

Supplementary material

Bearded pig (*Sus barbatus*) utilisation of a fragmented forest–oil palm landscape in Sabah, Malaysian Borneo

Kieran Love^{A,B}, *David J. Kurz*^{C,F}, *Ian P. Vaughan*^A, *Alison Ke*^C, *Luke J. Evans*^{A,B} and *Benoit Goossens*^{A,B,D,E,F}

^AOrganisms and Environment Division, School of Biosciences, Cardiff University, Museum Avenue, Sir Martin Evans Building, Cardiff CF10 3AX, UK.

^BDanau Girang Field Centre, c/o Sabah Wildlife Department, Wisma Muis, 88100 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

^CDepartment of Environmental Science, Policy, and Management, University of California, Berkeley, 130 Mulford Hall #3114, Berkeley, CA 94720, USA.

^DSabah Wildlife Department, Wisma Muis, 88100 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

^ESustainable Places Research Institute, Cardiff University, 33 Park Place, Cardiff CF10 3BA, UK.

^FCorresponding authors. Email: dave.kurz@gmail.com; GoossensBR@cardiff.ac.uk

Abstract (Malay translation)

Konteks. Ladang kelapa sawit telah menjadi landskap dominan di Asia Tenggara, tetapi pemahaman kita masih sedikit tentang cara hidupan liar menyesuaikan diri dengan keadaan hutan yang terfragmentasi dan kelapa sawit. Babi hutan memiliki kepentingan ekologi, sosial dan pemuliharaan di Borneo dan semakin berkurang di banyak bahagian kawasan ianya dapat ditemui disebabkan oleh penebangan hutan, fragmentasi habitat dan pemburuan berlebihan.

Tujuan. Kami menilai bagaimana babi hutan menyesuaikan diri dengan pengembangan kelapa sawit dengan mengkaji penggunaan habitat, corak aktiviti, keadaan badan dan saiz kumpulan minimum dalam landskap mosaik yang terdiri daripada pecahan hutan dan sekitar ladang kelapa sawit.

Kaedah. Kami menjalankan kajian di Sabah, Borneo Malaysia, di dalam dan di sekitar Tempat Perlindungan Hidupan Liar Bawah Kinabatangan, kawasan dilindungi yang terdiri daripada pecahan hutan sekunder (antara 1200-7400 ha) yang terletak dalam matriks kelapa sawit yang luas. Kami membuat model penggunaan habitat oleh babi hutan di dalam pecahan hutan dan ladang kelapa sawit menggunakan data tinjauan dari jalur transek. Kamera perangkap ditempatkan di seluruh pecahan hutan untuk menilai corak aktiviti babi, keadaan badan dan saiz kumpulan minimum.

Keputusan utama. Kesemua transek hutan dan 80% transek ladang menunjukkan kehadiran babi, tetapi min tanda-tanda babi per transek lebih banyak berlaku di hutan (70.00 ± 13.00 s.e.) daripada di ladang (0.91 ± 0.42 s.e.). Jejak babi mempunyai hubungan positif dengan litupan daun dan hubungan negatif dengan litupan rumput; tempat menggali babi mempunyai hubungan positif dengan tanah basah dan sederhana berbanding dengan tanah kering. Sembilan puluh lima peratus daripada babi menunjukkan keadaan badan yang 'baik' atau 'sangat baik' di hutan di seluruh kawasan kajian. Babi juga diagregatkan dalam kumpulan kecil (min = 2.7 ± 0.1 s.e. individu), dan sebahagian besarnya menunjukkan pola aktiviti siang hari dengan aktiviti puncak yang berlaku pada waktu subuh dan senja. Kumpulan dengan anak babi dan anak-anak muda lebih aktif pada waktu siang dan kurang aktif pada waktu malam berbanding dengan corak aktiviti keseluruhan untuk semua kumpulan.

Kesimpulan. Penemuan kami menunjukkan bahawa babi hutan di kawasan kajian kami kerap menggunakan kelapa sawit sebagai habitat, seperti yang ditunjukkan oleh tanda-tanda mereka di kebanyakan tapak sawit yang ditinjau. Walau bagaimanapun, pecahan hutan sekunder digunakan lebih kerap dan untuk pelbagai tingkah laku yang lebih luas (contohnya bersarang, berpindah) daripada ladang kelapa sawit yang bersebelahan. Hutan-hutan ini jelas kekal sebagai habitat paling penting bagi babi hutan di Tempat Perlindungan Hidupan Liar di Bawah Kinabatangan, dan perlindungan mereka adalah keutamaan pemuliharaan yang tinggi untuk spesies ini.

Implikasi. Kehadiran babi hutan secara konsisten di dalam kawasan kelapa sawit kemungkinan menjadi petunjuk kepada penyesuaian yang berjaya terhadap pengembangan pertanian di kawasan kajian. Keadaan badan yang kelihatan baik oleh kebanyakan babi dalam kajian kami kemungkinan besar disebabkan oleh subsidi buah rentas sempadan sepanjang tahun dari sekitar ladang kelapa sawit. Aktiviti siang hari yang konsisten yang dipaparkan oleh kumpulan yang mengandungi anak babi dan anak-anak muda mungkin menunjukkan strategi penghindaran pemangsa, manakala aktiviti malam yang besar yang dapat dilihat daripada kumpulan lain boleh dikaitkan dengan tingkah laku serangan tanaman. Walau bagaimanapun, kesan keseluruhan pengembangan kelapa sawit di kawasan ini terhadap kesihatan populasi babi hutan, ekologi mencari makanan, dan ekologi pergerakan masih tidak diketahui.

Fig. S1. A 10 x 100m line transect displaying the habitat analysis layout. The black dashed rectangular box displays the transect area, while the solid black bar represents the transect midline. The five smaller checked boxes represent the 2m² plots where the substrate composition was estimated. Crossed circles signify five points where canopy cover photos were taken. The grey arrows symbolise five sections where person 1 stood and measured the understory density, while the white arrows indicate where person 2 stood and held the Robel pole.

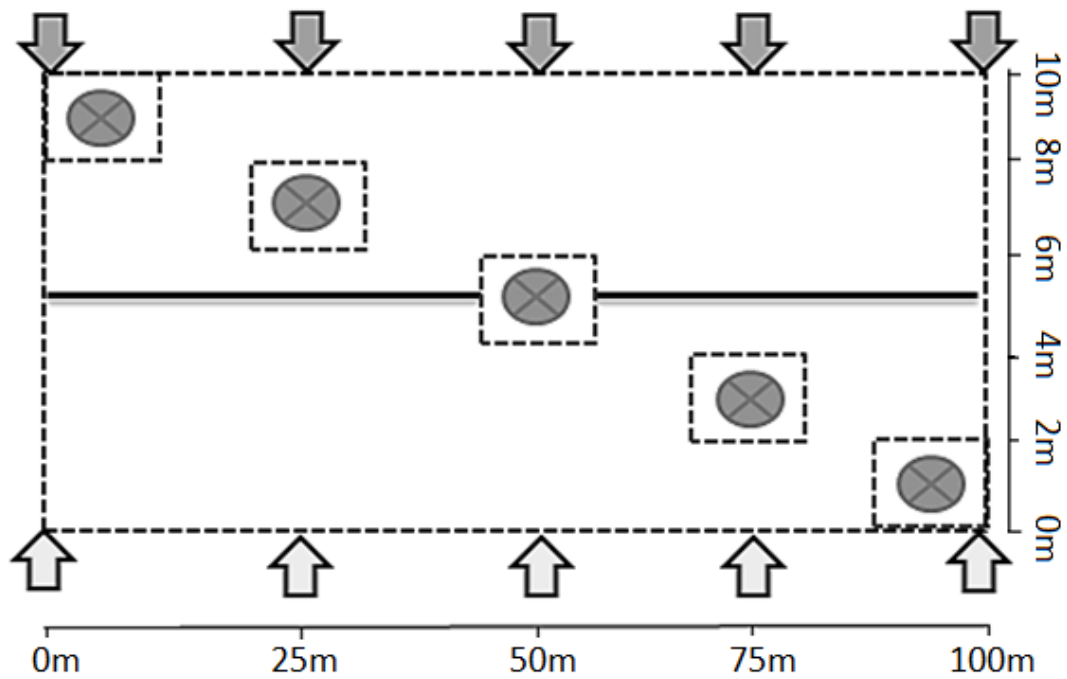


Table S1. Example photographs of pig sign used for detecting pig habitat use on transects






Sign	Example
Track	
Scat	
Nest	
Rooting site	
Wallowing hole	






Table S2. Visual factors used to determine bearded pig body condition from camera trap images (used with permission from Wong *et al.* 2005)

Bones include the scapulae, vertebral columns, ribs and hipbones

Index	Category	Fur condition	Neck size	Body fat and muscle	Bones
5	Very good	Sleek, dense	Thick	Fat, muscular	Not visible
4	Good	Sleek, dense	Thick	Little fat, Muscular	Not visible
3	Fair	Dense	Medium	Lacking in fat, muscular	Slightly visible
2	Poor	Dull	Narrow	Lacking in fat, slim	Visible, less protruding bones
1	Very poor	Dull, sparse	Narrow	Lacking in fat, little muscle	Protruding

Table S3. Example photographs used for categorising body condition of pigs from camera photos

Category	Example
Very good	
Good	
Fair	

Poor



Very poor



(Wong *et al.* 2005)

Table S4. Example photographs used for categorising age of pigs from camera trap photos





Age	Example
Infant	
Juvenile	
Sub-adult	
Adult	

Table S5. The null and competing generalised linear mixed effects models investigating the effects of the identified influential parameters on pig tracks and rooting sites

All models of pig tracks include habitat type as a controlling variable. The models are ranked based on the differences in the cumulative corrected Akaike's Information Criteria (AICc). Table includes the number of estimated parameters (K), the AICc, the difference in AICc with the top model (Delta_AICc), the weight of each model (AICcWt), and the -2log-likelihood output (LL)

	K	AICc	Delta_AICc	AICcWt	LL
<i>Pig tracks</i>					
Leaves	5	548.29	0	0.51	-268.80
Leaves + grass	6	549.31	1.02	0.30	-268.17
Grass	5	550.27	1.97	0.19	-269.79
Null	3	603.76	55.47	0.00	-298.75
<i>Rooting sites</i>					
Soil texture	5	238.07	0	1.00	-113.24
Null	3	250.45	12.38	0	-121.92

References

Wong, S. T., Servheen, C., Ambu, L., and Norhayati, A. (2005). Impacts of fruit production cycles on Malayan sun bears and bearded pigs in lowland tropical forest of Sabah, Malaysian Borneo. *Journal of Tropical Ecology* **21**, 627–639. doi:10.1017/S0266467405002622