivitas kelapa sawit pada TM pertama hingga mencapai 24% (Chung et al., 1999). Seekor tikus mampu memakan daging buah kelapa sawit antara 5,5 - 13,6 gram per hari dengan penurunan bobot tandan hingga 5-10% pada intensitas serangan berat (Wood & Singleton, 2015). Kerusakan yang ditimbulkan pada tandan buah berkorelasi dengan kelimpahan relatif populasi tikus terutama pada umur tanaman menghasilkan (Puan et al., 2011).

Pengendalian tikus dapat dilakukan secara kimiawi menggunakan rodentisida atau secara

biologi dengan memanfaatkan musuh alami, maupun integrasi antar keduanya (Nazri, 2016; Noor, 2020). Pengendalian menggunakan rodentisida umumnya dilakukan apabila tingkat kerusakan akibat serangan tikus di kebun sudah berat. Rodentisida yang digunakan untuk pengendalian hama tikus harus bersifat aman terhadap predatornya seperti burung hantu (Susanto et al., 2015; Noor, 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa rodentisida generasi pertama relatif aman dibandingkan dengan generasi kedua terhadap pertumbuhan dan perkembangbiakan burung hantu *Tyto alba* (Naim et al., 2010; Naim et al., 2011; Salim et al., 2014; Salim et al., 2016).

Bahan aktif kumatetralil termasuk ke dalam kelompok rodentisida anti koagulan generasi pertama yang umum digunakan untuk mengendalikan hama tikus di kelapa sawit. Rodentisida anti koagulan generasi pertama cenderung tidak menyebabkan efek keracunan sekunder terhadap predator tikus (Naim et al., 2011). Namun, penggunaan bahan aktif kumatetralil yang terus-menerus dapat menyebabkan resistensi apabila tidak diikuti dengan rotasi bahan aktif rodentisida.

Sebagai alternatif rotasi bahan aktif, beberapa produk biorodentisida dengan kandungan protozoa parasitik *Sarcocystis singaporensis* telah tersedia secara komersil di pasaran. Parasit tersebut telah dilaporkan tidak menimbulkan efek racun terhadap organisme non target seperti burung, reptil, mamalia, dan primata. Aplikasi di perkebunan kelapa sawit yang dikombinasikan dengan penggunaan musuh alami *Tyto alba*, tidak menyebabkan keracunan sekunder dan perilaku perburuan pada spesies burung hantu tersebut (Naim et al., 2012). Penggunaan parasit tersebut di laboratorium menghasilkan nilai mortalitas hingga 100% dan 70-90% dalam skala lapangan selama 10-14 hari. Penggunaan biorodentisida tersebut yang dikombinasikan dengan rodentisida antikoagulan pada dosis subletal mampu mengendalikan tikus dengan kepadatan populasi yang tinggi. Pada penelitian ini, efikasi rodentisida dengan bahan aktif kumatetralil dan *S. singaporensis* dilakukan pada kelapa sawit tanaman menghasilkan (TM) untuk mendapatkan efektifitas masing-masing rodentisida sebagai dasar pemilihan bahan aktif untuk pengendalian hama tikus yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Efikasi rodentisida dilakukan pada areal TM kelapa sawit umur 10 tahun di salah satu perkebunan yang terletak di Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Sebanyak 3 blok TM kelapa sawit umur 10 tahun dengan luas antara 12-16 ha dipilih sebagai blok perlakuan yakni rodentisida bahan aktif kumatetralil (formulasi *wax block*), bahan aktif *S. singaporensis* (2×10^5 sporosit dalam bentuk formulasi pelet), dan kontrol (tanpa perlakuan rodentisida). Blok yang telah dipilih sebelumnya dilakukan penghitungan kejadian serangan tikus dengan hasil yang merata antar blok tersebut. Sebanyak 602 pohon di setiap blok perlakuan yang terbagi ke dalam tujuh jalan produksi (pasar pikul) dipilih sebagai pohon sampel. Jarak antar jalan produksi satu dengan yang lain sebanyak lima jalan produksi.

Racun umpan diaplikasikan dengan metode *campaign* (pengumpanan berulang) sebanyak 4 kali pengumpanan dengan interval 5 hari sekali. Umpan diletakkan pada piringan pohon kurang lebih 1 meter menghadap gawangan mati (Tarmadja & Ngidha, 2018). Dosis aplikasi yang digunakan yaitu 1 *wax block*/pohon untuk bahan aktif kumatetralil, 2 pelet/pohon untuk *S. singaporensis*, dan perlakuan tanpa aplikasi rodentisida sebagai pembanding. Pengumpanan ulang dilakukan dengan mengganti umpan yang hilang atau dimakan sebagian pada tempat yang telah diaplikasikan sebelumnya. Pengumpanan dilakukan pada setiap pohon di setiap blok pengujian.

Pengamatan kejadian dan intensitas serangan tikus

Sensus kejadian serangan tikus dan skoring tingkat kerusakan akibat serangan tikus dilakukan dengan mengamati gejala serangan baru pada bunga jantan dan tandan buah kelapa sawit (Saragih et al., 2018) pada setiap tanaman sampel di plot perlakuan. Pengamatan dilakukan pada 0, 5, 10, 15, dan 20 hari setelah aplikasi (hsa). Kriteria skoring dikelompokkan berdasarkan tingkat kerusakan pada bunga jantan dan tandan buah kelapa sawit yang disajikan berturut-turut pada Tabel 1 dan 2. Selanjutnya, persentase kejadian serangan tikus dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kejadian serangan (\%)} = \frac{\text{Jumlah pohon terserang}}{\text{Jumlah seluruh pohon sampel}} \times 100\%$$

Sementara itu, intensitas serangan tikus dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Intensitas serangan (\%)} = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

n_i = jumlah bunga atau buah terserang pada skala ke- i

v_i = nilai skala serangan contoh ke- i

N = jumlah pohon yang diamati

V = nilai skala terbesar yang dipakai

Tabel 1. Skoring serangan hama tikus pada bunga jantan belum antesis dan atau lewat antesis berdasarkan skala dan kategori kerusakan

Table 1. Scoring of rat attack on pre- or post-anthesis *inflourescens* based on the damage scale and category

Skala	Kategori kerusakan	Keterangan
0	Bunga tidak terserang	Sehat
1	0-25% serangan pada bungan jantan belum antesis dan atau lewat antesis	Ringan
2	25-50% serangan pada bungan jantan belum antesis dan atau lewat antesis	Sedang
3	50-75% serangan pada bungan jantan belum antesis dan atau lewat antesis	Berat
4	75-100% serangan pada bungan jantan belum antesis dan atau lewat antesis	Sangat berat

Tabel 2. Skoring serangan hama tikus pada tandan buah kelapa sawit berdasarkan skala dan kategori kerusakan
 Table 2. Scoring of rat attack on oil palm FFB based on damage scale and category

Skala	Kategori kerusakan	Keterangan
0	Tidak ada gejala serangan	Sehat
1	<5% serangan pada buah kelapa sawit	Ringan
2	5-20% serangan pada buah kelapa sawit	Sedang
3	>20% serangan pada buah kelapa sawit	Berat

Bersamaan dengan pengamatan kejadian serangan, turut diamati persentase umpan rodentisida yang

dimakan oleh tikus sebagai data pendukung. Persentase umpan termakan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Umpan termakan (\%)} = \frac{\text{Jumlah umpan termakan dan atau hilang}}{\text{Jumlah seluruh umpan}} \times 100\%$$

Selanjutnya, dari nilai kejadian dan intensitas serangan dapat diperoleh nilai efikasi masing-masing rodentisida menggunakan formula berikut:

$$\text{Efikasi Rodentisida (\%)} = \frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100\%$$

Keterangan

Ca = Intensitas serangan pada buah di blok kontrol

Ta = Intensitas serangan pada buah di blok perlakuan

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan metode Tukey's HSD (*honestly significant difference*) pada selang kepercayaan yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh rodentisida terhadap intensitas serangan tikus

Secara umum persentase kejadian serangan tikus mengalami penurunan di seluruh blok percobaan. Kejadian serangan tikus pada blok aplikasi kumatetralil

secara nyata lebih rendah dibandingkan blok kontrol pada pengamatan 5 dan 10 hari setelah aplikasi (hsa), sedangkan pada blok aplikasi *S. singaporensis* secara nyata lebih rendah hanya pada 5 hsa (Tabel 3). Persentase kejadian serangan cenderung sama antar blok perlakuan pada 15 hsa hingga akhir aplikasi rodentisida.

Rerata laju penurunan serangan tikus selama aplikasi pada perlakuan kumatetralil, *S. singaporensis*, dan kontrol adalah berturut-turut sebesar 53,80%; 38,58%; dan 21,86%. Laju penurunan tertinggi pada perlakuan kumatetralil yaitu pada pengamatan 10 hsa sebesar 63,79%, berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Sementara itu, laju penurunan serangan tikus perlakuan *S. singaporensis* tidak berbeda dengan perlakuan kontrol sejak pengamatan 5 hsa (Tabel 4). Meskipun demikian persentase penurunan kejadian serangan tikus di seluruh perlakuan tidak berbeda pada pengamatan 15-20 hsa.

Tingginya kejadian serangan tikus tidak selalu menggambarkan intensitas serangan atau kerusakan yang tinggi pada bunga dan buah kelapa sawit. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa tikus lebih banyak menyerang bunga jantan dibandingkan tandan buah kelapa sawit. Intensitas serangan tikus pada bunga jantan sebelum aplikasi cukup tinggi yakni sebesar 31,87-40,64% (Gambar 1) sedangkan intensitas serangan tikus pada buah kelapa sawit hanya bekisar

antara 4,85-7,52% (Gambar 2). Ketertarikan hama tikus terhadap bunga jantan karena terdapat sumber protein berupa telur, larva, dan pupa kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* (Purba *et al.*,

2012). Selain itu, tikus juga memerlukan sumber energi dan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, dan vitamin yang salah satunya terkandung dalam tandan buah kelapa sawit (Priyambodo, 2003).

Tabel 3. Pengaruh perlakuan rodentisida terhadap kejadian serangan tikus

Table 3. Effect of rodenticide to rat attack incidence

Bahan aktif	Kejadian Serangan Tikus (%)				
	0 hsa	5 hsa	10 hsa	15 hsa	20 hsa
Kumatetralil	62,43a	37,51b	22,9b	27,78a	28,53a
<i>S. singaporensis</i>	63,37a	42,23b	36,7ab	33,03a	36,67a
Kontrol	64,19a	59,07a	53,88a	48,92a	36,89a

Huruf yang sama di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey's HSD pada taraf nyata 5%

The same letter behind the number in the same column shows no significant difference based on Tukey's HSD Test at a 5% significance level

Tabel 4. Pengaruh perlakuan rodentisida terhadap penurunan kejadian serangan tikus

Table 4. Effect of rodenticide treatments on the declining of rat attack incidence

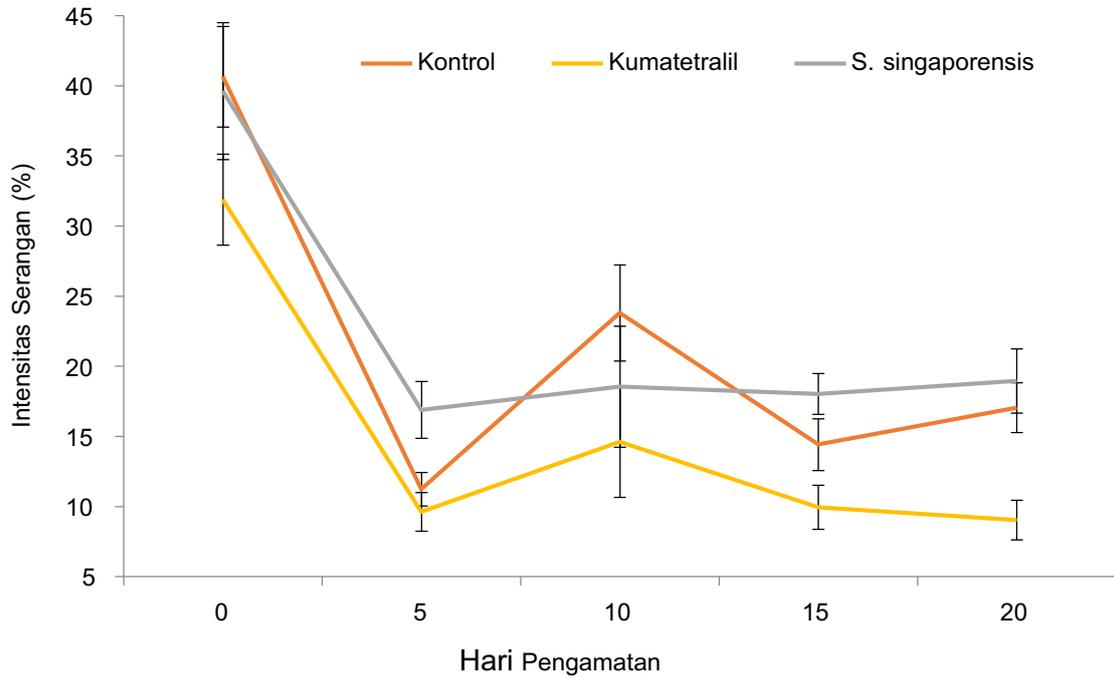
Bahan aktif	Penurunan Kejadian Serangan Tikus (%)			
	5 hsa	10 hsa	15 hsa	20 hsa
Kumatetralil	40,06b	63,79b	56,51a	54,84a
<i>S. singaporensis</i>	30,71ab	38,80ab	45,53a	39,26a
Kontrol	7,45a	14,95a	23,44a	41,59a

Huruf yang sama di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey's HSD pada taraf nyata 5%

The same letter behind the number in the same column shows no significant difference based on Tukey's HSD Test at a 5% significance level

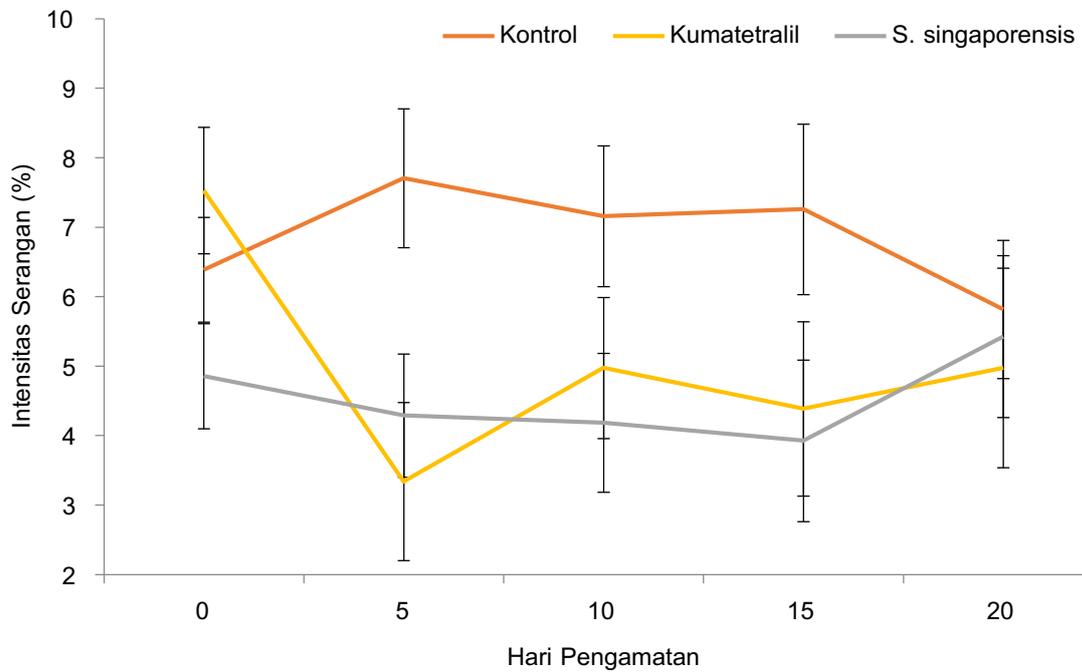
Serangan tikus pada bunga jantan cenderung menurun di setiap hari pengamatan sementara pada buah kelapa sawit berfluktuasi. Gambar 1 memperlihatkan bahwa perlakuan kumatetralil memberikan hasil penurunan intensitas serangan tikus pada bunga jantan yang nyata terhadap kontrol dimulai sejak 10 hsa hingga akhir pengamatan. Sebaliknya perlakuan

S. singaporensis menunjukkan intensitas serangan tikus pada bunga jantan yang tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Intensitas serangan tikus pada tandan buah perlakuan kumatetralil lebih rendah dibandingkan kontrol sejak aplikasi pertama meskipun menjadi sama setelah 20 hsa (Gambar 2). Pola yang sama juga ditunjukkan pada perlakuan *S. singaporensis*.



Gambar 1. Perkembangan intensitas serangan tikus pada bunga jantan kelapa sawit di berbagai perlakuan rodentisida

Figure 1. Development of rat damage intensity on oil palm male inflorescences within rodenticide treatments



Gambar 2. Perkembangan intensitas serangan tikus pada buah kelapa sawit di berbagai perlakuan rodentisida

Figure 2. Development of rat damage intensity on oil palm fruit bunch within rodenticide treatments

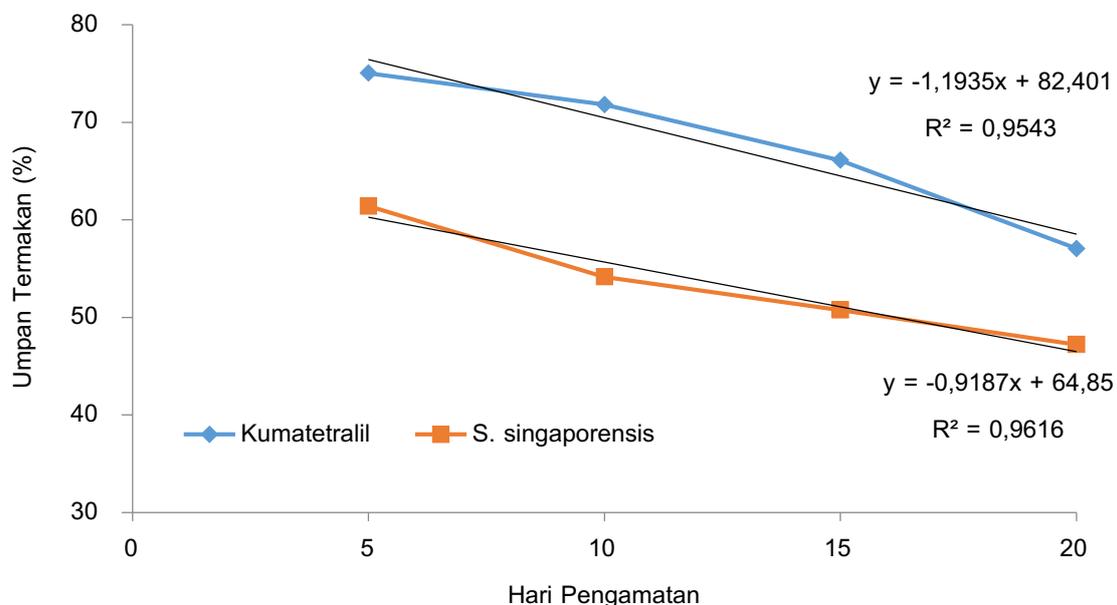
Penurunan kejadian dan intensitas serangan tikus selaras dengan penurunan umpan yang dimakan. Secara umum nilai persentase umpan termakan pada perlakuan kumatetralil dan *S. singaporensis* terus menurun hingga akhir pengujian. Pada perlakuan kumatetralil umpan yang dimakan turun dari 75,02% menjadi 57,03%, sedangkan pada perlakuan *S. singaporensis* turun dari 61,38% menjadi 47,20% (Gambar 3). Persentase umpan yang dimakan tersebut masih cukup tinggi. Umumnya ambang penghentian aplikasi rodentisida yaitu apabila umpan termakan kurang dari 20% (Wood & Singleton, 2015). Dengan demikian, pengumpanan masih perlu dilakukan kembali untuk dapat mengendalikan hama tikus sepenuhnya atau hingga persentase umpan yang dimakan kurang dari 20%.

Persentase umpan termakan yang masih cukup tinggi hingga aplikasi keempat menunjukkan bahwa populasi tikus di lapangan masih tinggi. Menurut Wood & Singleton (2015), secara umum pengumpanan kembali sebanyak 5-6 kali dapat menurunkan persentase umpan termakan hingga 20%. Populasi tikus yang masih tinggi di lokasi pengujian dapat disebabkan oleh aplikasi rodentisida yang hanya dilakukan terbatas pada

blok-blok pengujian. Hal ini memungkinkan tikus-tikus yang berada di sekitar blok pengujian bermigrasi ke blok pengujian karena tertarik dengan umpan rodentisida. Hal ini juga membuktikan bahwa rodentisida yang diuji sangat disukai oleh tikus meskipun Tarmadja & Ngidha (2018) meneliti rodentisida kumatetralil lebih menimbulkan jera umpan dibandingkan dengan rodentisida brodifacum dan bromodiolon.

Nilai efikasi rodentisida

Berdasarkan model persamaan linear pada Gambar 3 dapat diprediksi jumlah pengumpanan kembali yang diperlukan untuk mencapai ambang kendali di bawah 20% umpan termakan. Pada perlakuan kumatetralil ($y_r = -1,1935x + 82,40$) diperlukan sebanyak 10,46 kali pengumpanan kembali sedangkan pada perlakuan *S. singaporensis* ($y_p = -0,9187x + 64,85$) diperlukan sebanyak 9,77 kali dengan asumsi interval aplikasi setiap 5 hari. Jumlah pengumpanan kembali dapat menurun apabila pengumpanan dilakukan secara menyeluruh dan serentak, baik pada blok pengujian maupun pada blok-blok di sekitarnya yang terdapat serangan tikus.



Gambar 3. Penurunan umpan termakan pada seluruh perlakuan rodentisida
 Figure 3. Declining of bait consumption within rodenticide treatments

Nilai efikasi tertinggi selama pengujian diperoleh pada perlakuan kumatetralil yaitu pada 5 has sebesar 56,68% (Tabel 5). Secara umum, hasil efikasi pada 10-20 has mengalami fluktuasi. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan masuknya individu tikus ke blok perlakuan akibat adanya umpan yang dipasang.

Bahan aktif kumatetralil dan *S. singaporensis* yang digunakan mengandung bahan pembawa yang bersifat atraktan bagi tikus, tidak bersifat jera umpan, dan mengandung antidot (vitamin K1). Resiko keracunan dari rodentisida antikoagulan generasi 1 terhadap organisme bukan sasaran, termasuk manusia sangat kecil (Khoprasert *et al.*, 2008). Pengumpulan yang hanya dilakukan pada blok

pengujian menyebabkan datangnya tikus dari berbagai blok di sekitar pengujian. Datangnya tikus dari luar blok pengujian tersebut menyebabkan persentase umpan termakan masih cukup tinggi serta nilai efikasi yang cenderung menurun selama aplikasi rodentisida. Hal ini menandakan bahwa populasi tikus di dalam blok perlakuan masih tinggi karena pengaruh tikus di luar blok yang mengunjungi blok perlakuan untuk mengkonsumsi racun yang dipasang. Menurut Ringler *et al.* (2014), tikus cenderung memiliki wilayah jelajah musiman sesuai dengan tingkat kepadatan tikus dengan luas wilayah jelajah tikus jantan 0,4-0,85 ha sedikit lebih luas dibandingkan dengan tikus betina yakni 0,35-0,75 ha.

Tabel 5. Nilai efikasi perlakuan rodentisida berdasarkan intensitas serangan tikus pada buah
Table 5. Efficacy value of each rodenticide treatment based on the attack intensity on fresh fruit bunches

Bahan aktif	Nilai Efikasi Rodentisida (%)			
	5 hsa	10 hsa	15 hsa	20 hsa
Kumatetralil	56,68	30,51	39,57	14,47
<i>S. singaporensis</i>	44,35	41,54	45,90	6,73

KESIMPULAN

Persentase kejadian serangan tikus mengalami penurunan di seluruh blok percobaan. Kejadian serangan tikus pada blok aplikasi kumatetralil secara nyata lebih rendah dibandingkan blok kontrol pada pengamatan 5 dan 10 hari setelah aplikasi. Rerata laju penurunan serangan tikus selama aplikasi pada perlakuan kumatetralil adalah sebesar 53,80% dengan umpan termakan turun dari 75,02% menjadi 57,03%. Nilai efikasi terbaik diperoleh pada perlakuan kumatetralil 5 hsa yaitu sebesar 56,68%.

DAFTAR PUSTAKA

Chung, G.F. 2012. Rat Management in Oil Palm. The Fourth IOPRI-MPOB *International Seminar: Existing and Emerging Pests and Diseases of Oil Palm*. Indonesian Oil Palm Research Institute. 143-193.

Chung, G.F., S.S. Cheah dan R. Balasubramaniam. 1999. Effect of pest damage during immature phase on the early yields of oil palm. *PORIM Int. P.O. Cong. 'Emerging Technologies and Opportunities in the Next Millenium*. Palm Oil Research Institute of Malaysia.

Ikhsan, M., S. Priyambodo, A. Nurmansyah, H. Hendarjanti dan B. Sahari. 2020. Species diversity, abundance and damaged caused by rats in oil palm plantation in West and Central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21(12).

Khoprasert, Y., P. P, S. Ginting dan T. Jäkel. 2008. Combination of biological rodent control using *Sarcocystis singaporensis* with anticoagulant rodenticides. 145-161.

Lukito, P.A. dan Sudrajat. 2017. Pengaruh Kerusakan Buah Kelapa Sawit terhadap Kandungan Free Fatty Acid dan Rendemen CPO di Kebun Talisayan 1 Berau. *Buletin*

- Agrohorti*. 5(1): 37-44.
- Naim, M., M. Hafidzi, K. Azhar dan A. Jalila. 2010. Growth performance of nestling barn owls, *Tyto Alba javanica* in rat baiting area in Malaysia. *ARNP J Agric Biol Sci*. 5: 1-13.
- Naim, M., M. Hafidzi, K. Azhar dan A. Jalila. 2011. Comparison of the breeding performance of the barn owl *Tyto alba javanica* under chemical and bio-based rodenticide baiting in immature oil palms in Malaysia. *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*. 5(2): 5-11.
- Naim, M., J. Umar dan M. Hafidzi. 2012. The ranging behaviour of *Tyto alba* in oil palm under baiting with anticoagulant rodenticides, warfarin and brodifacoum and a biorodenticide *sarcocystis singaporensis* (Zaman & Colley, 1975). *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 35(2): 209-221.
- Nazri, A.A. 2016. Rat control at Felda Sungai Nerek and Felda Jengka 4: case study, Universiti Teknologi MARA.
- Noor, H.M. 2020. Sustainable Control of Rats by Rodenticide Application and Natural Propagation of Barn Owls (*Tyto Javanica*). IntechOpen.
- Priyambodo, S. 2003. *Pengendalian hama tikus terpadu*. Jakarta, Penebar Swadaya.
- Puan, C.L., A.W. Goldizen, M. Zakaria, M.N. Hafidzi dan G.S. Baxter. 2011. Relationships among rat numbers, abundance of oil palm fruit and damage levels to fruit in an oil palm plantation. *Integr Zool*. 6(2): 130-139.
- Purba, R.Y., T.A.P. Rozziansha dan Y. Pangaribuan. 2012. Strategies to improve effectiveness of pollination and productivity on early mature oil palm. *The Fourth IOPRI-MPOB International Seminar: Existing and Emerging of Oil Palm Pests and Diseases – Advance in Research and Management*. Bandung. Indonesian Oil Palm Research Institute.
- Ringler, D., J. Russell, A. Jaeger, P. Pinet, M. Bastien dan M. Le Corre. 2014. Invasive rat space use on tropical islands: Implications for bait broadcast. *Basic and Applied Ecology*. 15(2): 179-186.
- Salim, H., H. M.N, R. Tajudin, N.H. Hamid, D. Omar, A. Kasim dan C.M.R. Zainal Abidin. 2016. Effects of rodenticide on growth of nestling barn owl, *Tyto alba javanica* in oil palm plantations. *Journal of oil palm research*. 28: 16-25.
- Salim, H., H.M. Noor, D. Omar, N.H. Hamid, M.R.Z. Abidin, A. Kasim, C.S.M. Rawi dan A.H. Ahmad. 2014. Sub-lethal effects of the anticoagulant rodenticides bromadiolone and chlorophacinone on breeding performances of the barn owl (*Tyto alba*) in oil palm plantations. *Raptor Journal*. 8(2): 113-122.
- Santosa, Y. dan S.S.S. Rejeki. 2019. Impact of oil palm plantation on mammal and herpetofauna species diversity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 336: 012027.
- Saragih, A.P., A. Saleh dan Guntoro. 2018. Evaluasi metode sampel sensus hamatikus (*Rattus* sp.) di Kebun Sei Merah PT PP London Sumatera Indonesia Tbk. *Jurnal Agro Estate*. 11(2): 75-81.
- Susanto, A., A.E. Prasetyo, H. Priwiratama, T.A.P. Rozziansha, D. Simanjuntak, A. Sipayung dan R.D. de Chenon. 2015. *Kunci Sukses Pengendalian Hama dan Penyakit Kelapa Sawit*. Medan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Tarmadja, S. dan S.A. Ngidha. 2018. Efikasi tiga jenis rodentisida antikoagulan terhadap hama tikus pada perkebunan kelapa sawit. *AGROISTA Jurnal Agroteknologi*. 2(1): 10-19.
- Wood, B.J. dan G. Singleton. 2015. Rodents in agriculture and forestry. *Rodent Pests and Their Control: 2nd Edition*: 33-80.

