

Bab 10. CONTOH PERTANIAN BERLANJUT

SISTEM PERTANIAN PADA BENTANG LAHAN

Oleh :

Sri Karindah, Medha Baskara, Kurniatun Hairiah
dan Akhmad Rizali

PTI4208 Pertanian Berlanjut

Tujuan Instruksional

- Membahas contoh pertanian berlanjut yang memanfaatkan biodiversitas tanaman pertanian
- Membahas interaksi biodiversitas tanaman pertanian dengan biodiversitas flora-fauna asal hutan

Outline

1. Biodiversitas tanaman pertanian
2. Biodiversitas flora-fauna hutan
3. Biodiversitas flora-fauna di lahan pertanian
4. Interaksi biodiversitas pertanian dan biodiversitas hutan tropis
5. Contoh sistem pertanian berlanjut yang memanfaatkan interaksi biodiversitas pertanian dan hutan.

Mengapa Biodiversitas Hutan penting?



- Ecosystem services
- Re-newable resources
- Potential cultivation (new crops) or
- Improved cultivation (genetic diversity)
- Bio-prospecting
- Cultural importance :
How much species worth?

Mengapa Biodiversitas Hutan penting?



“ Biodiversitas merupakan harta karun penting khususnya tidak hanya bagi sumber adaptasi, tapi juga sumber mitigasi terhadap perubahan lingkungan global ”

Eduardo Rojas (Asisten Direktur Jenderal FAO)

Interaksi Biodiversitas Hutan-Pertanian

- Penyediaan sumber air/hidrologi dan siklus hara
- Polinasi/penyerbukan tanaman pertanian oleh fauna hutan
- Penyebaran biji (secara biotik & abiotik)
- Pengendalian hama dan penyakit
- Penunjang kehidupan musuh alami secara alamiah

Pollination (Penyerbukan)

- Penyerbukan, merupakan jasa lingkungan yang sangat penting untuk produksi tanaman
- Berhubungan langsung dengan habitat alami
→ dianggap ‘selayaknya’ ada di alam (free service) dan tersedia setiap saat
→ free public good
- Dapat terus dilakukan fauna hutan (burung, serangga, mamalia, dll) selama dalam jangkauan homerule habitat.

Penyerbukan Bunga Tumbuhan

POLLEN VECTOR	ANGIOSPERMS POLLINATED	.
Wind	8.3 %	.
Water	0.6 %	.
Bees	16.6 %	.
Hymenoptera	18.0 %	.
Butterflies/Moths	8.0 %	.
Flies	5.9 %	.
Beetles	88.3 %	.
Thrips	0.2 %	.
Birds	0.4 %	.
Bats	0.07 %	.

Budidaya Buah Durian



Penyerbukan Buah Durian

- Dua faktor yang paling mempengaruhi yaitu **pollinator** (Yumoto. 2000 dan Bumrungsri et al. 2009) dan **waktu penyerbukannya** (Honso et al. 2004).
- Waktu efektif penyerbukan bunga durian berlangsung dalam periode antara 6 jam sebelum hingga 12 jam setelah mekar dikenal dengan **Efective Pollination Period (EPP)**.
- EPP dipengaruhi oleh tiga parameter reproduksi pohon, yaitu tingkat penerimaan putik, pergerakan buluh serbuk sari, dan umur bakal buah (ovule).
- Pollinator : Kelelawar buah/*Eonycteris spelacea* (Bumrungsri et al. 2009), Burung pemakan serangga /*nectariniidae* dan lebah madu raksasa (Yumoto. 2000).

Penyerbukan Buah Durian

- Tiap varietas durian memiliki karakter bunga dan serbuk sari berbeda, yang menyebabkan variasi pada jenis pollinator dan tingkat keberhasilan penyerbukan.
- Kelelawar merupakan agen penyerbuk paling efektif, kedatangannya bersifat sporadis yg tertarik pada tumbuhan durian yg berbunga secara serentak ([Bumrungsri et al. 2008](#)).
- Jenis-jenis durian yang penyerbukannya dibantu burung (ornithophily) memiliki karakter warna yang menarik, aroma tidak terlalu kuat, dasar bunga dalam, dan waktu mekar di siang hari.
- Penyerbukan bunga durian oleh serangga adalah bunga yang berwarna kekrem-kreman/cenderung putih, aroma yang kuat, dan bidang bunga yang lebar atau dasar bunga yang dangkal. ([Yumoto. 2000](#)).

(a)



(c)



(a)



(b)



Sumber: Yumoto, 2000

Budidaya Sayuran *Brassica rapa* (*caisin*)

- Caisin merupakan tanaman sayuran penting di Indonesia dan Asia. Daun bertangkai, bentuk oval, warna hijau mengkilap.
- Penelitian dilakukan di **pinggir hutan** & jauh dari hutan
- Serangga penyebuk pertanaman caisin didominasi oleh Hymenoptera (**10 spesies**). Serangga penyebuk dari ordo Diptera (**2 spesies**), Coleoptera (**1 spesies**), dan Lepidoptera (**6 spesies**) ditemukan dengan kelimpahan rendah.
- Lebah *Apis cerana*, *Ceratina* sp., dan *A. dorsata* (Apidae: Hymenoptera) memiliki kelimpahan tinggi, masing-masing 43.11, 36.98, dan 8.36%, spesies lainnya dengan kelimpahan kurang dari 3%.

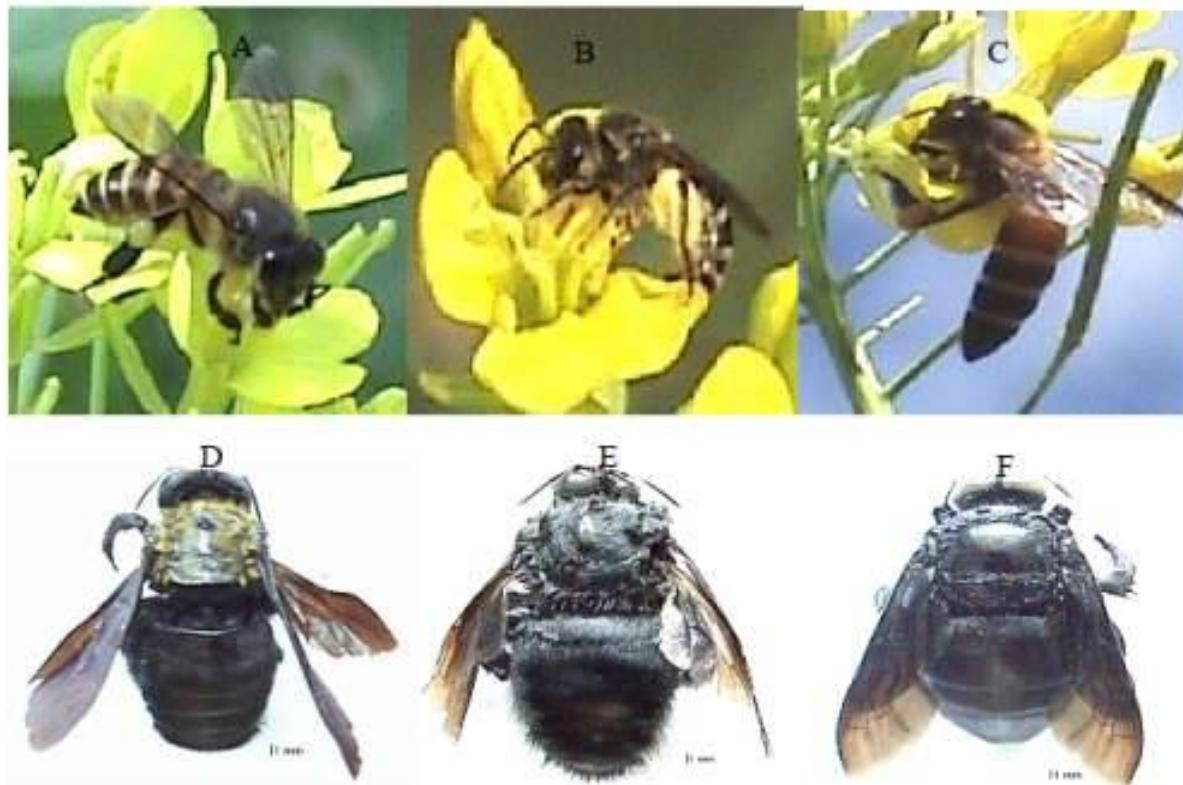
Budidaya Sayuran *Brassica rapa* (*caisin*)



Morfologi tanaman caisin (A), bunga caisin tersusun dalam tandan (B), satu bunga dengan 4 petal dan 6 benangsari (C), dan polong yang mengandung biji (D).

Sumber: Tri Atmowidi, 2008

Budidaya Sayuran *Brassica rapa* (caisin)



Enam spesies lebah penyerbuk pertanaman caisin yang diamati perilaku kunjungannya: *A. cerana* (A), *Ceratina* sp. (B), *A. dorsata* (C), *X. confusa* (D), *X. caerulea* (E), dan *X. latipes* (F).

Sumber: Tri Atmowidi, 2008

Budidaya Sayuran *Brassica rapa* (*caisin*)

- Keanekaragaman pollinator serangga ditemukan tinggi di pagi hari (pukul 08.30-10.30), yang berkaitan dengan tingginya sumberdaya (bunga, serbuksari, & nektar).
- Faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya berpengaruh terhadap keanekaragaman serangga penyerbuk.
- Pada pertanaman caisin dipinggir HUTAN, dimana serangga berperan dlm penyerbukan, terjadi peningkatan jumlah biji per polong, jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, dan perkembahan biji.
- Kelimpahan individu serangga penyerbuk berpengaruh positif terhadap jumlah biji yang dihasilkan

(sumber: Tri Atmowidi, 2008)

Budidaya Kelapa Sawit

- Perkebunan kelapa sawit selama ini dikenal bertentangan dengan biodiversitas lingkungan terutama bila dibandingkan dengan bentuk hutan sebelumnya.
- Namun dengan menambah biodiversitas di lapisan understory perkebunan kelapa sawit, memberikan kontribusi untuk memelihara beberapa keanekaragaman hayati ([Aratrakorn et al 2006.](#))
- Manipulasi eksperimental dari pengembangan lapisan understory menunjukkan mempunyai manfaat yang signifikan bagi burung mirip perkebunan lainnya (karet, kopi & kakao)

Budidaya Kelapa Sawit

- Understory bisa menyediakan sumber makanan, tempat berlindung dan berkembang biak bagi burung dan spesies lain sehingga keanekaragaman hayati terjadi
- Kelimpahan Burung dan musuh alami dapat digunakan untuk mengurangi kelimpahan serangga herbivora, sehingga burung pemakan serangga dapat memberikan kontribusi terhadap pengendalian hama alami, memperkuat pemberaran untuk melestarikan keanekaragaman hayati dalam lanskap pertanian (Koh 2008b).
- Selanjutnya, perkebunan kelapa sawit dengan peningkatan understory bahkan dapat berfungsi sebagai koridor antara ekosistem alam

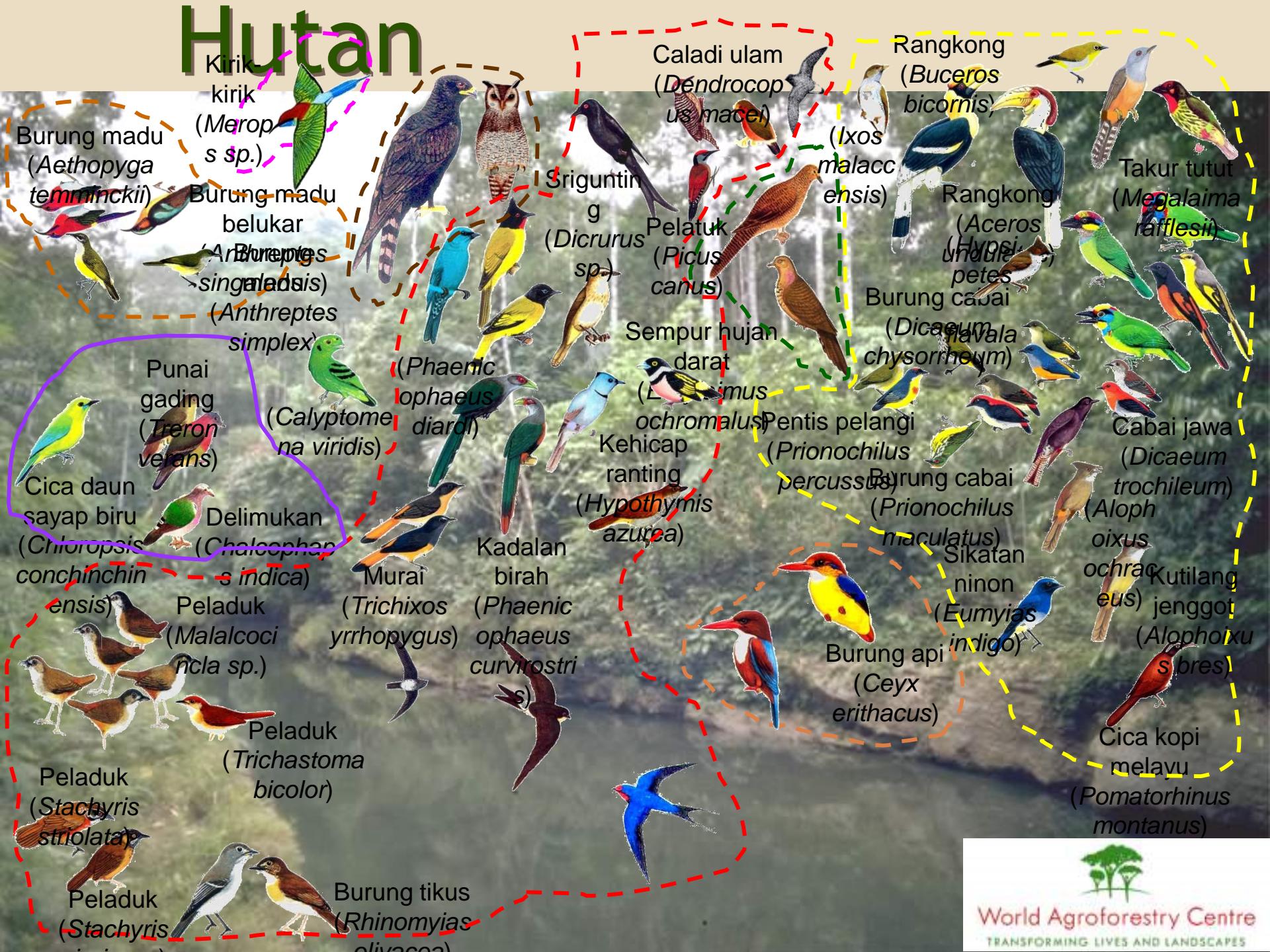
(Na'jera & Simonetti, 2010)

- **Biodiversitas pada kebun kelapa sawit ditingkatkan dengan pengelolaan vegetasi di antara / di bawah kelapa sawit (understorey), jumlah burung pemakan serangga lebih banyak daripada di lahan kelapasawit yang di sekelilingnya dibersihkan dari tumbuh-tumbuhan (Without understorey)**



Budidaya Kopi Multistrata

Hutan



Kopi campuran

Kepodang
ungu kecil
(*Coracina fimbriata*)

Burung hantu

(*Bubo*
sumatrensis)



Sikatan hijau
laut
(*Eumyias thalassina*)

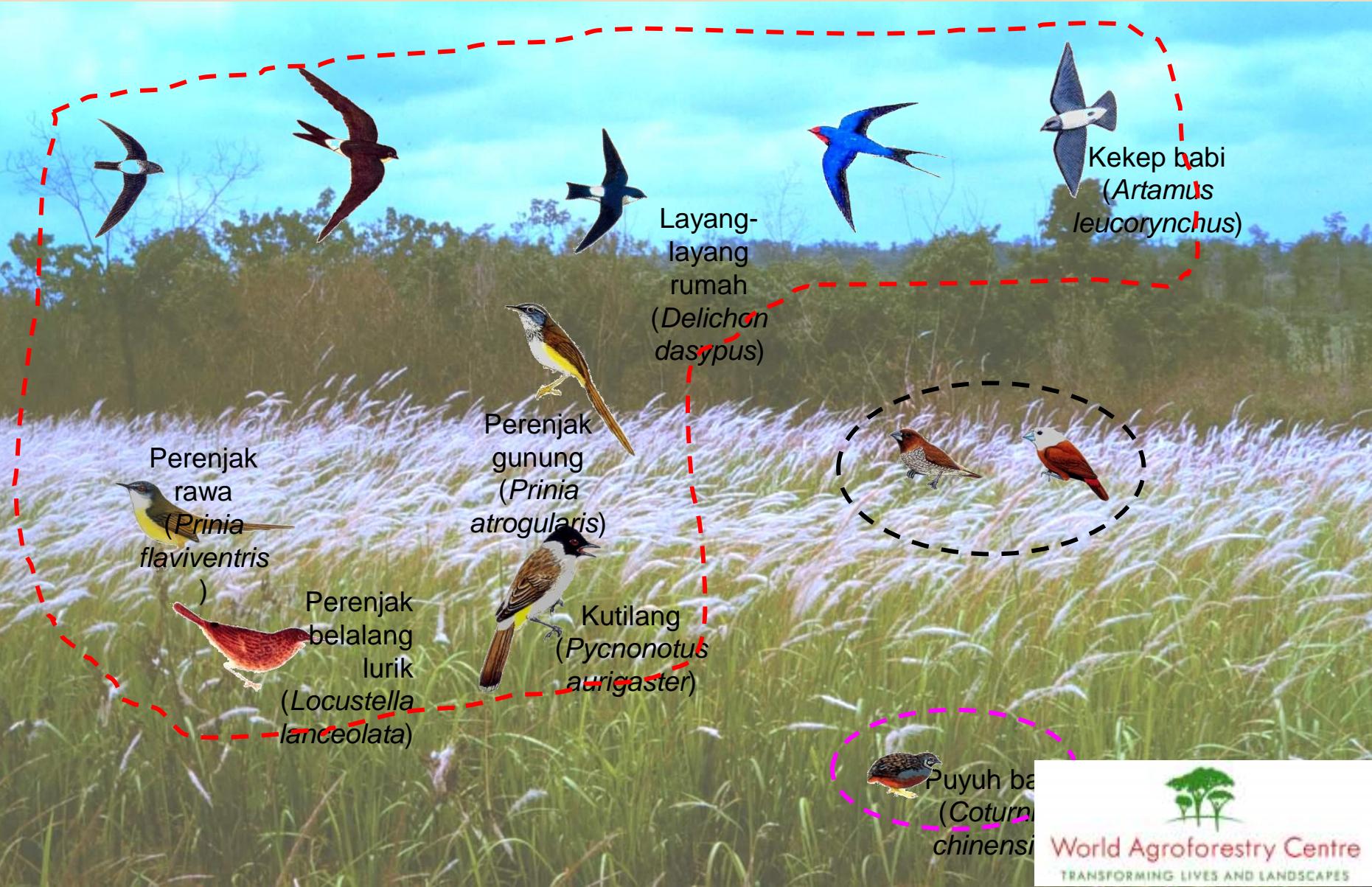
Perenjak
sayap garis
(*Prinia familiaris*)

Pelatuk
merah
(*Picus miniaceus*)

Caladi
tikus
(*Sasia abnormis*)



Alang-alang: Imperata grassland



Budidaya Kopi

- Praktek budidaya kopi multistrata memiliki fungsi lindung bagi daerah aliran sungai & secara finansial berkelanjutan (Sumberjaya, Lampung, Budidarsono & Wijaya, 2003).
- Vandermeer (2002) menyatakan bahwa biodiversitas kopi multistrata dapat menyerupai hutan alami untuk beberapa famili terutama burung.
- Perkebunan kopi multistrata juga dapat menunjang pengurangan erosi kawasan (Perfecto et al., 1996; Moguel and Toledo, 1999), dan penyerapan (sequestrasi) karbon (Fournier, 1995; Miirquez-Barrientos, 1997; DeJong et al., 1995, 1997)

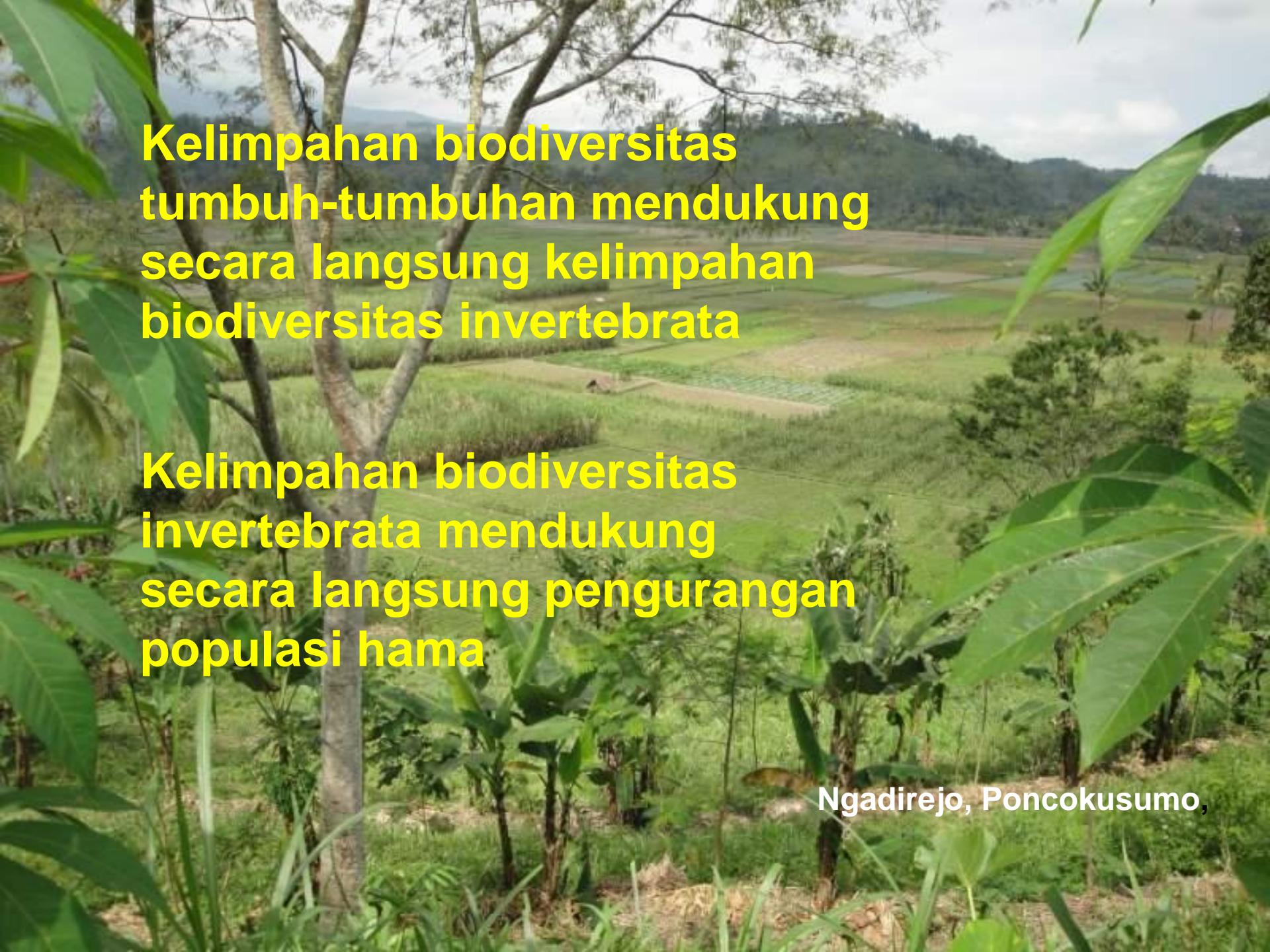
Tabel 3. Profitabilitas budidaya kopi : monokultur dan multistrata.

	Profitabilitas lahan <i>(Returns to land)</i>		Penerimaan per HOK) <i>(Returns to Labour)</i>	IRR dalam harga financial (%)
	NPV pada harga finansial Rp. 000	NPV pada harga lsosial Rp. 000		
1. Kopi Monokultur di dalam kawasan hutan				
a. pionir – tradisional	(1,881)	(541)	6,176	4.9
b. semi intensif	24	5,730	8,016	15.1
2. Kopi dengan naungan sederhana				
a. dengan tanaman komersial pada strata bawah	6,994	15,684	13,501	31.8
b. tanpa tanaman komersial pada strata bawah	2,443	7,485	9,927	21.4
3. Kopi Multistrata dengan pohon buah-buahan				
a. dengan tanaman komersial pada strata bawah	15,342	33,510	18,771	36.5
b. tanpa tanaman komersial pada strata bawah	10,853	25,476	15,683	29.3
4. Kopi Multistrata dengan pohon kayu-kayuan				
a. dengan tanaman komersial pada strata bawah	7,496	15,981	13,924	32.2
b. tanpa tanaman komersial pada strata bawah	3,501	9,329	8,933	23.3

Sumber : Perhitungan penulis

Budidaya Kopi

- Biodiversitas burung tinggi karena pertanian kopi multistrata mampu berfungsi sebagai **habitat** seperti hutan alami. Makanan burung adalah hama tanaman kopi sehingga burung berfungsi sebagai pengendali hama tanaman alami.
- Vandermeer (2002) juga menyatakan bahwa perkebunan kopi di Meksiko mampu berfungsi sebagai tempat singgah bagi burung migrasi dengan densitas melebihi hutan alami.

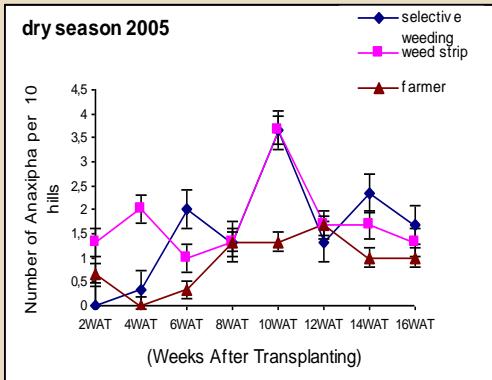
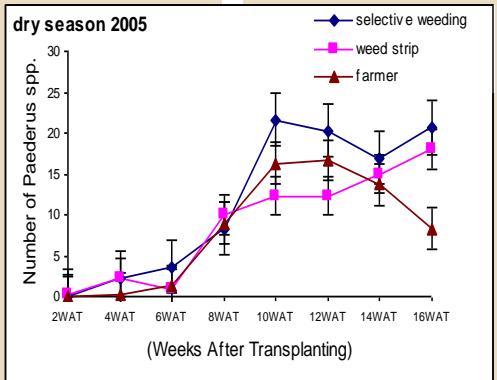
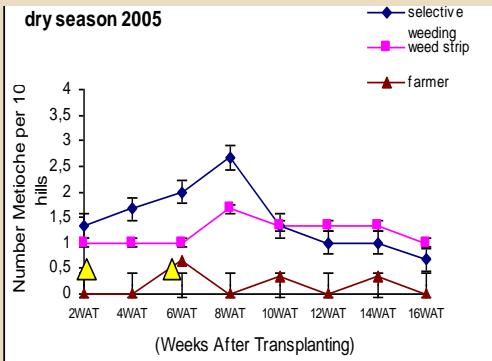
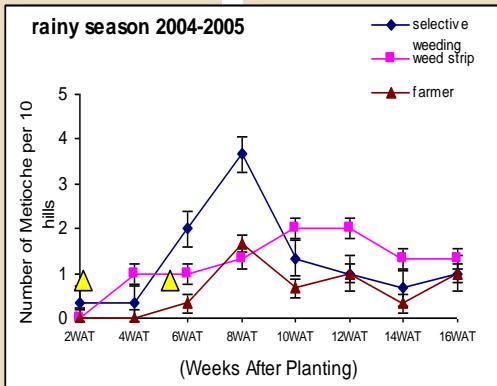


Kelimpahan biodiversitas tumbuh-tumbuhan mendukung secara langsung kelimpahan biodiversitas invertebrata

Kelimpahan biodiversitas invertebrata mendukung secara langsung pengurangan populasi hama

Ngadirejo, Poncokusumo,

Rerata populasi predator (*Metioche vittaticollis*, *Anaxipha longipennis* dan *Paederus spp.*) lebih tinggi di pertanaman padi yang tidak disiang bersih gulmanya (*Monochoria vaginalis*, *Limnocharis*, *Fimbristylis*, *Cyperus iria*) dibandingkan pada pertanaman padi konvensional (Karindah, 2011)



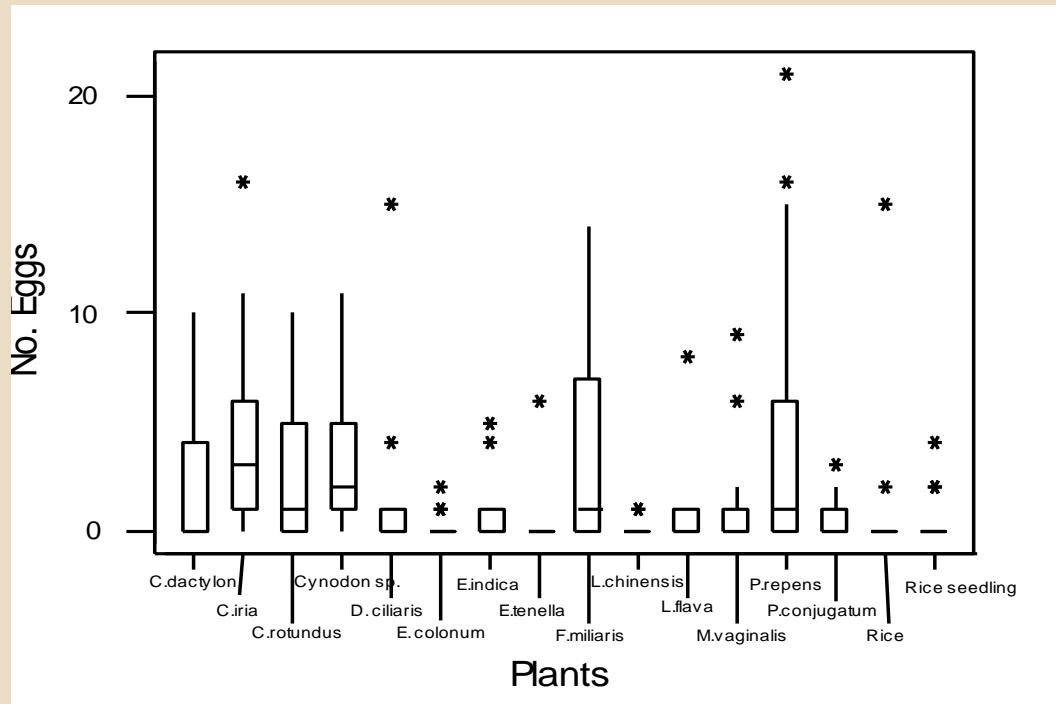
Fungsi Tumbuhan Liar Bagi Kehidupan Heksapoda Predator dan Parasitoid

- Inang alternatif bagi mangsa atau inang
- Sumber pakan tambahan: nektar dan polen
- Tempat berlindung (shelter)
- Tempat bertelur (oviposisi)



“GULMA” sebagai SHELTER





Jumlah telur *Metioche vittaticollis* (predator) yang diletakkan masing-masing pada bibit padi, padi umur 1 bulan setelah transplanting dan 14 species gulma pada uji pilih peletakan telur secara bebas

Beberapa predator membutuhkan tempat spesifik untuk berkembang biak
(Karindah, 2006)

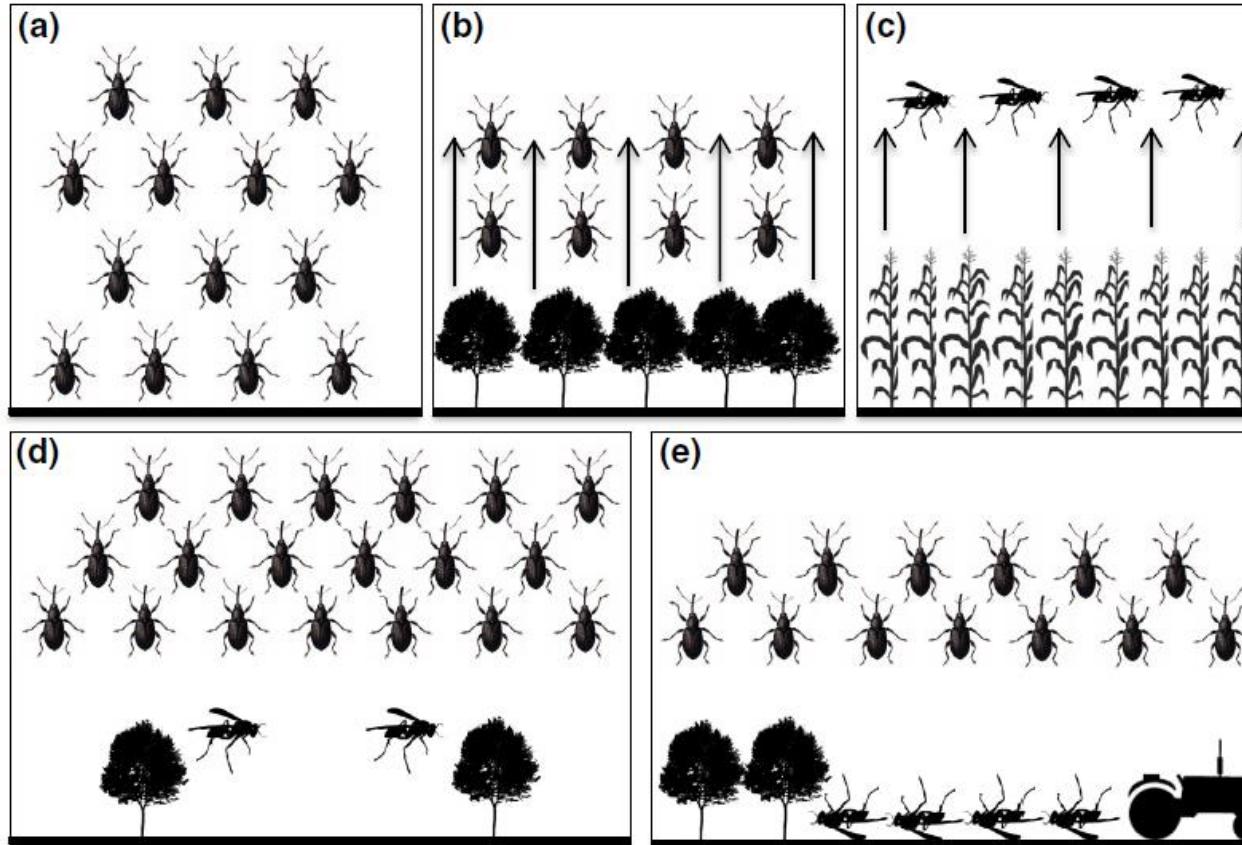


Keberadaan habitat alami (hutan) tidak selalu mendukung biodiversitas

Hipotesis, bagaimana habitat alami gagal dalam mendukung pengendalian hayati di agroekosistem:

- a) Hama (*species invasif*) tidak memiliki musuh alami yang efektif pada wilayah itu
- b) Habitat alami sebagai sumber bagi hama dibandingkan dengan musuh alami
- c) Tanaman pertanian menyediakan sumber makanan bagi musuh alami dibandingkan dengan habitat alami
- d) Habitat alami tidak memiliki kecukupan dalam mendukung keberadaan musuh alami meliputi luas area, kedekatan dengan lahan pertanian dan komposisi vegetasi
- e) Praktek pertanian menimbulkan dampak negatif terhadap musuh alami meskipun telah didukung keberadaanya oleh habitat alami

Keberadaan habitat alami (hutan) tidak selalu mendukung biodiversitas



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon

Discussion

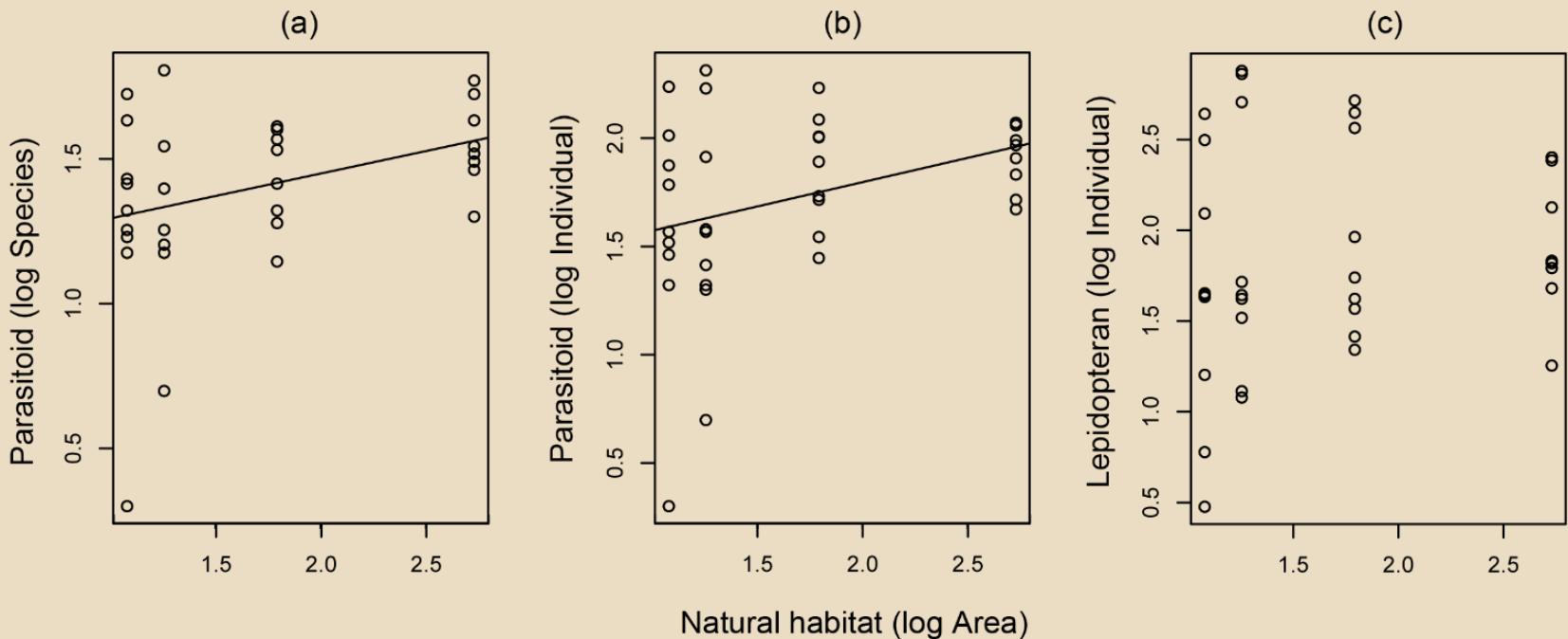
When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses

Teja Tscharntke^{a,*}, Daniel S. Karp^b, Rebecca Chaplin-Kramer^c, Péter Batáry^d, Fabrice DeClerck^d, Claudio Gratton^e, Lauren Hunt^f, Anthony Ives^g, Mattia Jonsson^h, Ashley Larsenⁱ, Emily A. Martin^j, Alejandra Martinez-Salinas^k, Timothy D. Meehan^l, Megan O'Rourke^m, Katja Povedaⁿ, Jay A. Rosenheim^o, Adrien Rusch^p, Nancy Schellhorn^q, Thomas C. Wanger^{r,s}, Stephen Wratten^t, Wei Zhang^u



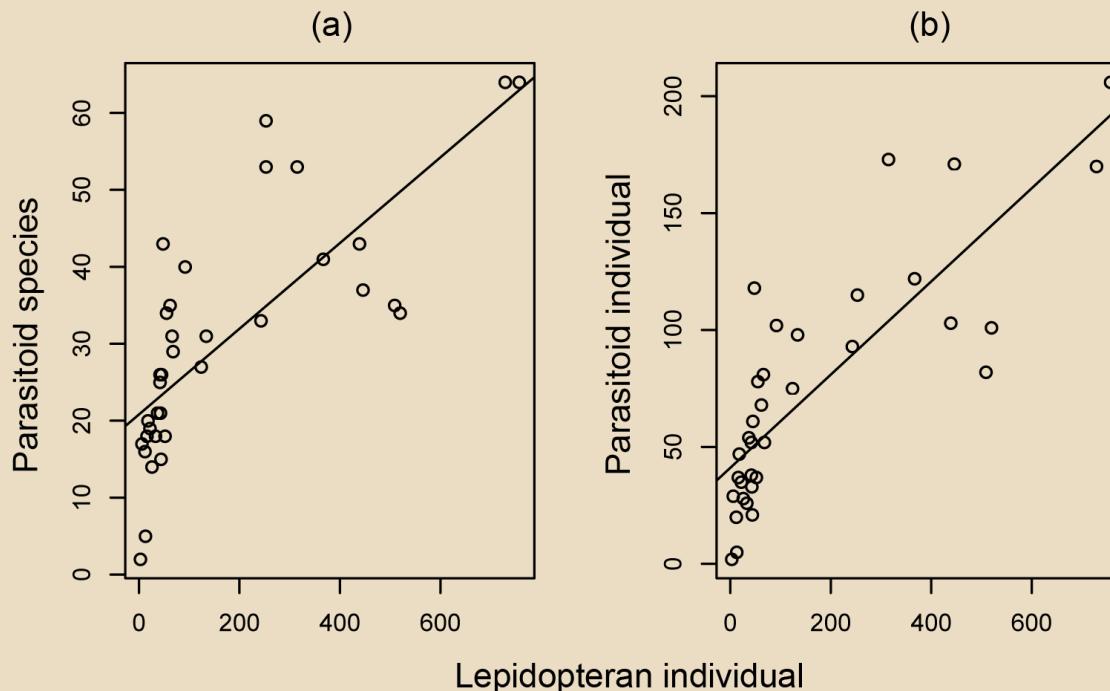
Studi kasus pada perkebunan kelapa sawit

- Luas area habitat alami mempengaruhi kekayaan spesies dan kelimpahan parasitoid



Parasitoid lebih dipengaruhi inangnya

- Keberadaan inang parasitoid (hama di kelapa sawit) tidak dipengaruhi oleh habitat alami
- Keberadaan parasitoid lebih dipengaruhi keberadaan inangnya (hama)

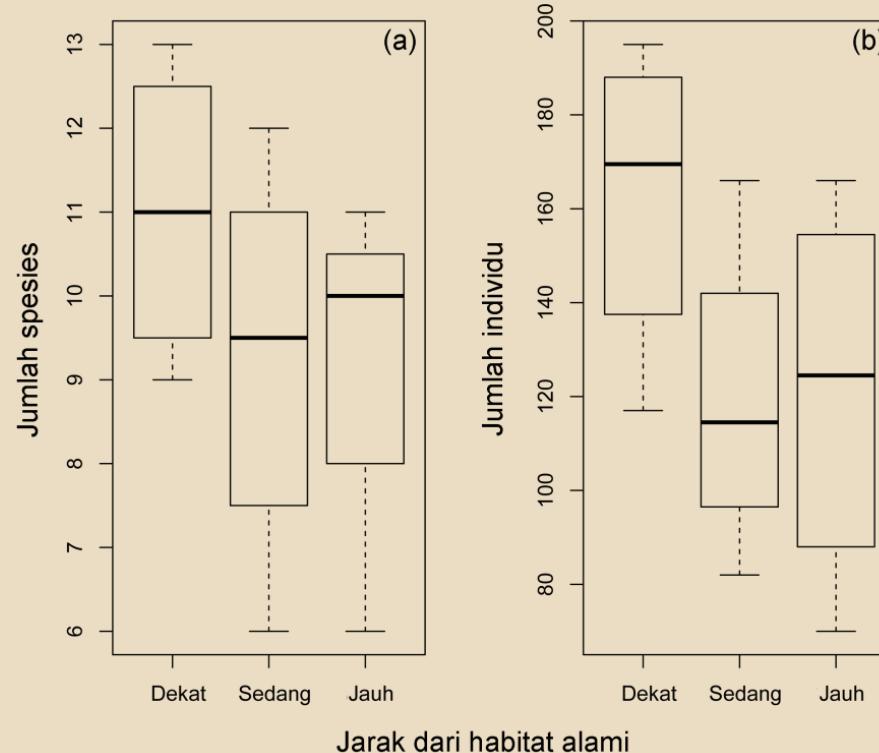


Kondisi Habitat Alami di Perkebunan Kelapa Sawit



Pengaruh habitat alami terhadap kepik predator

- Jarak lahan kelapa sawit terhadap habitat alami tidak mempengaruhi keanekaragaman kepik predator ($P>0.05$)



FARMSCAPING



Source: <http://benton-franklin.wsu.edu/agriculture/Farmscaping.html>

FARMSCAPING

- "Farmscaping" adalah suatu pendekatan holistik pengendalian hama dan penyakit tanaman pada suatu lahan pertanian yang fokus pada peningkatan biodiversitas untuk mempertahankan populasi serangga berguna, burung, kelelawar, dan kehidupan liar lainnya sebagai bagian dari program pengelolaan ekologi hama dan penyakit tanaman

FARMSCAPING

- Farmscaping perlu memperlakukan “beneficial wildlife” sebagai “miniature livestock” yang perlu dipelihara seperti memelihara ternak sapi, kambing, ayam dan lain-lain.
- Farmscaper perlu belajar dan mengamati jenis tumbuhan yang sesuai untuk tanaman pinggir, cover crop, “flower beds” yang berhubungan “beneficial wildlife”.



Keuntungan Farmscaping

- Farmscaping menurunkan kebutuhan pestisida, menurunkan biaya dan mengurangi paparan bahan kimia pada petani dan konsumen.
- Farmscaping sederhana dan murah untuk diimplementasikan.
- Farmscaping menambah keindahan lansekap.
- Farmscaping juga dapat menambah pendapatan sampingan untuk petani, seperti ternak lebah, bunga potong dan fish farming.

Kekurangan Farmscaping

- Farmscaping memerlukan pengamatan dan manajemen lebih dibandingkan cara konvensional untuk mendapatkan keuntungan maksimum.

- Karena farmscaping lebih tergantung pada siklus alami, sehingga keefektifannya tidak akan sama dari musim ke musim

Pentingnya diversitas tanaman bagi kehidupan biota tanah

Kurniatun Hairiah

Contoh kasus

Dari Sumberjaya, Lampung Barat
Fungsi Biodiversitas Tanah (Dewi et al,
2005)

Fungsi Biota Utama

No	Fungsi Biologi	Grup fungsional
1	Siklus hara, mineralisasi/ immobilisasi <ul style="list-style-type: none">• Fiksasi N• Serapan P	Mikro & makro organisma tanah
2	Dekomposisi	Pemfiksasi N ~ bebas, simbiosis dengan akar legume
3	Bioturbasi <ul style="list-style-type: none">• Agregasi tanah• Redistribusi BO	Mikroorganisma
		Akar tanaman, <i>Ecosystem engineer</i>
		Akar, mikoriza, meso & makro- fauna tanah
		Akar, mikoriza, makrofauna tanah
4	Pengendali hama	Predator, parasit, pathogen

Cacing tnh

I

*Epigeic
Anecic
Endogeic*

Rayap

*“Ecosystem Engineers”
* Dekomposers
* Macropredators
MAKROFAUNA

Nematoda

II

Bacterivores Fungifores Plant parasites
omnivores predators

MIKROPREDATOR

Mycorrhiza

III

Inang spesifik

N-fixers

MIKROSYMBION

ketersediaan hara

Fungi

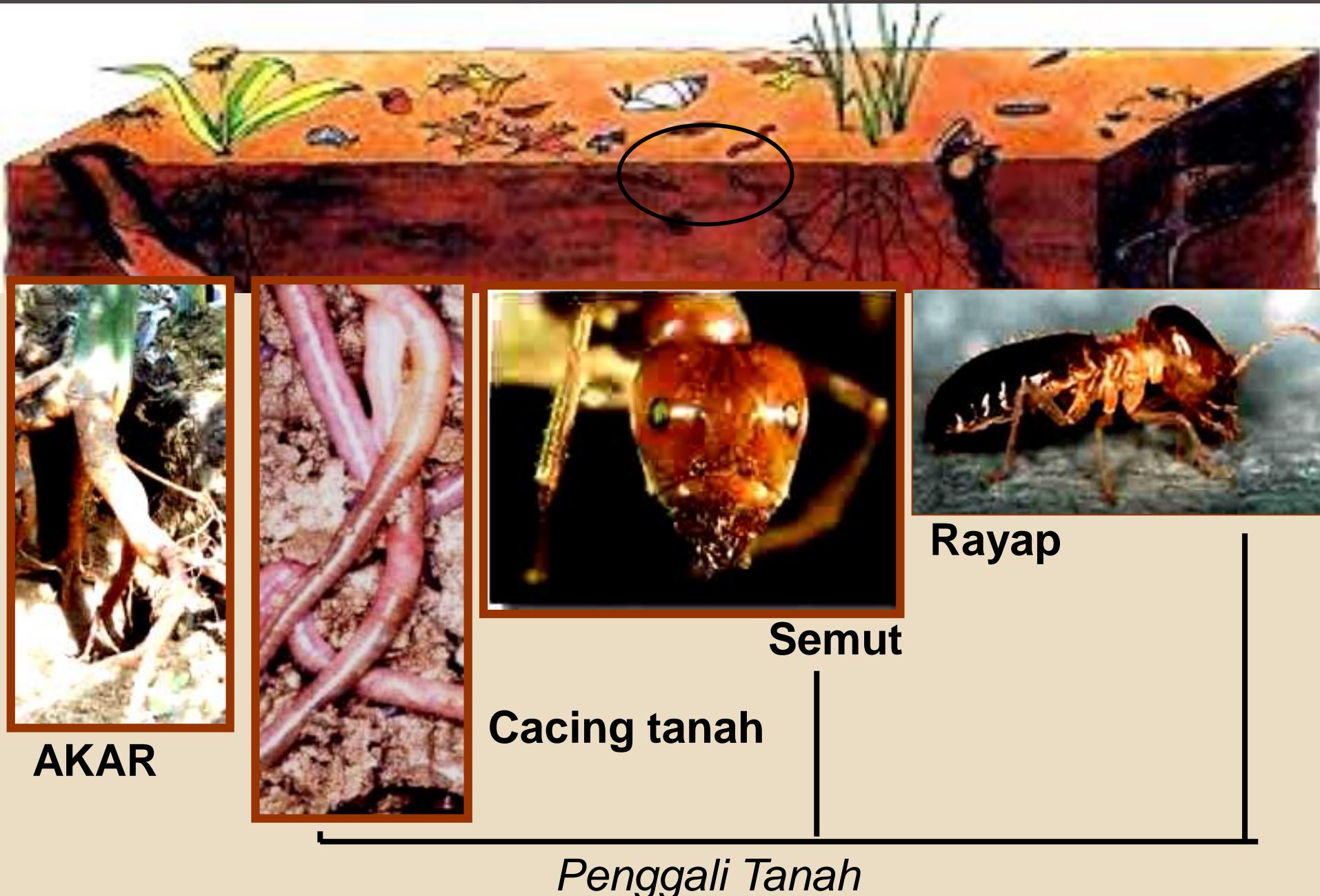
Protists

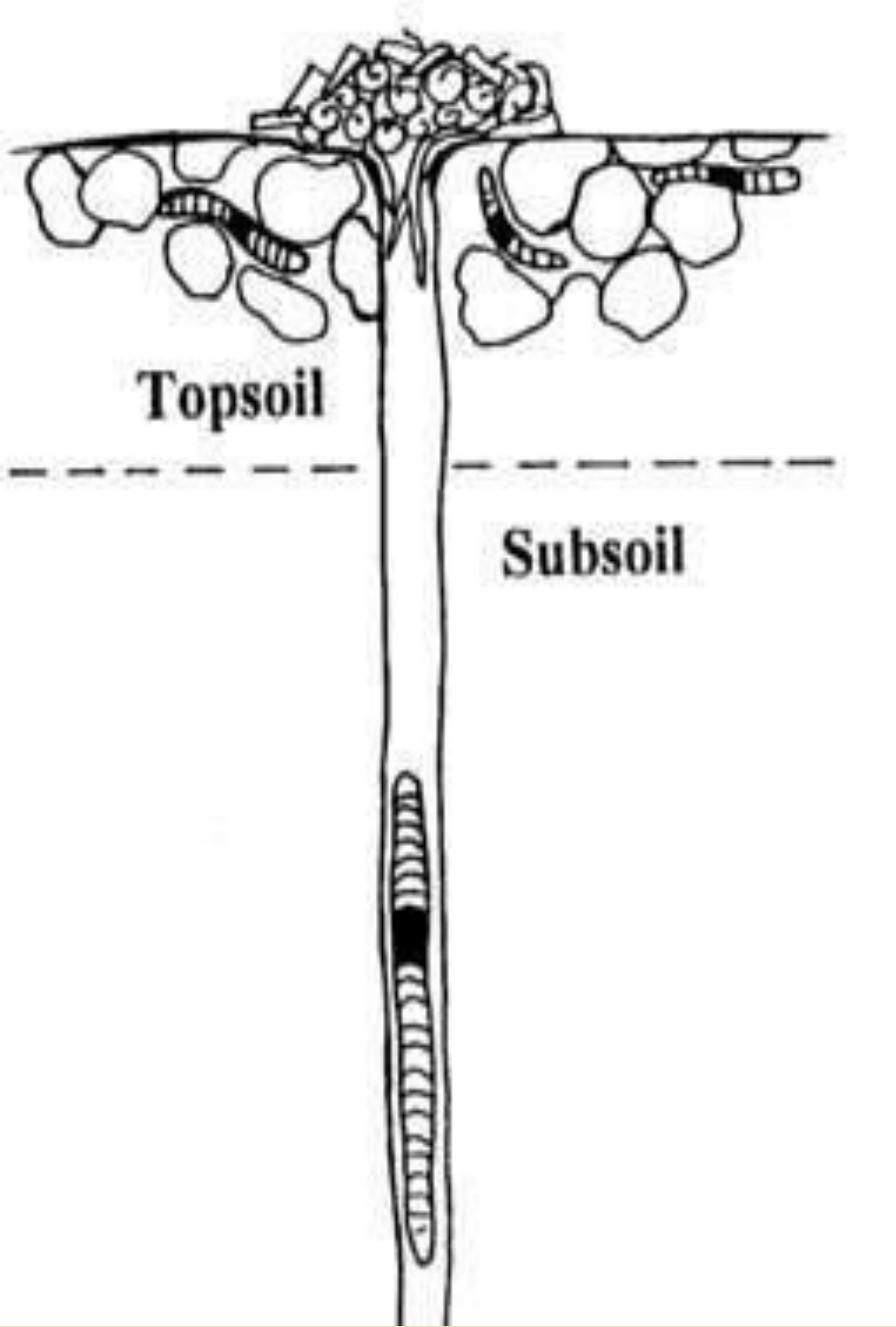
Bacteria

IV

“Dekomposer” sbg.
BIOMASA MIKROBIA

Pencampuran Tanah Secara Biologi





Effect cropping pattern in coffee based agroforestry system on abundance of parasite nematode (*Radopholus*)

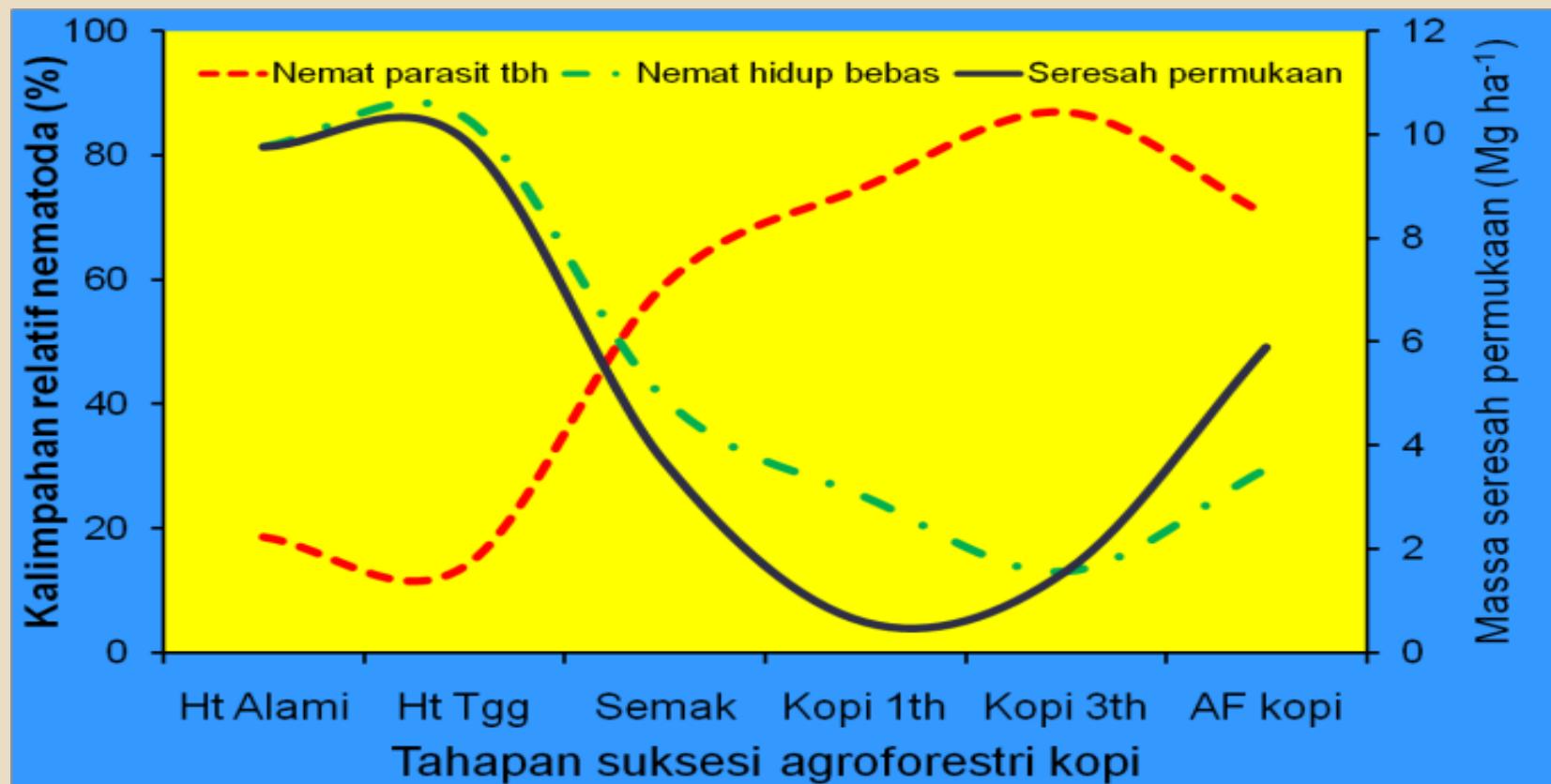


Cropping pattern	Population (idividu per 300 cc soil)
Monoculture	97.47 b
<i>Coffee + banana</i>	328.39 a
Coffee+ <i>Gliricidia</i>	95.02 b
Coffee + <i>Gliricidia</i> + Avocado	88.47 b
Coffee + <i>Gliricidia</i> + Avocado + Mahogany	136.92 b
Probability	0 . 0005

(Swibawa et al, 2008)

Impact of forest conversion to agricultural land on Nematode diversity (BGBD-UNILA, Lampung)

Litter thickness and population density of nematode in various land use systems



(Gede Swibawa, 2009)

Kesimpulan

- BioDiversitas tanaman pertanian perlu dipertahankan, untuk:
 - ❑ Diversitas Jenis masukan BO
 - ❑ Iklim mikro
- Mempertahankan BIOTA yang menguntungkan dan menekan Biota yang merugikan