

Tabel 5.3. Hasil scoring nilai penting hewan berdasarkan persepsi masyarakat

Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan
<i>Unggas</i>		<i>Mamalia</i>		<i>Reptil</i>		<i>Hewan tanah</i>		<i>Lain-lain</i>	
Ayam Hutan	104	Kijang (menjangan)	76	Bunglon	15	Cacing	108	Serangga	
Burung	98	Landak	65	Kadal	13	Semut	36	Lebah	57
Burung Cendet/pentet	67	Kera ekor panjang/abu-abu	62	Ular	12	Gangsir	30	Ulat	49
Burung kutilang	48	Luak	50	Ular weling	7	Rayap	22	Kupu	28
Burung Derkuku	23	Tikus tanah	50	Klarab (cicak terbang)	6	Embuk (larva serangga)	19	Belalang	22
Burung tengkek	14	Tupai (Bajing)	49	Biawak (Nyambik)	1	Kelabang	16	Nyamuk	10
Burung prenjak/ciblek	12	Kelelawar (Codot)	25	Ular bumi	1	Orong-orong	15	Gayas (semacam ulat)	4
Burung Trocok	12	Garangan	24	Ular cabe	1	Jangkrik	13	Serangga (umum) *	4
Burung gereja	11	Trenggiling	24	Ular gadong/gadung	1	Siput	4	Capung	3
Burung Hantu	9	Babi Hutan	22	Ular hijau	1	Kalajengking /tunggeng	2	Lalat	2
Burung Gagak	7	Budeng/lutung jawa	14	Ular kobra	1	Kecoak	2	<i>Amfibi</i>	
Burung Merpati	6	Lutung	13					Katak	12
Burung Elang	5	Musang	12					Annelida	
Burung ganggung	5	Macan Rembah	8					Pacet (Panjet)	4
Burung Jalak	5	Lisang (sejenis musang)	3						
burung puyuh	5	Kelelawar (Kalong)	2						

Lanjutan Tabel 5.3.

Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan	Jenis hewan	Skor nilai penting hewan
<i>Unggas</i>		<i>Mamalia</i>		<i>Reptil</i>		<i>Hewan tanah</i>		<i>Lain-lain</i>	
Burung trengganis	5	Clurut (tikus kasturi/musk shrew)	1						
Burung jali	4	Slentek	1						
Burung Pipit	4	Tupai Besar/ jelaran/jelarang	1						
Burung Tugung	4								
Burung perkutut	3								
Rangkok	3								
Elang Jawa (Badol)	2								
Slenker	2								
Betet	1								

Pengaruh perbedaan umur responden terhadap pengenalan jenis hewan

Analisa pengaruh perbedaan umur responden terhadap jenis hewan yang dikenali di lahan dilakukan untuk mengetahui kedekatan para petani dari berbagai generasi terhadap kebun agroforestrinya. Untuk itu, responden dikelompokkan menjadi 3 kelas umur yaitu < 28 tahun, 28 – 48 tahun, dan > 48 tahun (Tabel 5.4).

[Responden kelompok umur 28 - 48 tahun memiliki intensitas yang lebih tinggi di lahan Agroforestri dibandingkan responden yang lebih muda atau lebih tua]

Tabel 5.4. Jenis hewan yang disebutkan oleh responden menurut kelompok umur

Jenis hewan yang disebutkan oleh semua kelompok umur	Jenis hewan yang disebutkan oleh 2 kelompok umur	Jenis hewan yang disebutkan oleh satu kelompok umur
Ayam Hutan	Burung Elang	Betet
Babi Hutan	Burung gereja	Biawak (Nyambik)
Belalang	Burung Hantu	Burung Gagak
Budeng/lutung jawa	Burung Merpati	Burung ganggung
Bunglon	Burung prenjak/ciblek	Burung Jalak
Burung Cendet/pentet	burung puyuh	Burung jali
Burung Derkuku	Burung tengkek	Burung perkutut
Burung kutilang	Burung trengganis	Burung Pipit
Cacing	Burung Trocok	Burung Tugung
Embuk (larva serangga)	Capung	Clurut (tikus kasturi/musk shrew)
Gangsir	Elang Jawa (Badol)	Gayas (semacam ulat)
Garangan	Kalajengking/tunggeng	Kecoak
Jangkrik	Kelabang	Kelelawar (Kalong)
Kadal	Lalat	Klarab (cicak terbang)
Katak	Lebah	Kupu
Kelelawar (Codot)	Lutung	Lisang (sejenis musang)
Kera ekor panjang/abu-abu	Macan Rembah	Pacet (Panjet)
Kijang (menjangan)	Musang	Rangkok
Landak	Serangga	Slenker
Luak	Siput	Slentek
Nyamuk		Tupai Besar/ jeleran/jelarang
Orong-orong		Ular bumi
Rayap		Ular cabe
Semut		Ular gadong/gadung
Tikus tanah		Ular hijau
Trenggiling		Ular kobra
Tupai (Bajing)		Ular weling
Ulat		

Hasil analisa menunjukkan bahwa 37 % jenis hewan yang ada di DAS Konto adalah hewan yang umum dijumpai dan dikenal dengan baik oleh seluruh kelompok umur. Sedangkan ada 36 % hewan yang jenisnya tidak umum, sehingga hanya disebutkan oleh satu kelompok umur tertentu saja. Kelompok umur antara 28-48 tahun mampu mengidentifikasi 67 jenis hewan (89.3%) dari 75 jenis hewan yang ada. Sedangkan kelompok umur < 28 th dan > 48 th berturut-turut mengidentifikasi 41 (55%) dan 43 (57%) jenis hewan dari 75 jenis yang ada di DAS Konto. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok umur 28-48 tahun memiliki intensitas yang lebih tinggi di lahan agroforestri dibandingkan 2 kelompok umur yang lain.

Ancaman kepunahan hewan di lahan agroforestri

Dari 75 jenis hewan yang berhasil diidentifikasi bersama masyarakat ada 10 jenis hewan yang termasuk dalam daftar hewan yang dilindungi baik oleh CITES, PP No. 7 1999, dan UU No. 5 1990. Hewan-hewan tersebut adalah burung elang ular bido (*Spilornis cheela*), 'badol' atau 'bondol'/elang Jawa (*Spizaetus bartelsi*), rangkong (*Aceros undulatus*), kalong (*Pteropus giganteus*), kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*), kijang (*Cervus unicolor*), lutung (*Trachypitecus auratus*), macan rembah, (*Felis bengalensis*) dan tupai besar/jelarang (*Ratufa bicolor*) (Gambar 5.11).

Ancaman kepunahan hewan pada lahan-lahan agroforestri akan terus meningkat di masa mendatang melalui 5 kemungkinan yaitu:

1. *Ketersediaan pakan yang semakin terbatas.* Keragaman tanaman yang ditanam di bawah tegakan milik Perhutani sangat terbatas, umumnya hanya tanaman sayuran dan tanaman pangan saja, sehingga ketersediaan makanan bagi hewan sedikit,
2. *Penggunaan bahan-bahan kimia pemberantas hama/gulma yang terus meningkat.* Kegiatan penyemprotan hama dan penyakit dengan pestisida berdampak pada matinya spesies tertentu,
3. *Kegiatan perburuan.* Perburuan yang dilakukan masyarakat terhadap hewan-hewan yang dianggap merugikan karena adanya kekhawatiran masyarakat terhadap keberadaan hewan tersebut akan mengganggu tanaman sayur dan pangan yang ditanam, misalnya babi hutan dan ayam alas.
4. *Ketersediaan pasar.* Hewan tersebut banyak yang diburu karena bernilai jual tinggi seperti ayam alas, elang, jalak, dll.
5. *Fragmentasi habitat.* Areal untuk arena bermain maupun bereproduksi menjadi semakin sempit sehingga lama kelamaan hewan tersebut punah karena tidak bisa bereproduksi di habitat yang semakin sempit.



Gambar 5.11. Sepuluh jenis hewan yang diidentifikasi oleh responden di DAS Konto termasuk dalam daftar hewan yang dilindungi

5.3.6. Pemasaran hasil agroforestri

Hasil agroforestri dari daerah Ngantang sebagian besar dijual langsung kepada tengkulak yang langsung datang ke kebun agroforestri. Hanya sebagian kecil saja yang dipasarkan langsung. Hasil panen yang langsung dijual ke tengkulak yaitu kopi, durian dan sebagian pisang. Bila pisang tidak dipanen dalam jumlah besar maka petani akan memasarkan sendiri hasil kebunnya ke pasar. Alasan para petani agroforestri lebih senang memasarkan hasil kebunnya ke tengkulak, karena cara itu lebih mudah dan praktis sehingga petani tidak perlu mengeluarkan biaya transportasi pengangkutan hasil panen ke pasar. Selain itu harga jual dipasar dan di tengkulak sama, sehingga bagi petani lebih menguntungkan menjual langsung pada tengkulak. Dengan harga yang kadang-kadang tidak menentu, menurut petani menjual pada tengkulak dapat menghindarkan mereka dari kerugian karena berani membayar hasil panen dengan tunai dan berani berspekulasi dengan harga beli borongan.

[Hasil panen Agroforestri seperti kopi, durian dan pisang biasanya dijual langsung ke tengkulak. Alasannya, karena mudah, praktis dan biaya transportasi ke pasar lebih murah.]

5.3.7. Peran berbagai stake holder dalam upaya konservasi keanekaragaman hayati di DAS Konto

Di tingkat kecamatan ada 2 kelompok stake holder yang cukup penting di Ngantang maupun Pujon yaitu pemerintah daerah dan LSM. Pemerintah daerah yang cukup berpengaruh adalah Dishutbun, Distan, Perhutani, Tahura R Soerjo. Sedangkan untuk LSM yang terkait dengan kegiatan konservasi adalah Paramitra. Stake holder yang ada di tingkat desa meliputi pemerintah desa dan aparatnya, petani, tengkulak, penyuluh pertanian.

Pemerintah

Pemerintah memiliki peran penting melalui kebijakan dan penegakan hukum dalam konservasi keanekaragaman hayati. Namun kendalanya adalah kurang-sinergisan antar institusi pemerintahan di lapangan. Hal itu bisa menjadi ancaman bagi kegiatan untuk mengkonservasi keanekaragaman hayati di DAS Konto. Beberapa contoh yang paling jelas adalah di wilayah Tawang Sari Pujon. Dinas kehutanan dan perkebunan mendorong masyarakat untuk menanam pohonan buah-buahan di lahan-lahan yang miring. Pada saat yang sama dinas pertanian melalui para penyuluhnya mendorong para petani untuk memperluas budidaya sayuran. Selain konflik kepentingan antara dinas kehutanan dan perkebunan serta dinas pertanian, juga sempat ada kurang-harmonisan hubungan antara Tahura R. Soerjo dan Perhutani karena ketidakjelasan batas peta wilayah kerja kedua instansi tersebut di Pujon. Konflik antar instansi ini sempat memicu ketegangan di masyarakat yang juga menjadi terpecah dalam 2 kubu. Pertentangan ini mengakibatkan kerusakan sebagian hutan sengkeran yang oleh masyarakat pada awalnya sudah disepakati untuk tidak dibuka untuk menjaga kelestarian sumber air pada tahun 2008.

Pemerintah daerah provinsi melalui Perda Jatim No. 4 tahun 2003 tentang pengelolaan hutan di Jawa Timur yang di dalamnya terdapat pengaturan tentang pelarangan perburuan satwa yang dilindungi sudah memberikan jaminan hukum dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati di dan tata cara pemanfaatan sumber daya hayati di hutan-hutan yang ada di Jawa Timur. Meskipun demikian, kepedulian pemerintah lokal (desa) dalam menjaga keanekaragaman hayati untuk hewan dan tumbuhan masih rendah di DAS Konto. Hal ini ditunjukkan dengan belum ada upaya yang secara khusus dilakukan oleh desa untuk mengkonservasi hewan dari hutan yang secara nyata memperdagangkan hewan yang dilindungi, tidak diterapkannya sanksi bagi pihak-pihak, masih tingginya aktivitas perburuan hewan hutan di DAS Konto. Tidak jarang ada oknum-oknum desa sendiri yang juga terlibat dalam aktivitas perdagangan satwa-satwa langka tersebut.

Akibat masih lemahnya penegakan hukum maka para penadah hewan liar juga bebas beraktivitas. Mereka membeli setiap hewan hutan yang ditangkap oleh para petani yang kebetulan menemukannya di lahan mereka, atau dari para pemburu yang secara khusus memang memasuki hutan untuk menangkap hewan-hewan hutan. Di desa Sumberagung trenggiling dijual kepada penadah dengan harga Rp 200.000,00 per ekornya. Sedangkan di Desa Simo juga ada warga yang sudah dikenal sebagai pemburu hewan-hewan hutan yang aktivitasnya meliputi wilayah hutan lindung Perhutani hingga ke lereng Kelud. Hasil tangkapannya ini kemudian dijual di pasar hewan di Kandangan, Jombang dan di pasar burung Splendid, Malang (Gambar 5.12). Sementara itu di wilayah Tawang Sari Pujon juga ada aktivitas pemburuan rusa serta kera ekor panjang untuk konsumsi masyarakat.



Gambar 5.12. Pasar Burung kota Malang merupakan salah satu tujuan para penadah hewan liar untuk memasarkan dagangannya

LSM

Peran LSM dalam upaya mengkonservasi keanekaragaman hayati perlu diperhitungkan untuk mengendalikan kerusakan hutan yang lebih besar lagi dan menahan laju kehilangan plasma nutfah dari hutan. Beberapa LSM yang kegiatannya mencakup konservasi di wilayah DAS Konto adalah Paramitra dan Pro Fauna. Paramitra terutama bekerja berkaitan dengan konservasi lahan dan mata air dengan memberdayakan masyarakat sekitar sedangkan Pro Fauna adalah LSM yang aktif dalam berbagai kegiatan perlindungan satwa di kota Malang dan sekitarnya. Profauna bergerak dalam kampanye perlindungan satwa, pendidikan, investigasi, penyelamatan satwa dan pengamatan satwa liar (*Wild Animal Watching*). Untuk kegiatan penyelamatan satwa maka ProFauna membentuk PPS Petungsewu yang bergerak dalam hal penangkaran hewan-hewan liar untuk dikembalikan ke habitat aslinya. Informasi dari Pro Fauna melalui web sitenya di www.profauna.org menyebutkan bahwa di wilayah Tahura R Soerjo, yang secara administratif sebagian juga meliputi Ngantang dan Pujon, masih dijumpai 180 jenis burung (pengamatan tahun 2002), lutung jawa (*Trachypitecus auratus*), jelarang (*Ratufa bicolor*), serta berbagai hewan hutan lainnya.

Perhutani

Harapan untuk upaya pelestarian kelestarian hayati untuk tumbuhan muncul dengan mulai diterimanya agroforestri di beberapa wilayah yang sebelumnya merupakan daerah-daerah yang rawan konflik di DAS Konto terutama di Pujon. Meskipun demikian hambatan-hambatan juga ada yang muncul dari masyarakat desa maupun pemerintah lokal karena ketidaktahuan mereka terhadap manfaat kelestarian hayati bagi generasi mendatang, ketidakjelasan peraturan pemerintah setempat dalam pengelolaan lahan Perhutani, desakan kebutuhan ekonomi yang mendorong mereka untuk mengeksploitasi hutan dan keengganan untuk mengganti tanaman sayur dengan pepohonan.

Meskipun demikian untuk konservasi tumbuhan ada sedikit titik cerah dengan adanya kesepakatan antara Perhutani dan masyarakat di Pujon yang mengizinkan penanaman kopi arabika dan pohon buah-buahan di bawah tegakan pohon utama. Hal ini tidak lepas dari peran Perhutani yang saat ini sudah lebih terbuka dalam menerima aspirasi masyarakat yang tinggal di perbatasan areal mereka. Dengan mengizinkan petani untuk menanam kopi dan buah-buahan diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani sekitar hutan dan mengurangi tekanan untuk mengkonversi hutan.

Petani

Petani merupakan bagian yang sangat penting dalam upaya konservasi keanekaragaman hayati. Kegagalan berbagai program konservasi keanekaragaman hayati di pujon sebagian juga disebabkan karena tidak melibatkan peran masyarakat petani yang tinggal berbatasan dengan hutan. Kegiatan konservasi macam apapun tidak akan sustainable bila masyarakat sekitar hutan masih miskin. Namun saat ini sudah dibentuk kelompok-kelompok petani hutan dan Perhutani sudah melibatkan mereka dalam diskusi-diskusi untuk memudahkan menjaring aspirasi dari para petani seperti yang kemudian diterapkan dalam bentuk PHBM plus. Di Ngantang kegiatan konservasi berlangsung lebih lancar karena Perhutani di wilayah Ngantang sudah lebih dulu menyepakati pemberian izin bagi para petani untuk menanam pohon buah-buahan dan kopi di bawah tegakan pohon utama.

6. Agro-biodiversitas dalam sistem Agroforestri: cacing tanah

Ringkasan

Cacing tanah merupakan pertanda tanah subur! Artinya tanah gembur, mudah diolah dan banyak humusnya. Hal tersebut sudah banyak dikenal petani di DAS Konto, namun peran cacing tanah yang bisa membuat terowongan dalam tanah masih belum banyak diketahui petani, karena sulit dilihat dengan mata.

Berdasarkan hasil inventarisasi cacing tanah di musim penghujan pada lima SPL di Ngantang ditemukan 12 spesies cacing tanah dari 3 famili yaitu Megascolicidae, Lumbricidae dan Moniligastridae. Jumlah temuan spesies tertinggi diperoleh di kebun kopi multistrata (KM) dan kopi naungan pinus (PP) masing-masing sebanyak 7 spesies. Pada hutan terganggu (HT) hanya ditemukan 4 spesies sama dengan jumlah temuan yang diperoleh di kopi naungan *Gliricidia* (KG). Sedang jumlah temuan terendah (3 spesies) terdapat di hutan bambu. Adanya alih guna lahan hutan menjadi kebun kopi dan hutan tanaman pinus menyebabkan 2 spesies cacing tanah (jenis epigeic) tidak dijumpai lagi yaitu *Polypheretima elongate* dan *Metaphire californica*. Bila hutan dialih fungsikan menjadi kebun bambu maka seluruh spesies cacing yang ada di hutan tidak ditemukan lagi, digantikan oleh spesies *Pheretima minima*, *Eiseniella tetraeda f. typica* (savigny). Sama halnya dengan yang dijumpai di Sumberjaya, spesies *Pontoscolex* ditemukan pada semua jenis SPL yang diamati.

6.1. Pendahuluan

Cacing tanah merupakan salah satu *ecosystem engineer* yang berperan penting dalam berbagai macam proses fisika, kimia dan biologi tanah (Lavelle and Spain, 2001; Tapia-coral *et al.*, 2006). keberadaannya di alam sangat dibatasi oleh kadar air tanah, karakteristik tanah, curah hujan, tipe penggunaan lahan, penambahan bahan kimia pada tanah dan temperatur tanah (Pashanasi *et al.*, 1996; Lavelle and Spain, 2001; Hairiah *et al.*, 2004).

Penelitian di Sumberjaya menunjukkan bahwa perubahan fungsi hutan menjadi tanaman budidaya meningkatkan kelimpahan cacing tanah hingga 50 % pada lahan kopi multistrata. Namun peningkatan populasi ini tidak diikuti dengan peningkatan biomasa cacing tanah. Biomasa cacing tanah di lahan-lahan budidaya turun hingga setengah dari biomasa cacing tanah yang hidup di hutan (± 3.5 g/individu). Sedang Wibowo (1999) melaporkan bahwa penurunan masukan seresah dari sekitar $11 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ (di hutan) menjadi $9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ pada sistem budidaya pagar telah menyebabkan jenis cacing *Metapheretima carolinensis* hilang. Sedangkan pada sistem budidaya tanaman jagung dengan input bahan organik rendah $3 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ maka jumlah spesies cacing yang hilang meningkat menjadi 2 yaitu *Metapheretima carolinensis* dan *Dichogaster crawi* (kelompok *endogeic*). Paska alih guna lahan hutan, populasi cacing tanah asli yang hilang tersebut akan digantikan posisinya oleh cacing tanah eksotis yang mampu membentuk koloni dalam kondisi ekosistem yang baru.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui diversitas dan kerapatan populasi cacing tanah yang ada pada berbagai sistem penggunaan lahan di DAS Konto.

6.2. Metode

Data untuk diversitas cacing tanah merupakan hasil review dari kegiatan penelitian yang didanai oleh Proyek Hibah Insentif Riset Dasar (HIRD) yang didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi pada tahun 2007-2008. Namun demikian, identifikasi taksonomi contoh-contoh cacing tanah yang telah diperoleh pada kegiatan tersebut hingga saat ini masih belum selesai dilakukan.

Lokasi

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada 5 (lima) sistem penggunaan lahan yang telah ditentukan sebelumnya oleh peneliti terdahulu, yaitu hutan terganggu (HT), hutan bambu (HB), pertanaman pinus+rumput gajah (PP), kopi multistrata (KM) dan kopi naungan *Gliricidia* (KG). Pada masing-masing sistem penggunaan lahan dilakukan pengambilan contoh cacing tanah dengan 3 ulangan.

Variabel Pengukuran

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka variabel pengukuran yang telah dilakukan di lapangan dan di laboratorium adalah variabel cacing tanah yaitu identifikasi jenis, kerapatan populasi (K), biomassa (B).

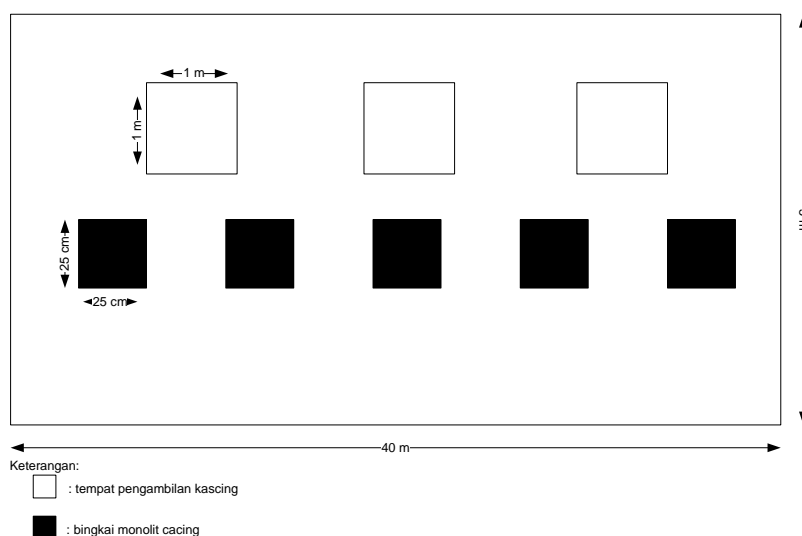
Pengambilan Contoh dan Identifikasi Cacing Tanah

Pengambilan contoh cacing dilakukan dengan menggunakan prosedur monolit tanah berukuran 25 cm x 25 cm x 10 cm (metode Anderson and Ingram *dalam* Swift and Bigrell, 2001). Setiap lahan diambil 5 titik contoh (Gambar 6.1) yang diambil pada garis tengah sub-plot yang ditentukan (40 m x 5 m).

Pengambilan contoh cacing tanah dilakukan pada empat kedalaman yaitu (1) lapisan seresah di permukaan tanah, (2) lapisan tanah mineral kedalaman 0- 10 cm, (3) 10- 20 cm, dan (4) 20- 30 cm. Cacing tanah diambil pada waktu pagi hari dengan batasan waktu antara pukul 06.00-10.00 WIB. Contoh cacing tanah diambil secara manual (*hand sorting*), dan diperlakukan sebagai berikut:

Cacing dimasukkan ke dalam nampan berisi air untuk menghilangkan tanah yang menempel pada tubuhnya. Cacing yang telah bersih dimasukkan ke dalam nampan yang berisi alkohol 70% untuk relaksasi, selanjutnya cacing dimasukkan dalam formalin 4% selama beberapa detik hingga tubuhnya kaku. Terakhir cacing tanah siap dimasukkan dalam botol film yang berisi alkohol 70% dan sudah diberi label.

Bersamaan dengan pengambilan cacing tanah, dilakukan pengukuran suhu tanah dan pengambilan contoh tanah untuk analisis pH tanah, C organik dan kadar air tanah. Penempatan bingkai monolit dan cara pengambilan contoh cacing tanah dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan 6.2.



Gambar 6.1. Penampang Horizontal Posisi Pengambilan Contoh Cacing Tanah.



Gambar 6.2. Penampang vertikal posisi monolit.

Identifikasi Jenis Cacing Tanah

Identifikasi contoh cacing tanah yang diperoleh dilakukan di laboratorium menurut penciri morfologi tubuhnya (Lampiran 6.1). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya di Sumberjaya (Lampung Barat), bahwa jenis cacing *exotic* penggali tanah (*endogeic*) *Pontoscolex curethrurus* mendominasi di semua jenis lahan pertanian, maka pada penelitian ini contoh cacing yang diperoleh hanya dibedakan ke dalam 2 kelompok saja yaitu *Pontoscolex curethrurus* dan *non-Pontoscolex curethrurus*. Cara identifikasi didasarkan pada penciri eksternal tubuh cacing. Cacing tanah *Pontoscolex curethrurus* memiliki struktur *quincunx* (seta berbentuk seperti buah nanas) yang terlihat jelas pada bagian ekor, tipe klitelium *saddle shape*, dan warna tubuh merah muda sampai merah.

Sedang contoh cacing non-*Pontoscolex* diidentifikasi berdasarkan pada penciri eksternal tubuh cacing. Selanjutnya penciri eksternal ini dicocokkan dengan berbagai kunci taksonomi cacing tanah yang ada. Selain diklasifikasikan secara taksonomi, contoh cacing yang diperoleh juga diklasifikasikan secara ekologi berdasarkan warna tubuh dan kedalaman dimana cacing tersebut ditemukan. Secara ekologi cacing dibedakan menjadi 3 kelompok: Cacing permukaan (*epigeic*), tinggal di lapisan organik, warna tubuh gelap, berukuran kecil, berfungsi sebagai decomposer bahan organik. Cacing dalam (*anecic*), jenis cacing ini aktif memindahkan dan memakan serasah dari permukaan tanah dan bergerak ke dalam tanah, berpigmen dan berukuran lebih besar dari pada cacing permukaan. Cacing sangat dalam (*endogeic*),

tinggal dan makan di dalam tanah, berwarna pucat dan ukuran relative lebih besar dari pada ke dua kelompok yang lain, pemakan bahan organik dan liat. Namun sayangnya identifikasi cacing non-*Pontoscolex* ini masih belum lengkap, sehingga hasilnya masih belum dapat dilaporkan hingga saat ini.

Penetapan Kepadatan Populasi, Biomassa dan Estimasi Berat per ekor Cacing Tanah Pontoscolex

Pengukuran kepadatan populasi (K) ditentukan berdasarkan jumlah individu yang ditemukan per monolith ukuran 25 cm x 25 cm, selanjutnya ditimbang beratnya/. biomassa (B) cacing tanah. Untuk mengetahui rata-rata berat cacing per ekor, dilakukan penghitungan nisbah atau perbandingan antara biomassa dengan kepadatan populasi (B:K) (g/ekor).

6.3. Hasil

6.3.1. Diversitas cacing tanah di DAS Konto

Berdasarkan hasil survey cacing tanah di musim penghujan pada lima SPL di Ngantang (HIRD/UB, 2008) ditemukan 12 spesies cacing tanah dari 3 famili yaitu Megascolicidae, Lumbricidae dan Moniligastridae (Tabel 6.1). Jumlah temuan spesies tertinggi diperoleh di kebun kopi multistrata (KM) dan kopi naungan pinus (PP) masing-masing sebanyak 7 spesies. Pada hutan terganggu (HT) hanya ditemukan 4 spesies sama dengan jumlah temuan yang diperoleh di kopi naungan *Gliricidia* (KG). Sedang jumlah temuan terendah (3 spesies) terdapat di hutan bambu. Adanya alih guna lahan hutan menjadi kebun kopi dan hutan tanaman pinus menyebabkan 2 spesies cacing tanah (jenis *epigeic*) tidak dijumpai lagi yaitu *Polypheretima elongate* dan *Metaphire californica*. Bila hutan dialih fungsikan menjadi kebun bambu maka seluruh spesies cacing yang ada di hutan tidak ditemukan lagi, digantikan oleh spesies *Pheretima minima*, *Eiseniella tetraeda f. typica* (savigny). Sama halnya dengan yang dijumpai di Sumberjaya, spesies *Pontoscolex* ditemukan pada semua jenis SPL yang diamati. Gambar penciri dari masing-masing spesies disajikan dalam Lampiran 6.1.

Daerah Ngantang merupakan daerah bergunung, dimana erosi merupakan masalah yang paling umum dijumpai. Erosi akan berkurang bila tingkat aliran permukaan rendah. Pada umumnya tingkat aliran permukaan rendah bila infiltrasi air tanah besar karena porositas tanah yang juga besar. Dalam kaitannya dengan upaya meningkatkan infiltrasi air tanah, mempertahankan kerapatan populasi cacing penggali tanah penting untuk dilakukan (Hairiah *et al.*, 2006). Dengan demikian, penelitian yang telah dilakukan di DAS Konto pada tahun 2008 lebih difokuskan khusus kepada **cacing penggali tanah** yang paling umum dijumpai pada lahan-lahan pertanian yaitu *Pontoscolex*. Untuk selanjutnya data-data yang dilaporkan pada bab berikut ini khusus berhubungan dengan peran cacing *Pontoscolex*.

Tabel 6.1. Jenis cacing tanah yang ditemukan di DAS Konto

	Famili	Spesies Cacing	Grup ekologi	HT	HB	KM	PP	KG
1	Megascolecidae	<i>Peryonix excavatus</i>	Epigeik	■		■		
		<i>Polypheretima elongata</i>		■				
		<i>Metaphire californica</i>	Epigeik	■			■	
		<i>Pheretima minima (Hoerst)</i>	Endogeik		■		■	
		<i>Pheretima californica</i>					■	
		<i>Dichogaster bolau</i>	Endogeik				■	
		<i>Dichogaster reincke</i>	Endogeik				■	
		<i>Amyntas gracilis</i>						■
2	Moniligastridae	<i>Drawida barwelli</i>	Anesik			■		
3	Lumbricidae	<i>Eiseniella tetraeda f. typica (savigny)</i>			■	■	■	■
		<i>Lumbricus rubellus</i>					■	■
		<i>Pontoscolex</i>	Endogeik	■	■	■	■	■
Jumlah spesies:				4	3	7	7	4

Keterangan : HT (hutan terganggu), HB (hutan bambu), PP (pertanaman pinus + rumput gajah), KM (kopi multistrata), KG (kopi naungan Gliricidia).

6.3.2. Kondisi Pontoscolex pada berbagai sistem penggunaan lahan

Kondisi penggunaan lahan yang berbeda berpengaruh terhadap kepadatan populasi dan biomassa cacing tanah yang ditemukan. Hasil pengukuran terhadap kepadatan populasi (K), biomassa (B), nisbah (biomassa : kepadatan populasi) cacing tanah disajikan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Kepadatan populasi (K), biomassa (B) dan nisbah (B:K) cacing tanah *Pontoscolex* pada kedalaman 0- 30 cm pada berbagai sistem penggunaan lahan

SPL	Populasi (K) (ekor m ⁻²)	Biomassa (B) (g m ⁻²)	Nisbah (B : K) (g/ekor)
HT	107.4 bc	45.60 b	0.36 b
HB	70.00 ab	21.50 a	0.18 a
PP	138.3 c	43.70 b	0.23 a
KM	66.50 a	28.30 a	0.18 a
KG	84.30 ab	28.20 a	0.15 a
BNT	38.84	14.78	0.09

Keterangan : HT (hutan terganggu), HB (hutan bambu), PP (pertanaman pinus + rumput gajah), KM (kopi multistrata), KG (kopi naungan Gliricidia). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaaan yang nyata (p<0.05).

a. Kepadatan Populasi (K)

Perbedaan sistem penggunaan lahan (SPL) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kepadatan populasi cacing tanah. Interaksi antara penggunaan lahan dengan kedalaman tanah tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$), sedangkan kedalaman tanah berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kepadatan populasi cacing tanah. Populasi cacing tanah tertinggi ditemukan di hutan pertanaman pinus yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) dengan populasi cacing di hutan terganggu, populasi rata-rata sekitar 123 ekor m^{-2} . Kopi multistrata memiliki kepadatan populasi cacing tanah paling rendah dan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) dengan hutan bambu dan kopi naungan *Gliricidia* dengan rata-rata 74 ekor m^{-2} . Kepadatan populasi cacing tanah semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. Rata-rata kepadatan populasi cacing tanah pada kedalaman 0-10 cm adalah sekitar 178 ekor m^{-2} , pada kedalaman 10-20 cm populasi berkurang hingga 50% lebih rendah dari pada yang di lapisan atas (88 ekor m^{-2}). Sedang di lapisan 20-30 cm populasi hanya sekitar 8% dari populasi di lapisan 0-10 cm (15 ekor m^{-2}).

b. Biomasa (B)

Perbedaan SPL juga berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap biomasa cacing tanah. Interaksi antara SPL dengan kedalaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0.05$), sedangkan kedalaman tanah berpengaruh secara nyata ($p < 0.05$) terhadap biomassa cacing tanah. Biomasa cacing tanah yang ditemukan di hutan pinus tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) dengan biomasa cacing yang ditemukan di hutan alami terganggu, dengan rata-rata biomasa sekitar 45 g m^{-2} . Kopi multistrata, kopi naungan *Gliricidia* dan hutan bambu memiliki biomassa cacing tanah yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) yaitu sekitar 26 g m^{-2} . Biomassa cacing tanah semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. Rata-rata biomassa cacing tanah pada masing-masing kedalaman adalah 63 g m^{-2} (0-10 cm), 32 g m^{-2} (10-20 cm) dan 4.8 g m^{-2} (20-30 cm).

c. Nisbah Biomassa (B) : Kepadatan Populasi (K) Cacing Tanah

Berat masa per individu cacing dapat didekati dengan menghitung nisbah antara total biomasa cacing (g m^{-2}) dengan total populasi (ekor m^{-2}). Hutan terganggu memiliki nisbah B:K cacing tanah paling tinggi yaitu 0.36 g/ekor, sedangkan hutan pinus, kopi multistrata, kopi naungan *Gliricidia* dan hutan bambu memiliki nisbah B:K cacing yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) yaitu sekitar 0.18 g/ekor. Nisbah B:K cacing tanah semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah. Rata-rata nisbah B:K cacing tanah pada masing-masing kedalaman adalah 0.35 g/ekor (0-10 cm), 0.25 g/ekor (10-20 cm) dan 0.05 g/ekor (20-30 cm).

6. 4. Pembahasan

Perbedaan pengelolaan antar lahan umumnya menyebabkan perbedaan kondisi biologi tanah, karena adanya perbedaan jenis dan kerapatan tanaman yang ditanam. Akibatnya jumlah dan jenis masukan bahan organik kedalam tanah juga berbeda, yang selanjutnya diikuti oleh perubahan keragaman dan keragaman komunitas organisme dalam tanah (Susilo *et al.*, 2005).

Alih guna hutan menjadi lahan pertanian baik monokultur maupun polikultur menyebabkan tanah menjadi lebih padat, sehingga limpasan permukaan dan erosi menjadi masalah utama, sehingga kualitas air sungai menurun. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu di Sumberjaya, Lampung Barat, bahwa tingginya limpasan permukaan pada lahan berlereng terjadi karena menurunnya jumlah infiltrasi air tanah sebagai akibat menurunnya jumlah pori makro tanah (Suprayogo *et al.*, 2004). Besarnya ukuran (biomasa) cacing

penggali tanah pada lahan pertanian merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat porositas tanah (Hairiah *et al.*, 2006). Besarnya biomasa cacing tanah berhubungan erat dengan ketebalan lapisan seresah (masukannya seresah). Hasil pengukuran beberapa parameter fisika tanah di DAS Kalikonto (pada lokasi yang sama dengan pengambilan contoh cacing tanah) dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tingginya pori makro pada hutan terganggu adalah dipengaruhi oleh kerapatan dan biomasa cacing penggali tanah yang ditemukan pada lahan tersebut. Cacing merupakan makrofauna tanah yang aktif dan tinggal di dalam tanah, setiap pergerakannya akan meninggalkan lubang- lubang yang dapat meningkatkan porositas tanah, ukuran pori dan variabilitas dari porositas (Curry, 1998). Dari hasil pengamatan (Tabel 6.2) menunjukkan bahwa pada umumnya hutan alami walaupun telah terganggu diperoleh tingkat kerapatan populasi dan biomasa paling tinggi dari pada lahan pertanian dan hutan bambu.

Tabel 6.3. Masukan seresah per tahun dan Sifat-sifat Fisik Tanah yang dipengaruhi (Sumber data: HIRD, 2008)

Jenis pengukuran	HT	HB	PP	KM	KG
Masukan seresah (Mg ha ⁻¹ th ⁻¹)*	9.42	10.93	5.08	5.76	4.06
Ketebalan seresah (cm)*	4.59	4.39	1.98	1.05	0.58
C-Organik (%)**	1.92	1.39	1.54	1.58	0.87
DMR (mm)	4.67	4.22	4.04	2.96	1.77
Pori Makro (%)	9.87	7.18	4.82	4.94	5.54
KHJ (cm.jam ⁻¹)	90.4	54.5	57.6	34	50
Infiltrasi Awal (cm.jam ⁻¹)	301	267	223	142	119
Infiltrasi Konstan (cm.jam ⁻¹)	50.2	60.8	39.9	30.9	29.3

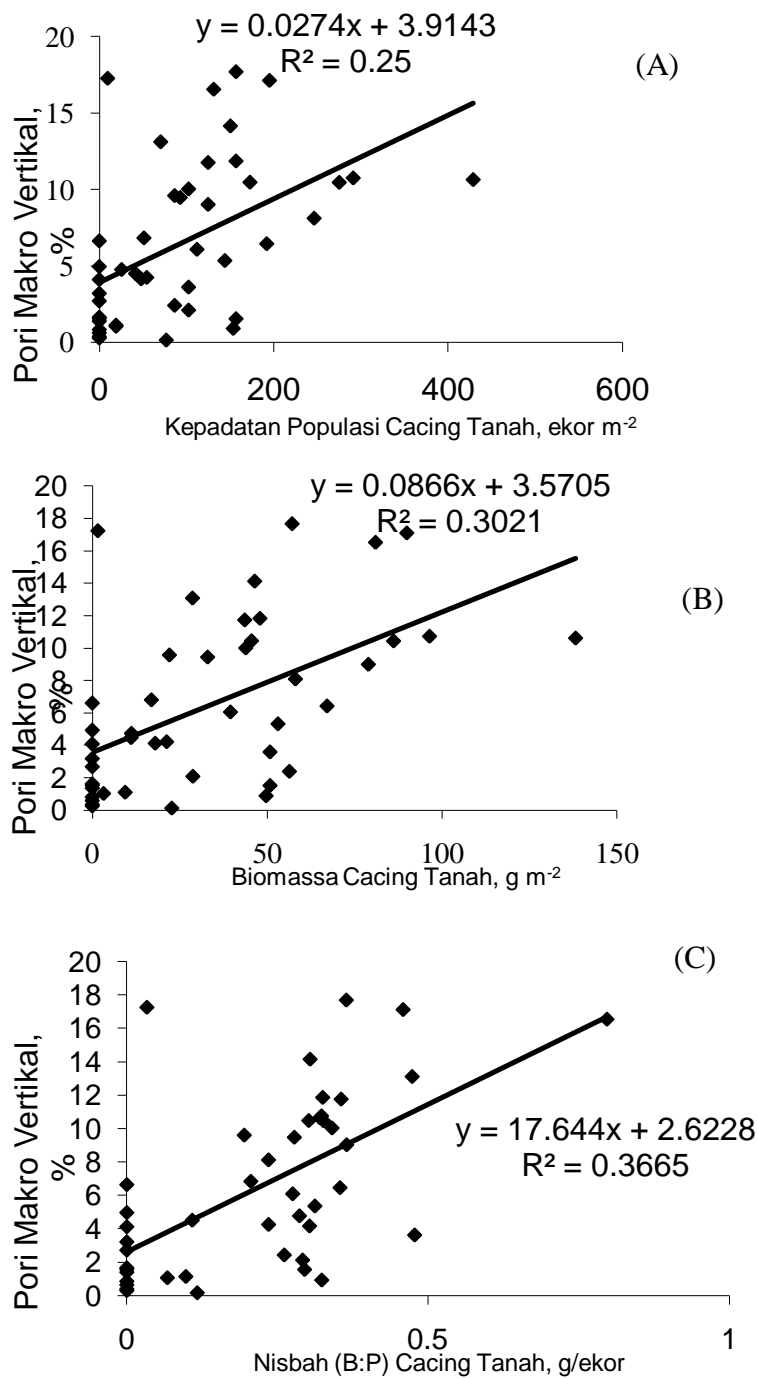
Keterangan: HT (hutan terganggu), HB (hutan bambu), PP (pertanaman pinus + rumput gajah), KM (kopi multistrata), KG (kopi naungan gliricidia). *Sumber data dari Hairiah *et al.*, (2008), ** Wahyudi (2008).

Tingkat kepadatan populasi, ukuran dan aktivitas cacing penggali tanah dapat mengubah kondisi atau sifat tanah. Dalam jumlah yang tinggi cacing tanah dapat mempengaruhi struktur dan porositas tanah (Edwards and Shipitalo *dalam* Curry, 1998). Semakin tinggi populasi cacing penggali tanah maka lubang- lubang yang dihasilkan selama pergerakannya juga semakin tinggi, dan pori makro tanah bertambah banyak. Selain itu dengan berat dan ukuran cacing yang relatif besar maka lubang yang dihasilkan juga akan besar, sehingga akan memudahkan aliran air ke dalam tanah (infiltrasi). Ditambahkan oleh Roth and Joschko *dalam* Coleman and Crossley (1996), tingginya lubang yang dibentuk oleh cacing tanah membantu drainase air dan meningkatkan aerasi serta menurunkan aliran permukaan tanah.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pori makro vertikal berhubungan sangat erat dan nyata dengan kepadatan populasi (K) cacing tanah ($r= 0.50^{**}$), biomassa (B) ($r= 0.55^{**}$) dengan nisbah (B:K) ($r= 0.60^{**}$). Dari Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa sekitar 25 %, 30 %, 37 %, variasi data pori makro vertikal dipengaruhi oleh kepadatan populasi, biomassa, nisbah (B:K) cacing tanah. Pada umumnya semakin meningkat kepadatan populasi, biomassa, nisbah (B:K), panjang dan diameter tubuh cacing tanah akan diikuti dengan peningkatan jumlah pori makro tanah.

Pengaruh tingginya kepadatan populasi dan ukuran cacing penggali tanah terhadap pembentukan pori makro kurang begitu jelas pada hutan pinus. Dari Tabel 6.2. menunjukkan bahwa hutan pinus memiliki kepadatan populasi dan ukuran cacing penggali tanah yang sama dengan hutan terganggu, tetapi jumlah pori makro yang dihasilkan lebih kecil dan sama dengan lahan pertanian (Tabel 6.3). Hal ini diduga karena pada hutan pinus aktivitas cacing dalam mencari makanan lebih rendah karena akar- akar rumput gajah

mampu memberikan suplai makanan yang tinggi. Akibat rendahnya pergerakan cacing dalam tanah maka lubang- lubang yang dihasilkan sedikit, dan penambahan pori makro sangat rendah.



Gambar 6.3. Hubungan Jumlah pori makro vertikal tanah dengan kepadatan populasi (A), biomasa (B) dan nisbah B/K atau Biomasa:Kepadatan populasi (C)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak keragaman pohon penabung dalam sistem agroforestri berbasis kopi lebih dapat merawat pori makro tanah dan komunitas cacing tanah bila dibandingkan dengan sistem kopi naungan *Gliricidia*. Hal tersebut dapat dijelaskan antara lain karena: (1) tutupan tajuk multi strata dan seresah di permukaan tanah akan melindungi tanah dari tetesan air hujan secara langsung sehingga melindungi pori makro tanah dan menciptakan iklim mikro yang sesuai bagi komunitas biota tanah (Van Noordwijk *et al.*, 2004a,b); (2) masukan seresah beraneka kualitas dapat berfungsi sebagai sumber energi dan C bagi biota tanah dan memasok bahan organik tanah; dan (3) sistem perakaran dengan berbagai lapisan kedalaman akan berfungsi sebagai jangkar dan pencengkeram tanah, sekaligus sebagai jaring penyelamat hara (Suprayoga *et al.*, 2004; Hairiah *et al.*, 2006b). Oleh karena itu strategi pengelolaan lahan bekas hutan untuk mempertahankan pori makro dan komunitas cacing tanah sebaiknya dilakukan dengan meningkatkan diversitas pohon, seperti pada sistem agroforestri multi strata. Kearifan dalam pemilihan jenis pohon yang tepat sangatlah diperlukan.

6.5. Kesimpulan

Di DAS Konto ditemukan 12 spesies cacing tanah dari 3 famili yaitu Megascolicidae, Lumbricidae dan Moniligastridae, dengan jumlah temuan spesies tertinggi (7 spesies) diperoleh di kebun kopi multistrata (KM) dan kopi naungan pinus (PP) yang ditumpangsarikan dengan rumput gajah. Jumlah spesies terendah (3 spesies) diperoleh pada hutan bambu. Bila hutan sudah sangat terganggu jumlah spesies yang ditemukan sama dengan jumlah yang diperoleh di kopi naungan *Gliricidia* (KG). Adanya alih guna lahan hutan menjadi kebun kopi dan hutan tanaman pinus menyebabkan 2 spesies cacing tanah (jenis epigeic) tidak dijumpai lagi yaitu *Polypheretima elongate* dan *Metaphire californica*. Bila hutan dialih fungsikan menjadi kebun bambu maka seluruh spesies cacing yang ada di hutan tidak ditemukan lagi, digantikan oleh spesies *Pheretima minima*, *Eiseniella tetraeda f. typica* (savigny). Sama halnya dengan yang dijumpai di Sumberjaya, spesies *Pontoscolex* ditemukan pada semua jenis SPL yang diamati.

Tingginya tingkat kepadatan populasi (K), biomassa (B), dan ukuran tubuh cacing penggali tanah *Pontoscolex* (nisbah (B:K), g/ekor) dikuti oleh peningkatan jumlah pori makro tanah. Sekitar 40% variasi pori makro tanah di DAS Konto ini berhubungan dengan ukuran cacing tanah. Faktor lain yang mempengaruhi pori makro tanah seperti kerapatan akar masih perlu diteliti lebih lanjut.

7. Agrobiodiversitas dalam Sistem Agroforestri: Rayap (TULSEA-UB, 2009)

Ringkasan

Tidak semua rayap adalah hama tanaman! Rayap pemakan tanah adalah kelompok *ecosystem engineer* bisa merupakan indikator dari kondisi tanah subur dengan kandungan humus tinggi. Sedang rayap pemakan kayu sebagian besar berpotensi sebagai hama tanaman. Rayap pemakan tanah lebih sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan dari pada rayap pemakan kayu.

Di DAS Konto kelimpahan rayap pemakan kayu lebih besar (sekitar 55% dari kelimpahan total) dibanding dengan rayap pemakan tanah di setiap sistem penggunaan lahan (SPL), sedang pada lahan tanaman semusim hampir tidak ditemukan rayap. Kelimpahan rayap pemakan kayu sangat berbeda nyata antar SPL, tetapi kelimpahan rayap pemakan tanah sama antar SPL. Kelimpahan rayap pemakan kayu terbesar di perkebunan pinus (rata-rata 1350 temuan/ha) dua kali lipat lebih tinggi dari pada jumlah yang ditemukan di hutan terganggu dan hutan bambu (rata-rata 700 dan 650 temuan / ha). Rayap pemakan kayu yang berpotensi untuk menjadi hama di lahan budidaya seperti *Odontotermes grandiceps* dan *Macrotermes gilvus* bisa ditemukan di semua SPL di DAS Konto.

Meskipun rayap pemakan kayu memiliki proporsi yang lebih besar bila dibandingkan dengan rayap pemakan tanah, namun keberadaannya belum menjadi hama yang penting bagi petani di lahan kopi multistrata karena tingkat kompetisinya juga masih cukup tinggi dengan spesies rayap yang lain. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai proporsi rayap dominan terendah (0.20). Namun pada perkebunan damar, nilai proporsi rayap dominan tertinggi yaitu 63% (didominasi oleh rayap *Odontotermes grandiceps*).

Rayap pemakan lumut kerak (*lichen*) seperti *Hospitalitermes hospitalis* atau pemakan seresah seperti *Longipeditermes longipes* merupakan indikator lingkungan yang masih menguntungkan, karena kelembaban yang tinggi sudah tidak bisa ditemukan lagi di hutan alami wilayah DAS Konto. Kedua spesies tersebut masih ditemukan di hutan-hutan alami Sumberjaya (Lampung Barat) maupun Jambi.

7.1. Pendahuluan

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian menyebabkan terjadinya perubahan iklim mikro, karena jenis tanaman yang ditanam berubah sehingga berpengaruh terhadap tingkat penutupan tanah. Selain itu, jenis tanaman yang ditanam berbeda maka jumlah dan jenis masukan bahan organik (BO) ke dalam tanah juga akan berbeda dan akhirnya akan mengubah status bahan organik tanah (BOT). Berubahnya kualitas masukan bahan organik mempengaruhi populasi "*soil engineers*", salah satunya adalah rayap (Abensperg-Traun and De Boer, 1990; Burghouts *et al.*, 1992 dalam Basu *et al.*, 1996). Jones *et al.* (2003), melaporkan bahwa bahan organik 'kualitas' rendah (kandungan C, lignin dan polifenolik tinggi) lebih disukai oleh rayap. Bahan organik kualitas rendah biasanya lebih didominasi bahan organik berkayu, seperti tonggak kayu, cabang dan ranting (Purwanto, 2004). Perubahan yang terjadi pada komunitas rayap meliputi perubahan dalam hal keragaman spesies, komposisi spesies, biomassa dan kerapatannya (Basu *et al.*, 1996).

Berdasarkan laporan kegiatan CSM-BGBD di Sumberjaya (Aini, 2004), menunjukkan bahwa total spesies rayap yang berhasil ditemukan adalah 39 spesies, dimana 22 spesies dari jumlah tersebut ditemukan pada

lahan hutan alami yang belum mengalami banyak gangguan (kurang intensif); dan 15 spesies rayap yang ditemukan tersebut diklasifikasikan sebagai rayap yang eksklusif. Semakin intensif penggunaan lahan, semakin berkurang diversitas rayap yang ditemukan. Pada lahan pertanian, populasi rayap yang ditemukan lebih didominasi oleh rayap pemakan kayu yang berpotensi besar menjadi hama, sedangkan diversitas spesies rayap pemakan tanah semakin berkurang. Basu *et al.* (1996), menyatakan bahwa kelimpahan dan biomassa rayap pemakan tanah berhubungan erat dengan kandungan N dan BOT.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari diversitas rayap yang ada di berbagai lahan agroforestri yang ada di kawasan DAS Konto.

7.2. Metode

Inventarisasi diversitas rayap dilakukan pada beberapa tahap yaitu penetapan plot pengambilan contoh rayap, identifikasi di laboratorium dan analisis serta interpretasi data.

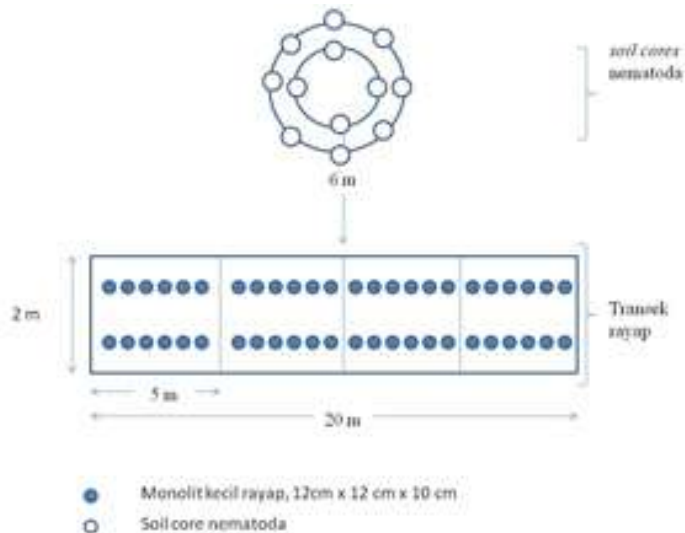
7.2.1. Lokasi

Rayap di DAS Konto diamati pada sistem penggunaan lahan hutan terganggu, agroforestri kopi multistrata, agroforestri sederhana (kopi naungan glirisidia), perkebunan bambu, perkebunan pinus, perkebunan mahoni, perkebunan damar, rumput gajah monokultur dan tanaman semusim. Pada masing-masing sistem penggunaan lahan tersebut pengukuran diulang sebanyak 5 kali pada plot yang berbeda.

7.2.2. Pengambilan contoh rayap

Metoda transek semi kuantitatif merupakan pengembangan dari metode standar transek 100 meteran yang sudah dimodifikasi (Jones *et al.* 2003; BGBD, 2004). Posisi transek semi kuantitatif ditentukan 8 m dari titik pengambilan contoh makrofauna dengan menggunakan metoda monolith (Gambar 7.1). Transek pengamatan dibuat berukuran 20 m x 2 m, dibagi menjadi 4 sub-petak. Pada masing-masing sub-petak diambil 6 monolit tanah berukuran 12 cm x 12 cm x 10 cm. Contoh rayap dari setiap monolit diambil secara manual dalam waktu 5 menit.

Guna memaksimalkan jumlah jenis yang ditemukan, contoh rayap juga diambil dari *micro-sites*, misalnya pada tunggul dan batang pohon mati, sela-sela akar tanaman, diantara seresah, batang pohon hingga setinggi 1.3 m. Panjang waktu pengambilan contoh adalah 15 menit. Contoh rayap yang diperoleh selanjutnya disimpan dalam botol kaca berisi etanol 70 %, diidentifikasi dibawah mikroskop dengan pembesaran 40 x 10. Identifikasi rayap dilakukan pada kasta prajurit hingga tingkat spesies berdasarkan karakteristik morfologi tipe kepala dan mandibel (Tho, 1992; Thapa, 1981).



Gambar 7.1. Posisi pengambilan contoh nematoda dan rayap

7.2.3. Analisis Data

Di dalam mempelajari diversitas organism tanah ada 4 nilai yang harus ditetapkan, yaitu: (1) Nilai dominasi spesies, (2) Kelimpahan suatu spesies, (3) Diversitas spesies, (4) Diversitas maksimum, (5) Distribusi spesies dalam suatu area.

Nilai dominasi spesies

Dominasi spesies dihitung berdasarkan nisbah jumlah temuan spesies X terhadap total spesies yang ditemukan di suatu wilayah (p_i).

Spesies yang memiliki nilai p_i tertinggi adalah spesies yang mendominasi suatu kawasan. Untuk suatu kawasan, dominasi suatu spesies rayap dapat dihitung dengan jalan menghitung nilai p_i dari spesies A dari berbagai SPL dalam suatu kawasan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$p_i = \frac{\text{Jumlah temuan spesies A}}{\text{Total temuan}}$$

Dimana:

p_i = proporsi spesies A terhadap total genus yang ditemukan

Kelimpahan rayap

Kelimpahan rayap merupakan kelimpahan relatif (KR) yaitu frekuensi temuan rayap jenis X pada semua transek pengamatan dalam satu kawasan (Swift dan Bignell, 2001). Jadi temuan ini bersifat semi kuantitatif yang berbeda dengan kelimpahan mutlak (jumlah temuan individu per luasan tertentu).

$$KR = \frac{F}{n}$$

Dimana:

KR = kelimpahan relatif (jumlah temuan per SPL)

F = frekuensi temuan = jumlah sub petak tempat ditemukannya rayap X

N = jumlah ulangan yaitu jumlah transek pengambilan contoh rayap per SPL. Dalam hal ini ada 5 ulangan (n = 5).

Diversitas rayap

Diversitas rayap pada setiap SPL dinilai berdasarkan beberapa ukuran diversitas meliputi Indeks Diversitas Shannon-Wiener, Diversitas maksimum, Indeks Diversitas Simpson dan Ekuitabilitas (Krebs, 1985).

- Indeks diversitas Shannon-Wiener digunakan untuk mengkaji komponen kekayaan atau variasi dari keragaman jenis yang berkaitan dengan kestabilan lingkungan.
- Indeks Diversitas Simpson digunakan untuk mengukur kemungkinan dua individu yang secara acak diambil dari sebuah contoh sebagai spesies yang berbeda. Selang kisaran nilainya adalah antara 0-1 dimana semakin besar nilai menunjukkan keragaman yang semakin tinggi.
- Ekuitabilitas (E) merupakan indeks untuk mengukur distribusi spesies dimana nilai yang semakin tinggi menunjukkan distribusi masing-masing spesies pada ekosistem yang diamati semakin merata (Suin, 1989).

Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Indeks diversitas Shannon Wiener, $H = \sum_{i=1}^S p_i^2 \log p_i$
- b. Index Diversitas Simpsons, $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$
- c. Dimana:
- d. p_i = Proporsi spesies i terhadap total spesies
- e. S = jumlah jenis spesies
- f. Ekuitabilitas, $E = \frac{H}{H_{max}}$
- g. $H_{max} = \log_2 S$
- h. $H_{max} = H$ bila semua spesies terdistribusi merata

7.2.4. Analisis statistika

Tabulasi data, penghitungan diversitas, proporsi dan kelimpahan relatif dan pembuatan grafik dilakukan dengan menggunakan software Ms. Excell. Perhitungan nilai korelasi, regresi dan uji t berpasangan dilakukan dengan menggunakan software SPSS 11.0 dan Genstat Discovery 3.

7.3. Hasil

7.3.1. Diversitas rayap

Kegiatan pengambilan contoh rayap sudah dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2009. Aktivitas pengambilan contoh rayap di lapangan dapat dilihat pada Gambar 7.2 dan 7.3.



Gambar 7.2. Menyeberangi sungai untuk mencapai hutan (A) Rayap pada tunggul pohon (B) pemilihan rayap dari monolit tanah (C dan D), rayap yang berhasil ditemukan dimasukkan dalam botol berisi alkohol 70%



Gambar 7.3. Pengambilan dan pelabelan contoh rayap di lapangan (A dan B), Ethanol 70% dalam botol semprot digunakan untuk membasahi spesimen selama pengamatan (C) Vial berisi spesimen dari lapangan yang sudah diawetkan dalam ethanol 70% (D), alat-alat yang dibutuhkan untuk identifikasi seperti cawan petri, pinset, kuas (E)

Hasil inventarisasi rayap ditunjukkan pada Tabel 7.1 Rayap ditemukan pada 8 dari 9 sistem penggunaan lahan (SPL) yang diamati di DAS Konto. Total spesies rayap yang ditemukan adalah 19 spesies dari berbagai kelompok fungsional mulai dari pemakan kayu hingga pemakan tanah. Hasil analisa menggunakan anova menunjukkan bahwa perbedaan SPL berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap diversitas rayap total, berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap rayap pemakan tanah maupun rayap pemakan kayu. Uji lanjut dengan BNT 5% terhadap total spesies rayap menunjukkan bahwa total spesies SPL hutan bambu, hutan terganggu, kopi multistrata, perkebunan mahoni dan rumput gajah berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan tanaman semusim (TS) dimana di SPL ini tidak ditemukan rayap sama sekali. Sedangkan uji lanjut pada spesies rayap pemakan tanah menunjukkan bahwa hutan bambu (HB), hutan terganggu (HT) dan rumput gajah (RG) berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan SPL tanaman semusim (TS) dan perkebunan pinus (PP). Uji lanjut pada diversitas rayap pemakan kayu menunjukkan bahwa diversitas di seluruh SPL berbasis kayu dan rumput gajah berbeda nyata dengan SPL tanaman semusim (TS).

Hutan bambu memiliki jumlah jenis rayap yang paling tinggi (13 spesies rayap) bila dibandingkan dengan SPL yang lain. Satu-satunya sistem penggunaan lahan yang jumlah temuan rayapnya nol adalah sistem tanaman semusim (TS). Tidak ditemukannya rayap pada lahan tanaman semusim mengindikasikan bahwa SPL tersebut sudah sangat intensif pengelolannya. Pengelolaan pada lahan yang ditanami tanaman hortikultura seperti kubis, terung, sawi, kentang dan cabe berlangsung cukup intensif, yang ditunjukkan oleh adanya pencangkulan tanah, pemupukan dan penyemprotan insektisida secara berkala. Pemupukan dilakukan setiap bulan selama masa tanam dengan menambahkan pupuk organik (mesh) , ZA, SP-36, dan urea. Untuk menghindari serangan jamur dan hama setiap minggu maka dilakukan penyemprotan campuran antara fungisida, insektisida dan pelekat. Fungisida dan insektisida tersebut diberikan pada saat tanaman mulai berumur 1 bulan sampai panen. Gulma yang ada di lahan dicabuti. Bila ada gulma yang bisa dijadikan pakan ternak maka diambil untuk pakan. Namun bila gulmanya tidak cocok untuk pakan ternak maka akan dikumpulkan ditepi lahan, ada yang dibiarkan begitu saja tapi ada juga yang memilih untuk membakarnya.

Semua spesies rayap yang ditemukan di hutan terganggu (HT) masih dapat ditemui di SPL yang lain kecuali pada lahan tanaman semusim (TS). Keluarga *Capritermes* yang meliputi spesies-spesies rayap pemakan tanah bercampur humus (*Pericapritermes spp.*) juga masih dapat dijumpai di lahan budidaya. Kemampuan lahan budidaya berbasis pohon dalam mengkonservasi kelompok spesies rayap tersebut merupakan indikator kualitas tanah di lahan-lahan budidaya berbasis pohon masih cukup baik dan memiliki kandungan humus yang masih cukup tinggi. Bahkan spesies *P. Semarangii* dan *P. buitenzorgii* yang sudah hilang pada saat hutan mengalami gangguan oleh manusia, spesies tersebut masih dapat bertahan di hutan bambu (HB), kopi naungan glirisidia (KG) dan di lahan rumput gajah (RG).

Dari seluruh spesies tersebut, rayap pemakan kayu seperti *Odontotermes grandiceps* dan *Macrotermes gilvus* adalah spesies yang bisa ditemukan di semua sistem penggunaan lahan di DAS Konto. Hal tersebut menandakan kemampuan *Odontotermes grandiceps* dan *Macrotermes gilvus* dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda sangat tinggi dan berpotensi untuk menjadi hama di lahan budidaya. Sementara itu spesies *Pericapritermes semarangii*, *Oriensubulitermes sp.A*, *Bulbitermes constrictoides* dan *Schedorhinotermes tarakanensis* adalah spesies-spesies rayap yang penyebarannya terkonsentrasi pada satu SPL tertentu saja di DAS Konto. Beberapa species rayap yang dijumpai di DAS Konto disajikan dalam Gambar 7.4 dan rayap pemakan lumut kerak *Hospitalitermes hospitalis* (Gambar 7.5) yang menjadi indikator bahwa tingkat kelembaban cukup tinggi (tutupan lahan masih cukup rapat) seperti yang dijumpai di hutan di Sumberjaya, ternyata di DAS Konto species tersebut tidak ditemukan (Aini *et al.*, 2006).

Tabel 7.1. Diversitas rayap pada berbagai sistem penggunaan lahan di DAS Konto

No.	Nama spesies	Kelompok fungsional	Diversitas Rayap pada Berbagai SPL								
			HT	HB	KM	KG	PM	PP	PD	RG	TS
1	<i>Pericapritermec latignatus</i>	III	1)	1)	1)3)		1)		1)	1)	
2	<i>Pericapritermec dolichocephalus</i>	III	1)	1)	1)		1)	1)		1)	
3	<i>Pericapritermec sp C</i>	III	1)	1)	1)3)					1)	
4	<i>Pericapritermes semarangi</i>	III		1)							
5	<i>Pericapritermes buitenzorgi</i>	III				1)				1)	
6	<i>Oriensubulitermes sp A</i>	III					3)				
7	<i>Macrotermes gilvus</i>	II/fungi	1)3)	1)2)	1)3)	1)2)3)	1)3)	1)3)	1)	1)	
8	<i>Subulioditermes emersoni</i>	III	1)	1)3)	1)2)3)	1)	1)2)3)	1)3)		1)	
9	<i>Odontotermes grandiceps</i>	II/fungi	1)3)	1)3)	1)3)	1)3)	1)	1)2)	1)3)	1)	
10	<i>Odontotermes provides</i>	II/fungi	1)				1)				
11	<i>Odontotermes javanicus</i>	II/fungi	1)3)	1)3)	1)			1)	1)	1)	
12	<i>Microtermes pakistanicus</i>	II/fungi	1)3)	1)3)	1)2)3)	1)2)	1)	1)		1)	
13	<i>Microtermes obesi</i>	II/fungi	3)					1)			
14	<i>Bulbitermes germanus</i>	II	3)	1)	1)		1)	1)	1)		
15	<i>Bulbitermes constrictiformis</i>	II		1)				1)2)3)		1)	
16	<i>Bulbitermes constrictoides</i>	II					1)				
17	<i>Schedorhinotermes mediobscurus</i>	I		1)3)				1)3)			
18	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	I		3)				1)2)3)			
19	<i>Schedorhinotermes tarakenensis</i>	I						1)			
Jumlah			11	13	9	5	10	12	5	10	0

Catatan: **SPL**: HT=hutan terganggu, HB=hutan bambu, KM=kopi multistrata, KG=kopi glirisida, PM=perkebunan mahoni, PP=perkebunan pinus, PD=perkebunan damar, RG=rumput gajah, TS=tanaman semusim; **Pengambilan spesimen**: 1= spesimen diambil dari monolit tanah dalam transek, 2= spesimen diambil dari microsite dalam transek, 3=spesimen diambil dari observasi independen di luar transek; **Grup fungsional**, I= pemakan kayu, seresah dan rumput (rayap tingkat rendah), II= pemakan kayu, seresah dan rumput (rayap tingkat tinggi), III = rayap pemakan tanah berhumus tinggi atau kayu yang sudah terdekomposisi lanjut, IV= rayap pemakan tanah dengan sedikit bahan organik (Donovan, 2001 dalam Gathorne-Hardy *et al.*, 2002)

Pemakan Kayu



Macrotermes gilvus

- Rayap pemakan kayu yang membuat sarang berupa gundukan-gundukan di permukaan tanah dan merupakan rayap yang membuat kebun jamur (fungus growing),
- Penciri terganggunya suatu ekosistem
- Dominan di kopi naungan *Glirisdia*



Pemakan Kayu



Microtermes pakistanicus

Rayap pemakan kayu, salah satu pencirinya adalah mandibelnya melengkung dengan bagian dalam yang halus, tidak ada geriginya, dominan di kopi multistrata

Gambar 7.4. Beberapa species rayap yang dijumpai di beberapa sistem penggunaan lahan di DAS Konto

Pemakan Kayu



Odontotermes grandiceps,

- Rayap pemakan kayu yang dominan di perkebunan damar, merupakan *fungus growing*.
- Berpotensi menjadi hama yang cukup penting di perkebunan damar di Kali Konto.

Pemakan tanah



Pericapritermes dolichocephalus

ayap pemakan tanah, dominan di hutan terganggu



Pericapritermes sp. C adalah rayap pemakan tanah yang dominan di SPL rumput gajah

Gambar 7.4 (lanjutan). Beberapa species rayap yang dijumpai di beberapa sistem penggunaan lahan di DAS Konto



Hospitalitermes hospitalis, bioindikator ekosistem hutan belum terusik. Memakan lumut kerak (lychen) yang hanya tumbuh di tempat lembab

Gambar 7.5. Rayap pemakan lumut *Hospitalitermes hospitalis* indikator tutupan lahan cukup rapat.

SPL hutan bambu (HB) memiliki Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H) paling tinggi (3.36) dibanding yang lain (Tabel 7.2). Hal itu menunjukkan bahwa hutan bambu memiliki kekayaan spesies yang lebih tinggi dan merupakan SPL yang paling stabil dibanding yang lain. Bila seluruh spesies tersebut memiliki populasi yang jumlahnya merata (hampir sama) maka akan tercapai nilai H_{max} yaitu 3.58. Nilai H dari berbagai SPL yang diamati lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai H_{max} . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proporsi spesies rayap pada setiap SPL tidak merata, ada spesies yang ditemukan dalam jumlah besar ada pula yang ditemukan dalam jumlah kecil.

Dari Tabel 7.2 juga diketahui bahwa SPL yang memiliki Indeks Simpson tertinggi adalah hutan bambu (HB) (0.91) dan yang terendah adalah pada perkebunan damar (0.56). Hal yang menarik untuk dicermati adalah untuk SPL rumput gajah (RG) dan hutan terganggu (HT) yang memiliki nilai D sama (0.85) namun nilai H untuk SPL rumput gajah (RG) (2.90) lebih besar bila dibandingkan dengan hutan terganggu (HT) (2.86). Indeks diversitas Shannon-Wiener yang lebih besar pada rumput gajah menunjukkan bahwa SPL rumput gajah (RG) memiliki kondisi ekosistem yang lebih stabil dibandingkan dengan SPL hutan terganggu (HT).

Ekuitabilitas dihitung berdasarkan indeks diversitas shannon-wiener (H) dan indeks diversitas maksimum (H_{max}). Ekuitabilitas menggambarkan bagaimana distribusi setiap spesies pada masing-masing sistem penggunaan lahan. Ekuitabilitas hutan bambu (HB) dan kopi naungan glirisidia (KG) paling tinggi (0.94) bila dibandingkan SPL lain. Meskipun jumlah spesies pada perkebunan pinus (PP) sama dengan jumlah spesies yang ditemukan pada hutan bambu (HB) yaitu 12 spesies namun indeks ekuitabilitasnya lebih rendah daripada hutan bambu (0.91). Hal ini disebabkan karena pada perkebunan pinus (PP) ada salah satu spesies yang memiliki frekuensi temuan sangat tinggi sedangkan spesies yang lainnya frekuensi

ditemukannya lebih rendah. Sementara itu pada hutan bambu (HB) variasi frekuensi temuan antar spesiesnya relatif lebih merata.

Tabel 7.2. Jumlah jenis rayap (menurut kelompok makannya) yang ditemukan, Indeks diversitas Shannon-Wiener (H), total jumlah jenis (S) indeks diversitas maksimum (Hmax), ekuitabilitas (E) dan indeks Simpson (D).

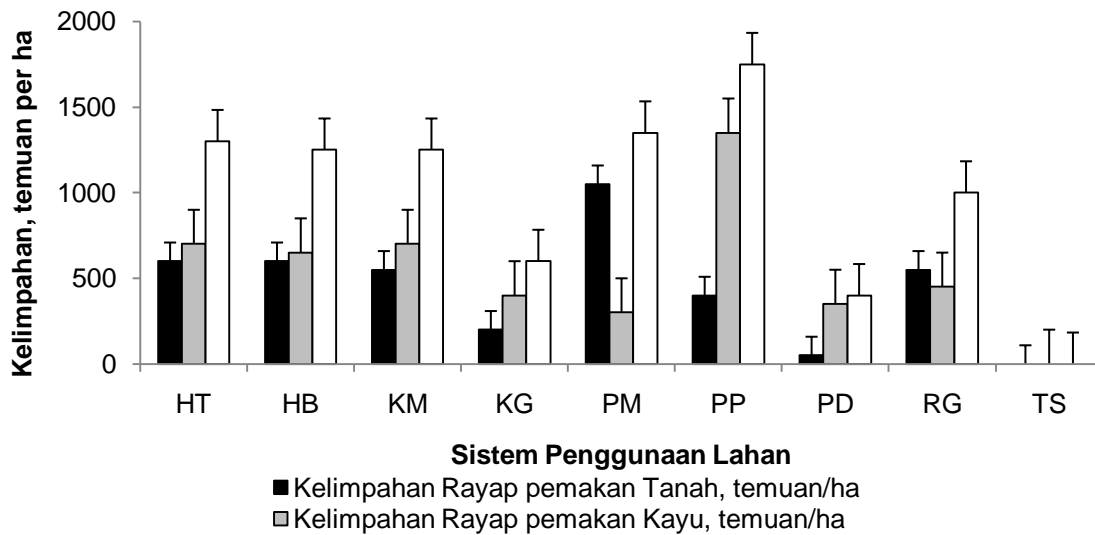
No	SPL	Jenis pemakan tanah (T)	Jenis pemakan kayu (K)	Nisbah T/K	H	S	Hmax	E	D
1	HT	3	6	0.50	2.89	9	3.17	0.91	0.85
2	HB	4	8	0.50	3.36	12	3.58	0.94	0.91
3	KM	3	6	0.50	2.96	9	3.17	0.94	0.86
4	KG	1	4	0.25	2.19	5	2.32	0.94	0.76
5	PM	3	6	0.50	2.54	9	3.17	0.80	0.77
6	PP	1	11	0.09	3.28	12	3.58	0.91	0.88
7	PD	1	3	0.33	1.55	4	2.00	0.77	0.56
8	RG	4	5	0.80	2.90	9	3.17	0.92	0.85
9	TS	0	0	0	*	*	*	*	*

Keterangan: HT=hutan terganggu, HB=hutan bambu, KM=kopi multistrata, KG=kopi glirisida, PM=perkebunan mahoni, PP=perkebunan pinus, PD=perkebunan damar, RG=rumput gajah, TS=tanaman semusim; * hasilnya tidak dapat diukur karena tidak ada temuan rayap di SPL tersebut.

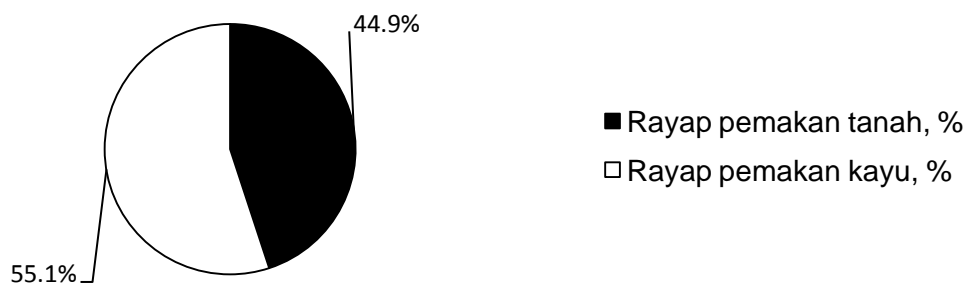
7.3.2. Kelimpahan Relatif Rayap

Kelimpahan relatif rayap pada berbagai SPL dapat dilihat pada Gambar 7.2. Perubahan penggunaan lahan secara nyata ($p < 0.05$) telah mempengaruhi kelimpahan rayap. Uji lanjut dengan BNT (menunjukkan bahwa pengaruh SPL tersebut nyata pada SPL hutan terganggu (HT), hutan bambu (HB), kopi multistrata (KM), perkebunan mahoni (PM) dan perkebunan pinus (PP) bila dibandingkan dengan SPL tanaman semusim. Kelimpahan rayap tertinggi terdapat pada perkebunan mahoni (PP; 1750 temuan ha^{-1}) diikuti oleh perkebunan mahoni (PM; 1350 temuan ha^{-1}), hutan terganggu (HT; 1300 temuan ha^{-1}), hutan bambu dan kopi multistrata (HB dan KM; 1250 temuan ha^{-1}), rumput gajah (RG; 1000 temuan ha^{-1}), kopi naungan glirisida (KG; 600 temuan ha^{-1}) dan yang terendah adalah pada perkebunan damar (PD; 400 temuan ha^{-1}).

Berdasarkan kelompok fungsional grupnya, rayap pemakan kayu lebih melimpah dibanding dengan rayap pemakan tanah pada setiap sistem penggunaan lahan (Tabel 7.2 dan Gambar 7.6). Perubahan SPL berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kelimpahan rayap pemakan kayu dan berpengaruh tidak nyata terhadap kelimpahan rayap pemakan tanah. Kelimpahan rayap pemakan kayu berbeda nyata antar SPL, dimana kelimpahan rayap pemakan kayu pada perkebunan pinus lebih tinggi (rata-rata 1350 temuan/ha) dan berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan kelimpahan rayap pemakan kayu pada hutan terganggu (HT) dan hutan bambu (HB) (rata-rata 700 dan 650 temuan / ha) dan ketiganya berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan tanaman semusim (TS). Kelimpahan rayap di DAS Konto didominasi oleh rayap-rayap pemakan kayu (Gambar 7.7). Persentase kelimpahan rayap pemakan kayu tersebut 55 % dari kelimpahan total. Tingginya persentase rayap pemakan kayu tersebut perlu diwaspadai karena berpotensi untuk menjadikan rayap pemakan kayu ini sebagai hama bagi perkebunan di DAS Konto.



Gambar 7.6. Kelimpahan rayap di DAS Konto berdasarkan kelompok fungsionalnya dalam ekosistem (Keterangan: HT=hutan terganggu, HB=hutan bambu, KM=kopi multistrata, KG=kopi glirisida, PM=perkebunan mahoni, PP=perkebunan pinus, PD=perkebunan damar, RG=rumput gajah, TS=tanaman semusim)



Gambar 7.7. Persentase rayap pemakan kayu dan rayap pemakan tanah

Proporsi adalah perbandingan antara kelimpahan suatu spesies tertentu terhadap kelimpahan total spesies yang ada dalam suatu komunitas. Proporsi memberikan nilai rendah untuk spesies dengan kelimpahan yang rendah dan nilai tinggi untuk spesies yang kelimpahannya tinggi. Hasil analisa proporsi spesies pada setiap SPL memberikan informasi tentang spesies rayap yang kelimpahannya dominan disetiap sistem penggunaan lahan (Tabel 7.3.).

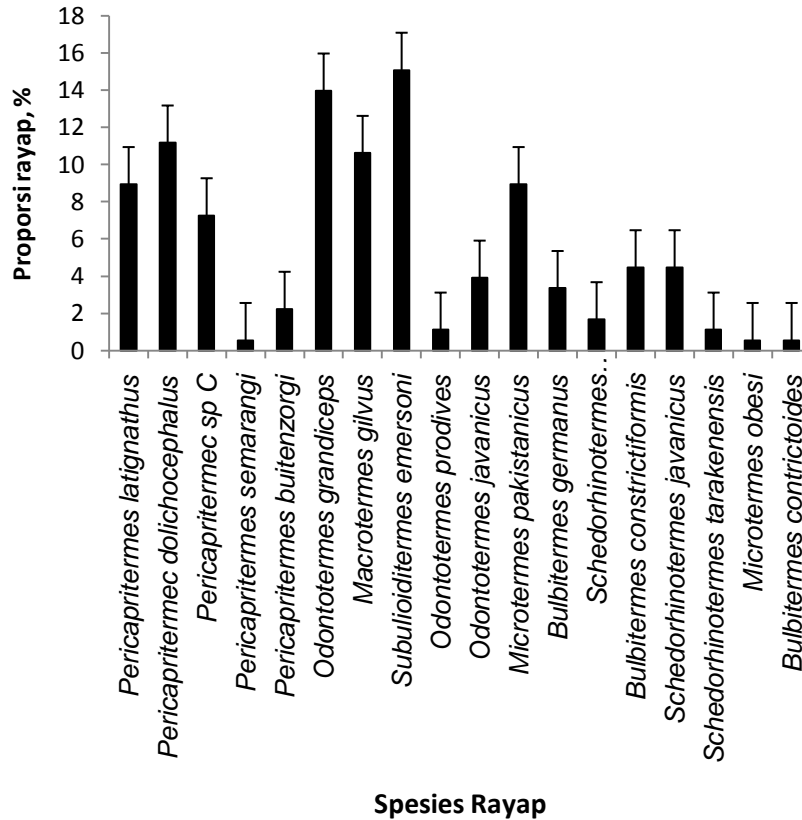
Tabel 7.3. Spesies rayap dominan dan proporsinya dalam sistem penggunaan lahan

No	SPL	Spesies rayap dominan	Proporsi rayap dominan
1	HT	<i>Pericapritermes dolichocephalus</i>	0.23
2	HB	<i>Pericapritermes latignathus</i>	0.15
3	KM	<i>Subulioditermes emersoni</i> , <i>Microtermes pakistanicus</i>	0.20
4	KG	<i>Macrotermes gilvus</i>	0.33
5	PM	<i>Subulioditermes emersoni</i>	0.39
6	PP	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	0.23
7	PD	<i>Odontotermes grandiceps</i>	0.63
8	RG	<i>Pericapritermes sp C</i>	0.25
9	TS	0	0

Keterangan: HT=hutan terganggu, HB=hutan bambu, KM=kopi multistrata, KG=kopi glirisida, PM=perkebunan mahoni, PP=perkebunan pinus, PD=perkebunan damar, RG=rumput gajah, TS=tanaman semusim

Hutan terganggu (HT), hutan bambu (HB) dan rumput gajah (RG) didominasi oleh keluarga Capritermes grup yang merupakan spesies rayap dari kelompok fungsional pemakan tanah dan bahan organik dalam jumlah tinggi. Nilai proporsi rayap dominan pada hutan bambu (HB) adalah yang paling rendah bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan yang lain. Hal ini menandakan ekosistem hutan bambu lebih stabil dibandingkan dengan ekosistem lain di DAS Konto. Sementara itu lahan budidaya berbasis pohon didominasi oleh rayap pemakan kayu. Diantara berbagai sistem budidaya berbasis pohon, nilai proporsi rayap dominan pada kopi multistrata (KM)(0.20) adalah yang paling rendah bila dibandingkan dengan sistem budidaya berbasis pohon yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa diantara berbagai sistem budidaya berbasis pohon yang ada di DAS Konto, sistem kopi multistrata adalah sistem budidaya yang relatif aman terhadap serangan rayap karena tingkat dominasi salah satu spesies rayap dalam ekosistem itu relatif rendah. Sementara itu sistem budidaya pohon yang paling rentan terhadap kemungkinan perubahan fungsi ekologis rayap dari *ecosistem engineer* menjadi pest adalah perkebunan damar (PD).

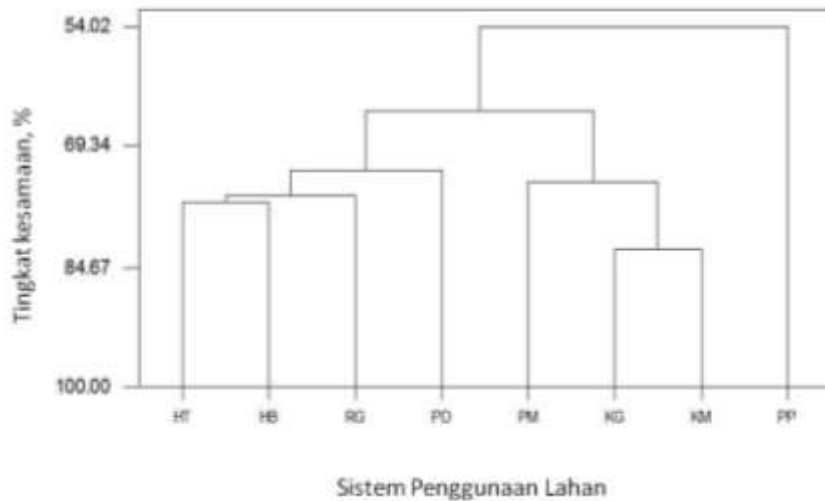
Dominasi spesies rayap dari keseluruhan sistem penggunaan lahan dihitung dari proporsi masing-masing spesies relatif terhadap total spesies ditunjukkan pada Gambar 7.8. *Subulioditermes emersoni* merupakan spesies rayap pemakan tanah yang proporsinya paling tinggi yaitu 15 % diikuti oleh *Odontotermes grandiceps* 14%, *Pericapritermes dolicephalus* 11% dan *Macrotermes gilvus* 10%. Tiga jenis spesies rayap yang disebutkan terakhir merupakan rayap pemakan kayu. *Macrotermes gilvus* merupakan rayap yang mengindikasikan adanya aktivitas manusia di wilayah tersebut.



Gambar 7.8. Dominasi 5 spesies rayap dari keseluruhan SPL dihitung dari proporsi masing-masing spesies relatif terhadap total spesies yang ditemukan

7.3.3. Tingkat kemiripan antar SPL

Tingkat kemiripan antar SPL berdasar kesamaan jumlah temuan spesies rayap ditunjukkan pada Gambar 7.6. SPL tanaman semusim (TS) tidak dimasukkan dalam analisis karena jelas berbeda dengan SPL lain ditandai dengan tidak ditemukannya satu spesies rayap-pun pada SPL TS sehingga hanya 8 SPL yang dianalisis lebih lanjut. Berdasarkan analisis cluster similarity, SPL di Kali Konto yang menjadi habitat rayap dapat dikelompokkan ke dalam 7 kelompok/klaster. Pinus memiliki tingkat kemiripan yang terendah dengan SPL yang lain (54%). HT, HB, RG, PD memiliki tingkat kemiripan hingga 64.7% dengan SPL PM, KG, KM, KG dan KM merupakan satu klaster dengan tingkat kemiripan hingga 82.3%. Sementara itu klaster lain yang juga memiliki tingkat kemiripan tinggi adalah HT dan HB dengan tingkat kemiripan 76.4 %.



Gambar 7.9. Diagram tingkat kesamaan antar sistem penggunaan lahan berdasarkan jumlah temuan rayap (Keterangan: HT=hutan terganggu, HB=hutan bambu, KM=kopi multistrata, KG=kopi Glirisida, PM=perkebunan mahoni, PP=perkebunan pinus, PD=perkebunan damar, RG=rumput gajah, TS=tanaman semusim)

7.3.4. Interaksi rayap dengan faktor lingkungan

Uji korelasi dan regresi antara rayap dengan parameter iklim mikro dan vegetasi ditunjukkan pada Tabel 7.4 dan Gambar 7.10. Diversitas rayap total berkorelasi sangat erat dengan perubahan kadar air tanah ($r = 0.60$, $p > t_{hit} = 0.001$, $r^2 = 0.46$) namun tren serupa juga diikuti oleh diversitas rayap pemakan kayu ($r = 0.53$, $p > t_{hit} = 0.005$, $r^2 = 0.61$). Sedangkan diversitas rayap pemakan tanah berkorelasi erat dengan kadar air tanah ($r = 0.47$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.31$). Parameter vegetasi yang berkorelasi dengan diversitas rayap adalah biomasa seresah. Biomasa seresah adalah parameter vegetasi yang berkorelasi sangat nyata ($r = 0.38$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.47$) terhadap diversitas rayap pemakan tanah. Korelasi yang erat ini diduga berkaitan dengan ketersediaan bahan organik sebagai bahan makanan dan kadar air tanah.

Nilai koefisien determinasi (r^2) mencerminkan persentase data yang mengikuti pola persamaan Y.

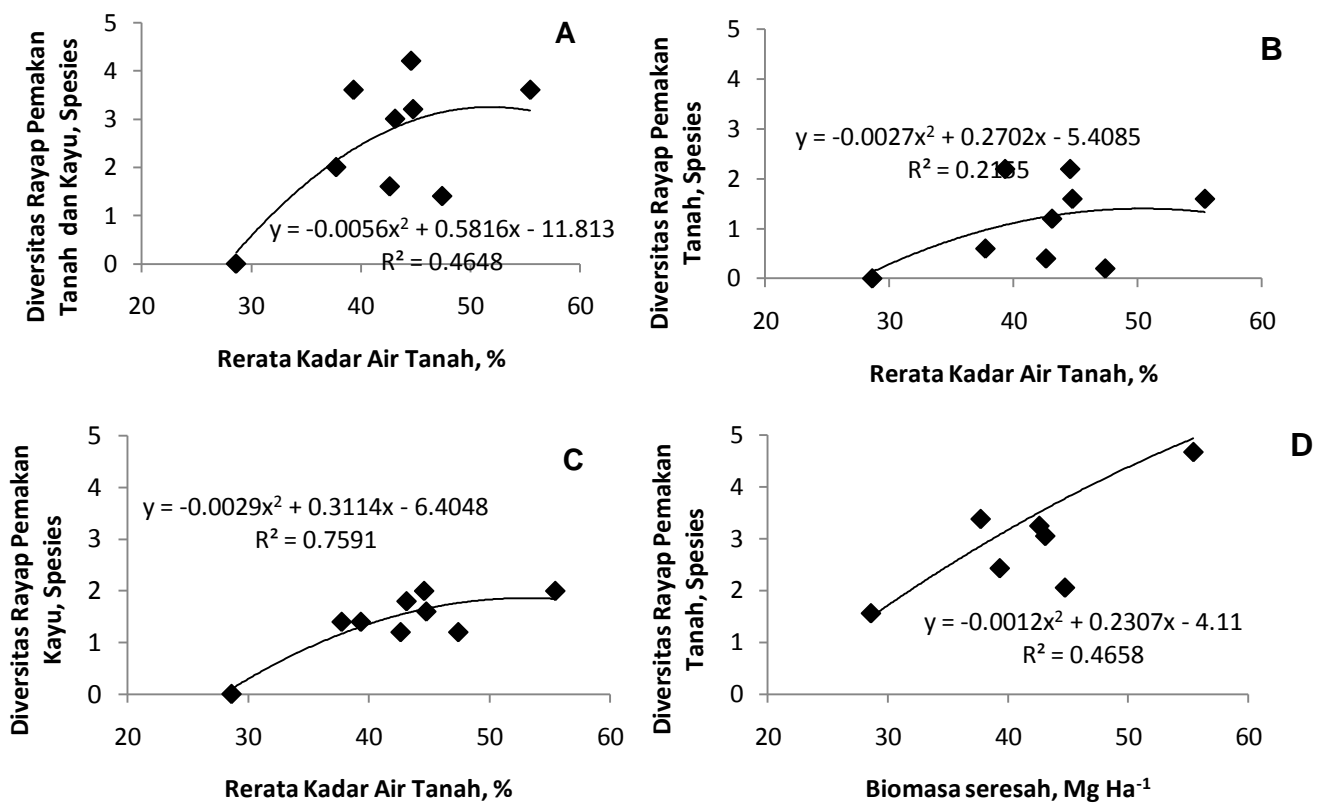
Meskipun nilai korelasi antara diversitas rayap total berkorelasi sangat erat dengan kadar air dan diversitas rayap pemakan tanah berkorelasi erat dan sangat erat dengan kadar air tanah dan biomasa seresah, namun nilai koefisien determinasinya (r^2) $< 50\%$. Hal ini mencerminkan bahwa ada parameter lain yang juga berkorelasi dengan diversitas rayap yang belum terukur dalam kegiatan ini.

Biomasa pohon berkorelasi erat dengan kelimpahan rayap total ($r = 0.37$, $p > t_{hit} = 0.012$, $r^2 = 0.5$) dan rayap pemakan kayu ($r = 0.3$, $p > t_{hit} = 0.024$, $r^2 = 0.5$). Sedangkan kadar air tanah berkorelasi erat dengan kelimpahan rayap total ($r = 0.48$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.4$) dan rayap pemakan tanah ($r = 0.46$, $p > t_{hit} = 0.02$, $r^2 = 0.4$) (Tabel 7.5 dan Gambar 7.11). Korelasi rayap pemakan kayu dengan biomasa pohon berkaitan dengan kebutuhan rayap pemakan kayu dengan ketersediaan makanan. Sedangkan korelasi yang erat antara rayap pemakan tanah dengan kadar air tanah berkaitan dengan kondisi habitat yang kondusif bagi rayap pemakan tanah. Gathorne-Hardy *et al.*, 2002 mengemukakan bahwa rayap dari kelompok fungsional III tersebut sebagian besar habitatnya adalah tanah dengan jalan membangun gundukan maupun dengan membuat sarang di dalam tanah. Hanya sebagian kecil dari kelompok rayap pemakan tanah ini yang membuat sarang pada kayu mati.

Tabel 7.4. Korelasi antara rayap dengan parameter iklim mikro dan vegetasi

Diversitas rayap		Biomasa Pohon, Mg ha-1	Diversitas pohon, spesies	Kadar Air 0-10cm, %	Suhu Tanah 0-10 cm, °C	Suhu Udara, °C	Biomassa Vegetasi Bawah, Mg ha-1	Seresah, Mg ha-1	Kayu Mati/Tunggul, Mg ha-1	Nekromassa, Mg ha-1
Rayap Pemakan tanah	Korelasi	0.262	0.041	0.469(*)	0.269	0.371	0.048	0.384(**)	-0.020	0.277
	Prob>t _{hit}	0.082	0.788	0.014	0.175	0.057	0.753	0.009	0.897	0.065
Rayap Pemakan kayu	Korelasi	0.181	0.271	0.528(**)	-0.198	-0.231	-0.055	-0.087	0.143	0.037
	Prob>t _{hit}	0.235	0.071	0.005	0.322	0.247	0.718	0.572	0.348	0.810
Total rayap	Korelasi	0.266	0.201	0.601(**)	0.015	0.048	-0.009	0.159	0.083	0.180
	Prob>t _{hit}	0.078	0.186	0.001	0.943	0.813	0.952	0.297	0.589	0.237

Keterangan : * Korelasi nyata pada taraf 0.05 (2-arah), ** Korelasi nyata pada taraf 0.01 (2-arah).

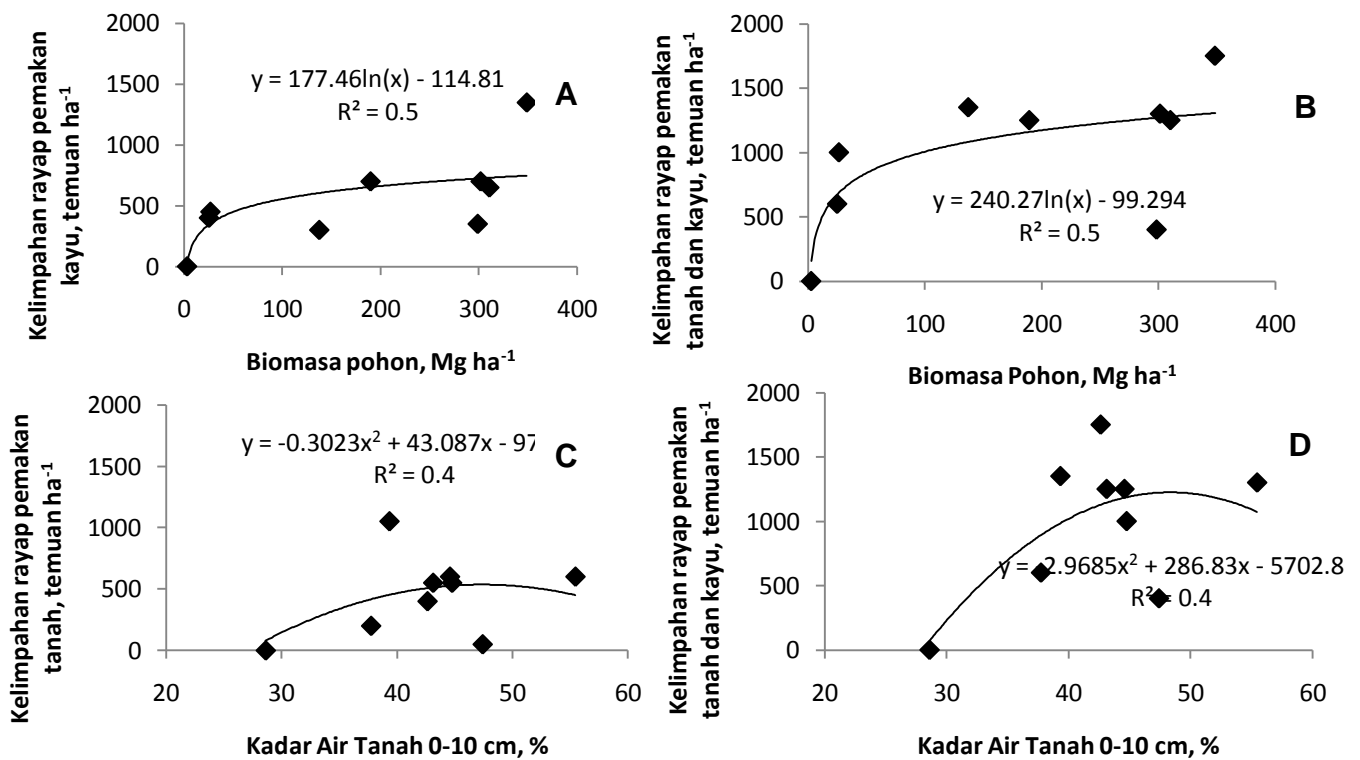


Gambar 7.10. Regresi antara diversitas rayap total (A), diversitas rayap pemakan tanah (B) dan rayap pemakan kayu (C) dengan kadar air tanah dan regresi antara diversitas rayap pemakan tanah dengan biomassa seresah (D)

Tabel 7.5. Korelasi antara kelimpahan rayap dengan faktor lingkungan

	Kelimpahan relatif, temuan	Biomasa Pohon, Mg ha ⁻¹	Diversitas pohon, Mg ha ⁻¹	Kadar Air Tanah 0-10cm, %	Suhu Tanah 0-10 cm, °C	Suhu Udara, °C	Biomassa Vegetasi Bawah, Mg ha ⁻¹	Seresah, Mg ha ⁻¹	Kayu Mati/Tunggul, Mg ha ⁻¹	Nekromassa, Mg ha ⁻¹
Rayap Pemakan tanah	Korelasi	0.262	0.087	0.464(*)	0.255	0.308	0.002	0.234	-0.015	0.167
	Prob>t _{hit}	0.082	0.568	0.015	0.200	0.118	0.990	0.122	0.925	0.272
Rayap Pemakan kayu	Korelasi	0.34(*)	0.224	0.362	-0.184	-0.121	-0.163	-0.115	0.117	-0.004
	Prob>t _{hit}	0.024	0.138	0.063	0.358	0.549	0.284	0.451	0.444	0.981
Total spesies rayap	Korelasi	0.372(*)	0.210	0.480(*)	-0.038	0.034	-0.123	0.017	0.083	0.072
	Prob>t _{hit}	0.012	0.167	0.011	0.850	0.867	0.419	0.914	0.590	0.640

Keterangan: * Korelasi nyata pada taraf 0.05 (2-arah), ** Korelasi nyata pada taraf 0.01 (2-arah).



Gambar 7.11. Regresi antara biomasa pohon dengan rayap pemakan kayu (A) dan rayap pemakan tanah dan kayu (B), kadar air tanah 0-10 cm dengan kelimpahan rayap pemakan tanah (C) dan kelimpahan rayap pemakan tanah dan kayu (D).

7.4. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjang hasil yang diperoleh di Sumberjaya, Lampung Barat maupun di Jambi pada hutan alami dan kebun karet campur maupun kopi yang mengindikasikan bahwa perubahan hutan menjadi sistem penggunaan lain dapat merubah komposisi spesies dan kelimpahan rayap (Aini *et al.*, 2006, Eggleton *et al.*, 1997, Eggleton *et al.* 1999, Jones *et al.*, 2003). Bila dibandingkan dengan ke dua

lokasi tersebut dimana di Sumberjaya ditemukan 39 spesies dan di Jambi ditemukan sebanyak 54 spesies rayap, maka kondisi hutan yang ada di DAS Konto sudah sangat terganggu. Gathorne-Hardy *et al.*, 2002, Jones *et al.*, 2003, dan Aini 2006 juga mengemukakan bahwa perubahan sistem penggunaan lahan mempengaruhi diversitas rayap. Salah satu alasannya adalah sistem budidaya lahan yang monokultur cenderung memiliki struktur ekosistem yang sederhana dan tidak beragam sehingga tidak bisa mendukung peningkatan diversitas rayap. Pencangkulan dan penggunaan insektisida membuat kondisi lingkungan menjadi kurang kondusif bagi rayap. Diversitas rayap di hutan bambu yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan lain membuktikan bahwa hutan bambu yang keberadaannya merupakan hutan 'sengkeran' yang dikeramatkan masyarakat untuk melindungi sumber mata air tersebut memiliki kondisi lingkungan yang sangat kondusif bagi rayap.

Rayap pemakan tanah bisa dijadikan sebagai indikator dari kesehatan lingkungan (Gathorne-Hardy *et al.*, 2002). Ada 7 spesies rayap pemakan tanah yang masih bisa ditemukan di lahan budidaya berbasis kayu merupakan informasi penting yang menandakan bahwa kondisi iklim mikro pada lahan budidaya berbasis kayu saat ini masih mampu mengkonservasi kelompok rayap pemakan tanah yang dikenal sensitif terhadap perubahan lingkungan. Meskipun demikian, rayap pemakan lumut kerak (*lichen*) seperti *Hospitalitermes hospitalis* atau pemakan seresah seperti *Longipeditermes longipes* yang masih ditemukan di hutan-hutan Sumberjaya, Lampung Barat maupun Jambi sudah tidak bisa ditemukan lagi di wilayah DAS Konto.

Eggleton *et al.*, 1997 mengemukakan bahwa setelah alih guna hutan, spesies-spesies rayap asli hutan tidak serta merta mati kemudian hilang dari sistem penggunaan lahan yang baru. Mereka mungkin masih bisa ditemukan pada ekosistem yang baru tersebut selama masa transisi yang kurang lebih berlangsung hingga 3 tahun. Spesies-spesies ini masih mungkin ditemukan pada micro-site seperti bagian tanah yang tertimbun kayu sisa tebangan hutan atau pada tumpukan-tumpukan seresah yang tidak dibawa keluar dari lahan. Keberadaannya setelah masa transisi ini tergantung pada tipe sistem penggunaan lahan yang baru. Rata-rata umur lahan yang menjadi lokasi penelitian adalah > 4 tahun, maka lahan-lahan tersebut sudah melewati masa transisi (Eggleton *et al.*, 1997). Dengan demikian keberadaan spesies rayap pemakan tanah pada lahan budidaya berbasis pohon mengindikasikan bahwa ekosistem yang baru sudah mulai pulih dari ketidakstabilan paska alih guna lahan. Namun apakah spesies-spesies yang telah terlanjur hilang akan bisa dijumpai lagi setelah ekosistem baru yang terbentuk paska alih guna lahan? Hal tersebut masih merupakan tanda tanya besar dan memerlukan penelitian lebih lanjut.

Sejalan dengan yang dikemukakan oleh Jones and Prasetyo 2002 dalam Gathorne-Hardy *et al.*, 2002, penurunan biomasa pohon berkorelasi erat dengan penurunan kelimpahan rayap pemakan kayu. Pada kondisi seperti rayap memiliki mekanisme pengaturan ukuran populasi dalam bentuk kanibalisme terhadap sesama jenisnya (Nandika 2003). Karakter rayap tersebut menjelaskan keeratan korelasi antara rayap pemakan kayu dengan biomasa pohon. Dengan demikian kelimpahan rayap pemakan kayu paska alih guna hutan menjadi lahan budidaya berbasis pohon tidak mengalami penurunan, bahkan pada beberapa sistem penggunaan lahan kelimpahannya justru meningkat. Sejalan dengan itu Gillot *et al.*, 1995 menjelaskan bahwa populasi rayap pemakan kayu pada perkebunan karet yang dikembangkan paska alih guna hutan tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan lingkungan karena masih ada sisa tebangan pohon dan seresah yang bisa menjadi sumber makanannya. Selain itu berkurangnya penutupan kanopi paska pembukaan hutan segera dapat digantikan oleh penutupan dari cover crop dan seredah permukaan yang mengakibatkan perubahan iklim mikro menjadi tidak terlalu ekstrim bagi rayap.

Meskipun rayap pemakan kayu memiliki proporsi yang lebih besar bila dibandingkan dengan rayap pemakan kayu, namun keberadaannya belum menjadi hama yang penting bagi petani di lahan kopi

multistrata karena tingkat kompetisinya juga masih cukup tinggi dengan spesies rayap yang lain. Bahkan rayap pemakan tanah juga masih punya peran yang cukup penting di sistem kopi multistrata (KM). Namun pada sistem budidaya kayu komponen penyusunnya lebih sederhana, rayap pemakan kayu mulai menunjukkan peran yang penting dan potensinya menjadi hama juga meningkat misalnya saja pada perkebunan damar (PD) dimana proporsi *Odontotermes grandiceps* sangat dominan (63% dari total kelimpahan rayap pada sistem PD).

7.5. Kesimpulan

Alih guna lahan hutan telah merubah komposisi diversitas rayap di DAS Konto. Namun pada sistem budidaya pohon yang meliputi kopi multistrata (KM), kopi naungan *Gliricidia* (KG), perkebunan mahoni (PM), perkebunan pinus (PP) dan perkebunan damar (PD) serta sistem budidaya rumput gajah masih mampu mengkonservasi rayap pemakan tanah yang bisa menjadi indikator bagi kesehatan tanah. Keberadaan rayap pemakan tanah selain menunjukkan kondisi iklim mikro yang perubahannya masih dapat ditolerir oleh rayap pemakan tanah juga menjadi tanda bagi kandungan bahan organik yang masih cukup tinggi di lahan budidaya. Namun pada sistem budidaya tanaman semusim tidak ada rayap yang bisa bertahan hidup karena pengelolaannya yang sudah sangat intensif.

8. Agrobiodiversitas dalam Sistem Agroforestri: Nematoda (TULSEA-UB, 2009)

Ringkasan

Nematoda sulit dilihat dengan mata biasa! Pada umumnya petani kopi tidak mengetahui ada potensi terjadinya serangan hama nematode di kebunnya. Dari hasil studi di DAS Kalikonto ini, diketahui bahwa alih guna hutan menjadi lahan pertanian mengubah komposisi komunitas nematoda. Keragaman nematoda paling tinggi ditemukan di hutan terganggu (HT) sebanyak 44 genus, di SPL kopi multistrata ditemukan 36 genus, pada perkebunan mahoni ada 33 genus dan keragaman nematode terendah hanya 26 genus terdapat di perkebunan damar. Studi biodiversitas nematoda ini akan bermanfaat bagi petani bila luarannya berupa informasi nematoda yang berpotensi sebagai hama pada lahan kopi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, sehingga pencegahan sebarannya dapat dilakukan sedini mungkin.

Pada lahan-lahan pertanian berbasis pepohonan komposisi nematoda parasit relatif terhadap nematoda hidup bebas ($N_p:N_{fp}$) meningkat bila dibandingkan dengan di hutan, kecuali pada lahan kopi dengan naungan *Gliricidia* menunjukkan nilai $N_p:N_{fp}$ terendah (sekitar 51%). Pada lahan yang ditanami rumput gajah secara monokultur menyebabkan komunitas nematoda didominasi oleh nematoda parasit (sekitar 81%). Dalam studi ini, nematoda parasit tumbuhan yang ditemukan pada seluruh SPL ada 8 genus, yaitu *Xiphinema*, *Longidorus*, *Criconemella*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, dan *Hoplolaimus*. Lahan hutan, walaupun telah terganggu masih dapat mempertahankan nematoda hidup bebas seperti nematoda pemakan bakteri, nematoda predator, dan nematoda omnivora dalam komposisi yang cukup tinggi, sementara SPL rumput gajah tidak dapat mempertahankannya.

8.1. Pendahuluan

Perubahan biodiversitas dan tutupan vegetasi diatas tanah berdampak terhadap biodiversitas di dalam tanah, karena komposisi dan jenis seresah juga berubah. Seresah yang ada di permukaan dan di dalam tanah merupakan sumber energi bagi berbagai macam hewan dan tumbuhan yang hidup didalam tanah (Hairiah *et al.*, 2003). Salah satu fauna yang terpengaruh oleh adanya perubahan tutupan lahan adalah nematoda (Swibawa *et al.*, 2006).

Perubahan kuantitas dan kualitas seresah pasca alih guna lahan juga akan mempengaruhi kelimpahan mikroba perombak bahan organik dan musuh alami nematoda. Salah satu musuh alami nematoda adalah jamur penjerat, yang berpotensi menekan kelimpahan nematoda parasit tumbuhan. Menurut Swibawa (2009) mikroba perombak bahan organik merupakan sumber makanan bagi nematoda *free-living* (non-parasit tumbuhan) sehingga meningkatkan keragaman komunitas nematoda yang dapat mencegah dominasi nematoda parasit tumbuhan akibat adanya kompetisi terhadap ruang.

Selain mengakibatkan perubahan komposisi kualitas dan kuantitas seresah, alih guna lahan juga mendorong perubahan iklim mikro (suhu dan kadar air). Iklim mikro, terutama kelembaban tanah merupakan salah satu faktor penting bagi aktivitas nematoda (Lee and Atkinson, 1997). Kelembaban tanah penting bagi nematoda karena hewan ini menggunakan film air di partikel tanah untuk bergerak. Nematoda menyukai tanah yang berporositas tinggi dan kadar air tanah kapasitas lapang (Wallace, 1971).

Berdasarkan jenis makanannya, nematoda ada yang memakan bakteri jamur (termasuk *yeasts*), alga, protozoa dan invertebrata yang berukuran kecil (termasuk nematoda lainnya). Nematoda memiliki peran

positif dan negatif bagi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan seperti dua mata uang logam. Nematoda memainkan peranan penting dalam dekomposisi, siklus hara dan mengatur kesuburan tanah melalui aliran energi serta perubahan dan pemanfaatan hara (Coleman *et al.*, 1984; Sharma and Sharma, 1995; Sharma and Sharma-in press). Contoh nematoda yang bermanfaat bagi tanah adalah nematoda *entomopathogenic*. Nematoda *entomopathogenic* merupakan jenis nematoda yang bekerja sama dengan bakteri, mengurangi populasi hama serangga dalam agroekosistem (Kaya and Gaugler, 1993). Sebagian besar nematoda *entomopathogenic* adalah kelompok pemakan bakteri. Bakteri yang dimakan nematoda dapat berkembang biak dalam tubuh serangga dan menyebabkan kematian pada serangga hama tersebut.

Penelitian tentang nematoda ini perlu dilakukan karena nematoda merupakan salah satu indikator penting dari kesehatan lingkungan dimana semakin tinggi keragaman nematoda diharapkan akan semakin mengurangi dominasi nematoda yang merugikan dan meningkatkan peran nematoda yang menguntungkan. Namun disisi lain informasi tentang diversitas nematoda di DAS Konto masih belum ada sehingga penelitian ini perlu untuk dilakukan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur diversitas nematoda pada berbagai sistem agroforestri di DAS Konto dibandingkan terhadap hutan.

8.2. Metode

Tahapan untuk penelitian nematoda adalah pemilihan lokasi pengambilan contoh tanah (soil cores), pengambilan contoh tanah, ekstraksi, identifikasi nematoda dan analisis serta interpretasi data.

8.2.1. Lokasi

Nematoda di DAS Konto diamati dari sistem penggunaan lahan (SPL) hutan terganggu, agroforestri kopi multistrata, agroforestri sederhana, perkebunan bambu, perkebunan pinus, perkebunan mahoni, perkebunan damar dan rumput gajah monokultur. Pada masing-masing sistem penggunaan lahan tersebut pengukuran diulang sebanyak 5 kali pada plot yang berbeda.

8.2.2. Pelaksanaan

Kegiatan penetapan titik pengambilan contoh tanah untuk ekstraksi nematoda sudah dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2009. Kegiatan penetapan plot dan pengambilan contoh tanah dapat dilihat pada Gambar 8. 1.



Gambar 8.1. Diskusi mahasiswa dengan pembimbing di lapangan untuk menetapkan posisi pengambilan contoh tanah untuk isolasi nematoda (A), pengambilan contoh tanah (B dan C) dan pelatihan identifikasi nematode oleh Dr. Gede Swibawa menurut standard identifikasi yang dipakai oleh Proyek BGBD (D).

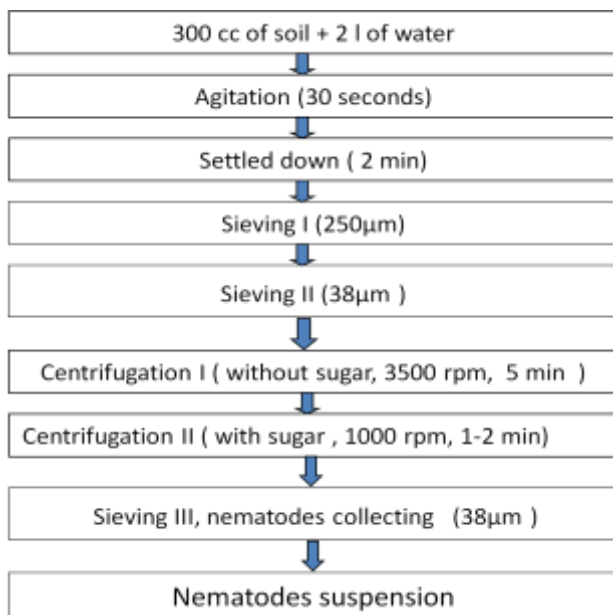
8.2.3. Pengambilan Contoh Tanah (Soil Cores)

Posisi pengambilan contoh tanah dilakukan pada 12 sub-titik sampel yang berposisi pada dua lingkaran yaitu lingkaran kecil (radius 3 m) dan lingkaran besar (radius 6 m) dari titik sampel yaitu monolit (Gambar 7.1). Sebelum dilakukan penggalian tanah, seresah permukaan dari atas permukaan tanah. Tanah dari keduabelas sub-titik sampel ini dikomposit kemudian diambil sebanyak 500 g kemudian ditampung dalam kantong plastik untuk diproses lebih lanjut di laboratorium. Sampel tanah diupayakan terhindar dari penguapan dan terkena sinar matahari langsung.

8.2.4. Ekstraksi dan Penghitungan Nematoda

Nematoda diekstraksi dari 300 cc tanah menggunakan metode penyaringan dan sentrifugasi dengan larutan gula (Gafur and Swibawa, 2004). Tahapan ekstraksi nematoda dari tanah disajikan pada Gambar 8.2. Larutan gula dibuat dengan cara 500 g gula pasir dilarutkan dalam air sehingga larutan menjadi 1 liter. Nematoda hasil ekstraksi dimatikan menggunakan air panas 60°C dan difiksasi menggunakan larutan Golden X (8 bagian formalin + 2 bagian gliserin + 90 bagian aquades) sehingga suspensi mengandung 3% formalin. Suspensi nematoda kemudian dibuat menjadi volume 15 ml. Nematoda yang telah difiksasi kemudian dihitung di bawah mikroskop bedah stereo pada perbesaran 40 kali. Penghitungan dilakukan terhadap 3 ml suspensi yang diletakkan pada cawan petri berdiameter 5 cm dan bergaris (0,5 cm x 0,5 cm).

Populasi (total individu) nematoda adalah rata-rata dari 3 kali penghitungan yang dikalikan 5 dalam individu/300 cc tanah.



Gambar 8.2. Langkah-langkah ekstraksi nematoda dari dalam tanah.



Gambar 8.3. Penanganan contoh nematode di laboratorium dan identifikasi nematode oleh mahasiswa Jurusan Tanah-UB dan Has den Bosch (Belanda).

8.2.5. Identifikasi Nematoda

Dari setiap contoh, 100 nematoda diambil secara acak menggunakan kait nematoda untuk dibuat menjadi preparat semi permanen. Nematoda diletakkan pada gelas objek berukuran 2 cm x 6 cm dan ditutup

dengan gelas penutup. Nematoda diidentifikasi di bawah mikroskop majemuk pada perbesaran 100 - 400 kali. Nematoda dikelompokkan menjadi nematoda parasit tumbuhan dan nematoda nir-parasit tumbuhan (Goodey 1963; Mai and Lion, 1975; Siddiqi, 1986). Kelimpahan relatif kelompok makan nematoda ditetapkan dari 100 nematoda contoh yang diamati, dinyatakan dalam persen.

8.2.6. Parameter yang diamati

Parameter yang diamati dalam pengukuran biodiversitas nematoda adalah sebagai berikut:

1. Populasi
2. Kelompok fungsional (nematoda nir-parasit tumbuhan dan nematoda parasit tumbuhan)

8.2.7. Penghitungan Keragaman Komunitas Nematoda

Selain menggunakan indikator kelimpahan nematoda, kondisi sistem penggunaan lahan (SPL) pertanian diukur pula menggunakan indeks keragaman nematoda. Sama halnya dengan perhitungan yang dilakukan untuk penghitungan keragaman rayap, digunakan dua indeks keragaman nematoda yang digunakan yaitu indeks keragaman Shannon-Wiener (H') dan indeks keragaman Simpson's (H_2), dipakai untuk mengukur keragaman (richness) dan distribusi (evenness).

Indeks keragaman Shannon-Wiener dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Indeks keragaman Simpson (D) dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$D = - \ln \left(\sum p_i^2 \right)$$

dimana p_i = proporsi genus ke i , dan s adalah jumlah genus yang ditemukan.

Menurut Ludwig and Reinold (1988) indeks keragaman Shannon dan Simpson's mengandung pengertian kekayaan dan kegenapan jenis. Indeks keragaman Shannon mengukur keragaman organisme berdasarkan jenis yang langka (*rare species*) sehingga bila nilai indeks ini tinggi maka keragaman jenis (genus) nematoda tinggi (Krebs, 1985). Sedangkan indeks keragaman Simpson's lebih mengukur jenis biota yang umum (*common species*), artinya bila nilai keragaman ini rendah maka terdapat suatu jenis (genus) nematoda yang dominan (Pillou, 1977).

Untuk mengetahui genus nematoda mana yang berperan paling penting dalam suatu SPL maka dilakukan perhitungan indeks nilai penting (INP). Rumus perhitungan INP adalah:

$$INP = KR + FR$$

Dimana:

KR = kelimpahan relatif = $K_i / \sum K_{i...n}$

K_i = kelimpahan genus nematoda ke- i

K_{i...n} = kelimpahan genus nematoda total dari semua genus dalam 1 SPL

FR = frekuensi relatif = $F_i / \sum F_{i...n}$

$\sum F_{i...n}$ = frekuensi temuan genus total dalam 1 SPL

8.2.8. Analisis Data

Data hasil pengamatan ditabulasi dan dianalisis menggunakan Ms. Excell. Analisa lebih lanjut dilakukan menggunakan Minitab 13.

8.3. Hasil

8.3.1. Keragaman Nematoda

Dari hasil ekstraksi contoh tanah yang diambil pada sembilan SPL di Ngantang dan Pujon, Kabupaten Malang, ditemukan paling sedikit 74 genus nematoda yang termasuk ke dalam 8 ordo nematoda. Genus yang paling banyak ditemukan adalah dari ordo Tylenchida, kemudian diikuti oleh genus dari ordo Rhabditida. Ordo Chromodorida dan Triplonchida masing-masing hanya mengandung 1 genus (Tabel 8.1).

Tabel 8.1. Nama ordo dan jumlah genus nematoda yang ditemukan di DAS Konto

No.	Ordo	Jumlah Genus
1	Aphelenchida	2
2	Araeolaimida	5
3	Chromodorida	1
4	Dorylaimida	19
5	Mononchida	9
6	Rhabditida	13
7	Triplonchida	1
8	Tylenchida	24
Total		74

Berdasarkan jumlah genus yang ditemukan, keragaman nematoda paling tinggi ditemukan di hutan terganggu (HT) sebanyak 44 genus. Pada SPL kopi multistrata ditemukan 36 genus, pada perkebunan mahoni ada 33 genus. Keragaman nematode terendah hanya 26 genus, terdapat di perkebunan damar (Tabel 8.1).

Selain berdasarkan jumlah genus, keragaman nematoda dapat juga dinilai dengan menghitung nilai indeks keragaman menurut Simpsons dan Shannon. Nilai indeks keragaman Simpsons pada berbagai SPL di DAS Kali Konto berkisar antara 1.57 – 2.68 dan indeks keragaman Shannon 2.29 – 3.03. Berdasarkan kedua indeks keragaman tersebut, SPL hutan terganggu memiliki keragaman nematoda tertinggi, yang ditunjukkan dengan indeks keragaman Simpson 2.68 dan indeks Shannon 3.03. SPL kopi multistrata dan padang rumput gajah memiliki indeks Simpsons yang rendah yaitu masing-masing 1.81 dan 1.57 dan indeks keragaman Shannon masing-masing 2.48 dan 2.29 (Tabel 8.2). Rendahnya nilai Index Simpsons ini berarti bahwa pada lahan tersebut terdapat genus nematoda yang dominan, atau kelimpahan genus nematoda tersebut jauh lebih tinggi dari pada kelimpahan genus lainnya. SPL lainnya memiliki indeks keragaman Simpsons > 2.0 dan indeks keragaman Shannon > 2.5 kecuali SPL perkebunan damar (PD) yang memiliki indeks keragaman Shannon hanya 2.49 (Tabel 8.2).

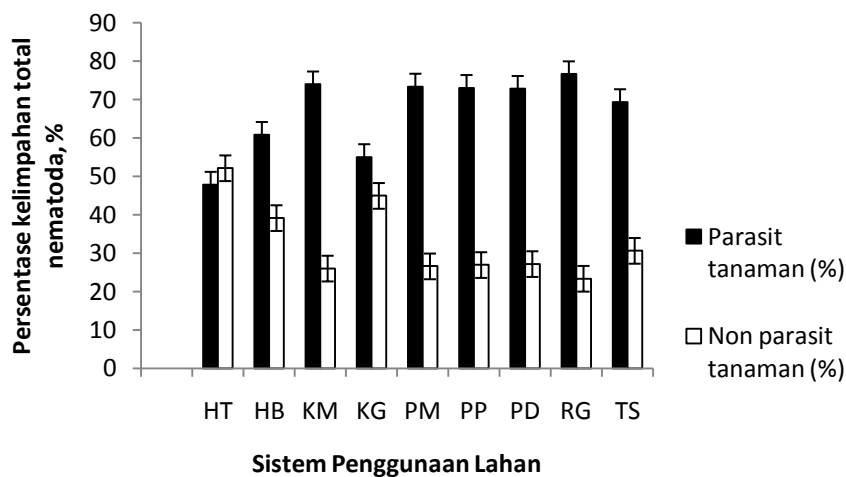
Melalui perhitungan indeks nilai penting dapat dilihat bahwa SPL yang merupakan lahan budidaya didominasi oleh nematoda pemakan tanaman yang juga merupakan hama yaitu *Helicotylenchus* (0.28-0.48) (Tabel 8.2; Lampiran 8.2). Sementara itu nematoda yang berperan penting di hutan terganggu adalah *Dorylaimus* (0.17) yang merupakan nematoda omnivora sedangkan pada hutan bambu nematoda yang punya indeks nilai penting paling tinggi adalah *Aphanolaimus* (0.18) yang merupakan nematoda pemakan bakteri.

Tabel 8.2. Kelimpahan dan keragaman nematoda pada berbagai sistem penggunaan lahan di DAS Konto

No.	SPL	Kelimpahan absolut (individu/300 cc tanah)	Keragaman (Jumlah genus yang ditemukan)	Indeks Keragaman (Shannon)	Indeks Keragaman (Simpsons)	Genus dengan INP tertinggi	INP
1	HT	719.67	44	3.03	2.68	<i>Dorylaimus</i>	0.17
2	HB	516.67	31	2.80	2.54	<i>Aphanolaimus</i>	0.18
3	KM	552.67	36	2.48	1.81	<i>Helicotylenchus</i>	0.40
4	KG	410.67	24	2.53	2.06	<i>Helicotylenchus</i>	0.35
5	PM	909.67	33	2.67	2.25	<i>Helicotylenchus</i>	0.28
6	PP	724.33	31	2.54	2.01	<i>Helicotylenchus</i>	0.36
7	PD	488.33	26	2.49	2.01	<i>Helicotylenchus</i>	0.32
8	RG	346.33	32	2.29	1.57	<i>Helicotylenchus</i>	0.48
9	TS	434.33	32	2.62	2.05	<i>Helicotylenchus</i>	0.36

(Keterangan: HT= hutan terganggu, HB = hutan bambu, KM= kopi multistrata, KG=kopi bernaungan *Glicidia*, PM = perkebunan mahoni (PM), PP= perkebunan pinus, PD= perkebunan damar, RG= padang rumput gajah, dan TS= tanaman semusim)

Meskipun perhitungan dengan nilai penting per genus menunjukkan bahwa genus dengan INP tertinggi pada SPL hutan bambu dan hutan terganggu bukan merupakan nematoda pemakan tumbuhan namun perhitungan persentase kelimpahan Pada hutan terganggu persentase antara nematoda non parasit dan parasit tidak berbeda nyata berdasarkan nilai standar error. Sedangkan pada hutan bambu perbedaan antara nematoda non parasit dan parasit nyata dimana persentase kelimpahan nematoda parasit total lebih tinggi dari pada persentase nematoda non parasit total. Hal ini menunjukkan bahwa pada hutan bambu, karena sistemnya adalah monokultur, genus-genus nematoda pemakan tanaman berpotensi menjadi ancaman untuk bambu. Meskipun demikian, kerusakan bambu akibat serangan nematoda masih belum pernah dilaporkan di wilayah DAS Konto (Gambar 8.4).



Gambar 8.4. Persentase kelimpahan total antara nematoda pemakan tanaman (parasit tanaman) dan nematoda non pemakan tanaman (non parasit tanaman) pada berbagai SPL

8.3.2. Kelimpahan Nematoda

Kelimpahan nematoda yang diukur dalam penelitian ini meliputi kelimpahan absolut yaitu total individu seluruh genus yang ditemukan dalam 300 cc tanah dan kelimpahan relatif masing-masing genus nematoda. Kelimpahan relatif genus nematoda adalah proporsi kelimpahan genus terhadap seluruh individu yang ditemukan. Kelimpahan relatif dapat mengindikasikan dominansi suatu genus nematoda. Hasil analisa anova menunjukkan bahwa SPL mempengaruhi kelimpahan nematoda di berbagai SPL di Ngantang secara signifikan ($p < 0.001$) dimana dengan uji lanjut BNT dapat diketahui bahwa SPL kopi naungan glirisidia (KG) dan rumput gajah (RG) memiliki populasi nematoda yang lebih rendah dan sangat berbeda nyata dengan perkebunan mahoni (PM). Sedangkan SPL hutan bambu (HB), hutan terganggu (HT), kopi multistrata (KM), perkebunan pinus (PP), perkebunan dadap (PD) dan tanaman semusim (TS) memiliki populasi nematoda yang tidak berbeda nyata satu sama lain, dan juga tidak berbeda nyata dengan SPL kopi naungan glirisidia (KG), rumput gajah (RG) dan perkebunan mahoni (PM).

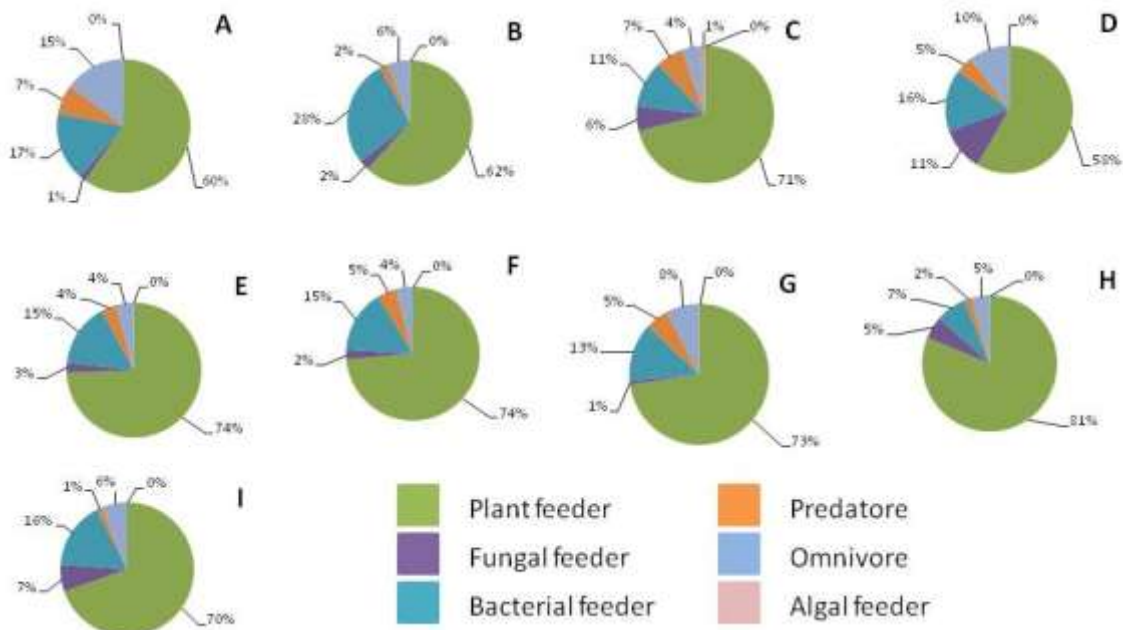
Untuk tujuan evaluasi kesehatan tanah-tanah Pertanian, informasi keragaman nematoda menurut jenis makanannya akan lebih bermanfaat dari pada informasi kelimpahan per genus nematode. Berdasarkan kelompok makanannya genus nematoda yang ditemukan di DAS Konto dapat dikelompokkan menjadi 6 kelompok: nematoda parasit tumbuhan (*plant feeders*) 30 genus, nematoda pemakan jamur (*fungus feeders*) 2 genus, nematoda pemakan bakteri (*bacterial feeders*) 18 genus, nematoda predator (predator) 9 genus, nematoda omnivora (omnivora) 12 genus dan nematoda pemakan alga (*algal feeders*) 1 genus (Lampiran 8.1).

Nematoda parasit tumbuhan yang ditemukan pada seluruh SPL ada 8 genus, yaitu *Xiphinema*, *Longidorus*, *Criconebella*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Radopholus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, dan *Hoplolaimus*. *Pratylenchus* yaitu genus nematoda yang sering dilaporkan menyerang kopi, dengan kelimpahan relative yang diperoleh pada SPL Kopi Multistrata, RG (rumput gajah), PM (Perkebunan Mahoni), dan PP (Perkebunan Pinus) berkisar antara 10-16%.

Dari semua genus nematoda yang ditemukan pada seluruh SPL, hanya beberapa yang memiliki kelimpahan relatif yang cukup tinggi. *Xiphinema* yang memiliki kelimpahan relatif sekitar 8 – 10% ditemukan pada SPL hutan terganggu, kopi multistrata, perkebunan mahoni dan hutan bambu.

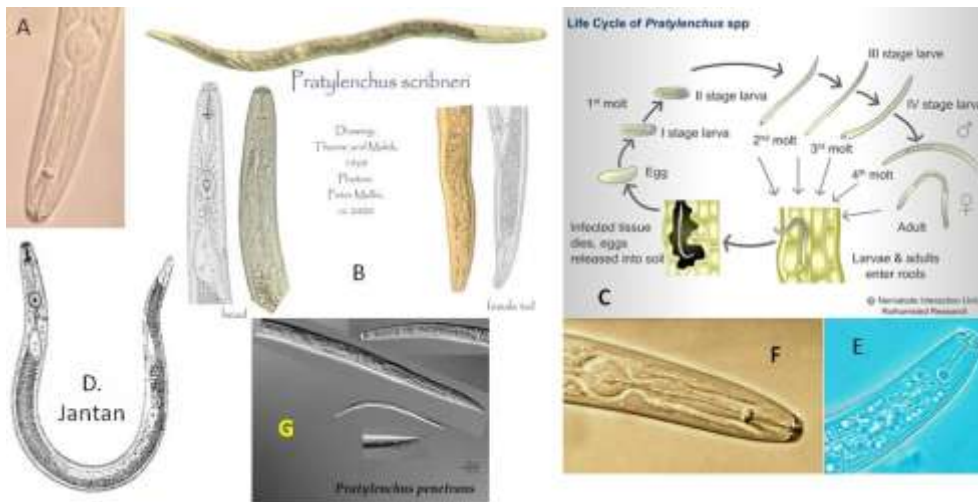
Criconemella dengan kelimpahan relatifnya 6-17% terdapat pada SPL hutan terganggu, rumput gajah, perkebunan mahoni, perkebunan pinus, perkebunan dadap, dan tanaman semusim. Kelimpahan relatif *Helicotylenchus* memiliki kelimpahan relatif yang tinggi pada semua SPL, namun yang kelimpahan relatifnya mencapai 30-41% hanya terdapat pada kopi multistrata, rumput gajah, perkebunan pinus, dan tanaman semusim.

Dari Gambar 8.6 dapat diketahui bahwa pada semua SPL yang diamati komunitas nematoda didominasi oleh nematoda parasit tumbuhan. Pada SPL rumput gajah monokultur, komposisi nematoda parasit terhadap nematoda hidup bebas ($N_p:N_{fp}$) mencapai 81%.



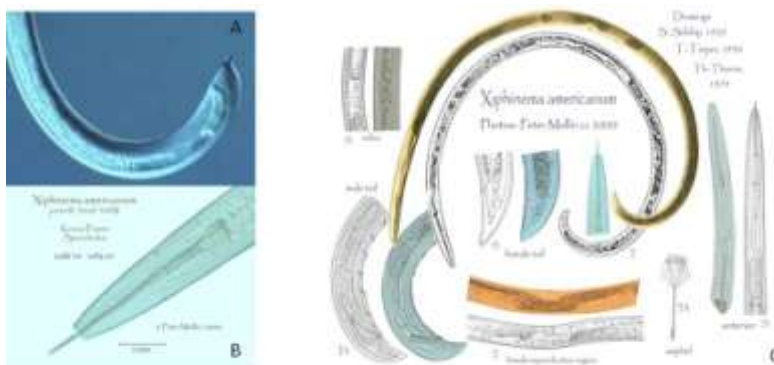
Gambar 8.5. Komposisi kelompok makan komunitas nematoda pada setiap sistem penggunaan lahan. (Keterangan: A = hutan terganggu (HT), B= hutan bambu (HB), C= kopi multistrata (KM), D= kopi bernaungan Gliricidia (KG), E= perkebunan mahoni (PM), F= perkebunan pinus (PP), G= perkebunan damar (PD), H= padang rumput gajah (RG), dan I= tanaman semusim (TS))

Sedangkan pada SPL kopi naungan Gliricidia nisbah $N_p:N_{fp}$ terendah (58%) dari pada SPL Lainnya. Nisbah $N_p:N_{fp}$ pada SPL hutan alami terganggu dan hutan bambu rata-rata sekitar 61%; sedang $N_p:N_{fp}$ yang diperoleh di SPL kopi multistrata, perkebunan pinus, mahoni dan damar serta SPL tanaman semusim rata-rata 70%. Gambar 8.6 adalah genus-genus nematoda yang ditemukan di DAS Konto.



Pratylenchus (**The Lesion Nematode**) merupakan parasit tanaman yang penting bagi pisang dan jagung. Di Kalikonto, genus ini persentasenya cukup besar di kopi multistrata, rumput gajah, kopi gliris, perkebunan mahoni dan perkebunan pinus (4.25-16.11%).

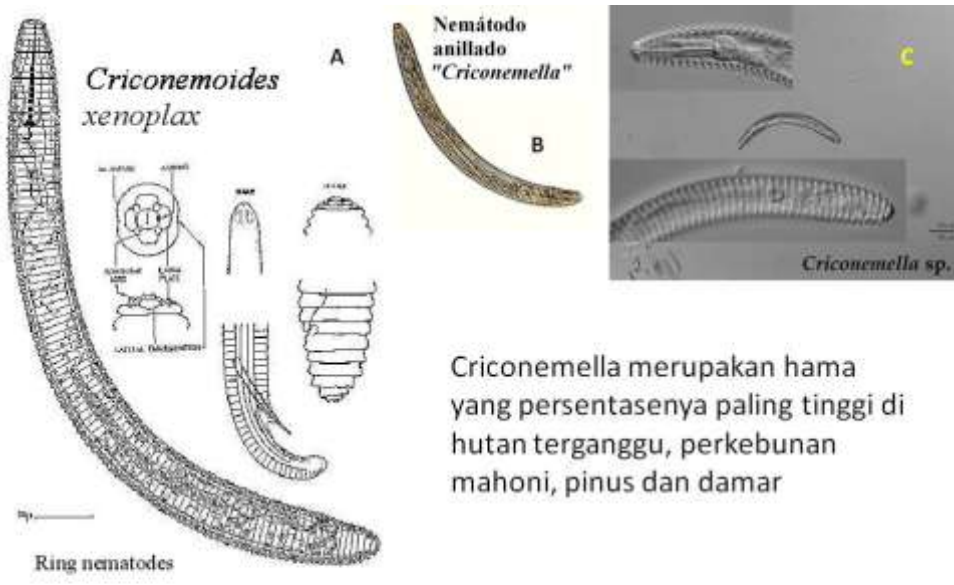
- A. <http://www.faculty.ucr.edu/~atploeg/Ploegweblinks/Pictures.html>;
 B. <http://nematode.uni.edu/pscricmp.jpg>; C. <http://www.rothamsted.ac.uk/ppi/pcncontrol/pratlifecyle.htm>; D. <http://www.ufvgs.br/agrofytossan/AGR04002/nemnigra.htm>; E <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9877>; F. <http://groups.ucanr.org/ilema/>; G. <http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/nemapiics/Pratylenchus%20penetrans.jpg>



Xiphinema (**The Dagger Nematode**) merupakan salah satu hama yang penting bagi tanaman budidaya. Ditemukan pada Strawberry, kedelai, jagung, pinus, anggur. Di DAS Konto, genus ini ditemukan dengan persentase yang cukup tinggi di hutan terganggu, kopi multistrata, perkebunan mahoni, pinus, bambu, damar.

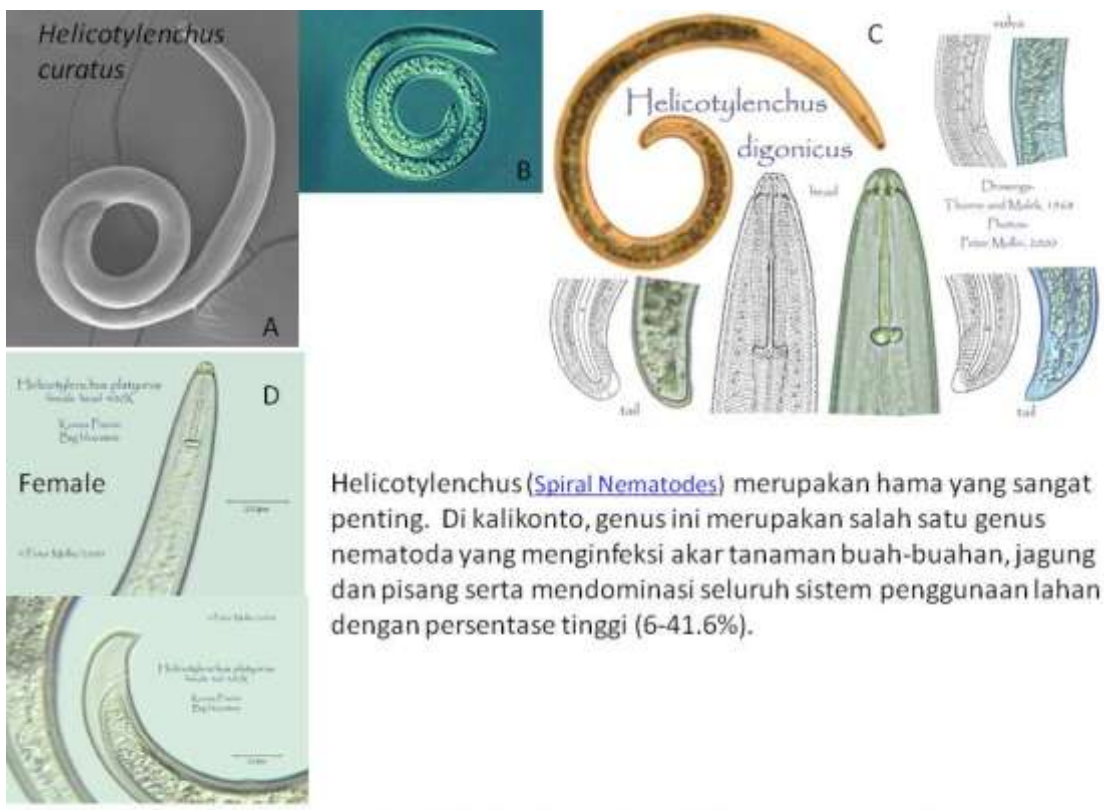
- A. <http://www.nematodes.org/nembase3/overview.shtml>
 B. <http://nematode.uni.edu/xiam15.jpg>
 C. <http://nematode.uni.edu/xiamcmp.jpg>

Gambar 8.6. Beberapa gambar nematode yang umum ditemukan dan berpotensi sebagai hama tanaman di DAS Konto



Criconemella merupakan hama yang persentasenya paling tinggi di hutan terganggu, perkebunan mahoni, pinus dan damar

- A. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/images/G03651a.gif>
- B. <http://agronomia.uchile.cl/centros/nematologia/imagenes%20nematodos/criconemella.jpg>
- C. <http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/nemapics/Criconemella.jpg>



Helicotylenchus (*Spiral Nematodes*) merupakan hama yang sangat penting. Di kalikonto, genus ini merupakan salah satu genus nematoda yang menginfeksi akar tanaman buah-buahan, jagung dan pisang serta mendominasi seluruh sistem penggunaan lahan dengan persentase tinggi (6-41.6%).

- A. <http://www.arc.agric.za/tools/Printbody.asp?pid=941>; B. www.mactode.com; C. <http://nematode.unl.edu/hdigonic.htm>; D. <http://nematode.unl.edu/helpla5.jpg>

Gambar 8.6 (lanjutan). Beberapa gambar nematode yang umum ditemukan dan berpotensi sebagai hama tanaman di DAS Konto



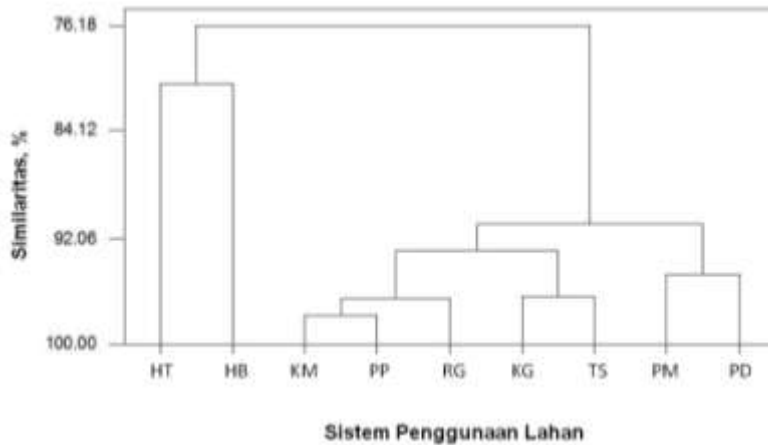
Radopholus merupakan salah satu genus nematode yg meninfeksi akar pisang dan jeruk serta menginfeksi alpukat, kopi, kelapa dan tebu. Tanda infeksi adalah adanya kanker akar. Di Kalikonto, genus ini cukup penting di SPL tanaman semusim (10.96%)

- A. <http://www.biology.leeds.ac.uk/nem/dworld/banana.htm>;
 B. <http://mail.uns.ac.id/~subagiya/Radopholus%20similes.htm> (A. *Radopholus similis* bagian depan betina; B. ekor jantan; C. bagian depan jantan; D. Kepala betina; E. ekor betina; F. betina muda; a. daerah bibir; b. cincin pengarah stilet; c. knob stilet; d. ampula, kelenjar ludah; e. lumen esophagus; f. esophagus; g. median bulbus; h. sel-sel syaraf; i. Cincin syaraf.; lubang pengeluaran, k. sel-sel permukaan usus; l. kelenjar ludah bagian depan; m. ujung ovari; n. ovum; p. saluran rennet; p. kelenjar ludah bagian belakang; q. butir-butir lemak di dalam usus; r. selrennet; s. ujung; t. phasmid; u. vulva; v. anus; w. kutikula; x. spermatozoa.);
 C. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/images/G111s2g.jpg> (B,K = female; D = male).;
 D. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/Taxadata/G111S2.HTM>(ki= ciri betina; ka= ciri jantan)
 E. <http://www.apsnet.org/education/LessonsPlantPath/BurrowingNematode/text/fig01.htm>;
 F. http://www.ufv.br/dfp/disciplinasG/fip320/ChaveNematoides/radopholus_sp.htm (*Radopholus similis* jantan)

Gambar 8.6 (lanjutan). Beberapa gambar nematode yang umum ditemukan dan berpotensi sebagai hama tanaman di DAS Konto

8.3.3. Kemiripan antar sistem penggunaan lahan

Dari hasil analisis kluster (similaritas) SPL, diketahui bahwa genus nematoda yang ditemukan di DAS Konto dapat dikelompokkan menjadi 8 kluster. hutan terganggu (HT) dan hutan bambu merupakan satu kluster dengan tingkat kemiripan 81% (Gambar 8.7). Kemiripan SPL hutan bambu dan hutan terganggu inilah yang menyebabkan genus nematoda yang berperan penting di kedua kluster ini juga berbeda dari SPL budidaya dimana pada SPL budidaya genus nematoda terpentingnya adalah *Helycotylenchus* yang merupakan hama tanaman pertanian. Kluster tersebut memiliki tingkat kemiripan sekitar 76% dengan SPL lainnya. Perkebunan mahoni (PM) dan perkebunan damar (PD) merupakan kluster lain yang memiliki tingkat kemiripan sekitar 91% dengan SPL selain HT dan HB. SPL kopi multistrata (KM) dan perkebunan pinus (PP) satu kluster dengan tingkat kemiripan yang tinggi yaitu 98%.



Gambar 8.7. Dendrogram kemiripan (similaritas) sistem penggunaan lahan (SPL) berdasarkan genus nematoda. (HT = hutan terganggu, HB = hutan bambu, KM = kopi multistrata, KG = kopi bernaungan Gliricidia, PM = perkebunan mahoni, PP = perkebunan pinus, PD = perkebunan damar, RG = padang rumput gajah, TS = tanaman semusim).

8.3.4. Pengaruh lingkungan terhadap nematoda

Dari berbagai faktor lingkungan yang dikorelasikan dengan nematoda seperti diversitas pohon, biomasa vegetasi bawah, biomasa seresah, nekromasa dan persentase penutupan kanopi, ketebalan seresah, suhu tanah, kadar air, suhu udara, BI, pH, C_{org}/C_{ref} , pasir,sebu,liat, dan porositas total hanya diversitas pohon, suhu udara, biomasa vegetasi bawah dan C_{org}/C_{ref} yang berkorelasi dengan diversitas dan populasi nematoda. Hasil uji korelasi dan hasil analisa regresi antara nematoda dan parameter lingkungan yang hasilnya nyata ditunjukkan pada Tabel 8.3 dan Gambar 8.8. Populasi total nematoda berkorelasi sangat nyata dengan suhu udara ($r = -0.8$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.67$) dan biomasa vegetasi bawah ($r = -0.72$, $p > t_{hit} = 0.03$, $r^2 = 0.53$). Populasi nematoda non hama berkorelasi sangat erat dengan parameter suhu udara ($r = -0.83$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.7$) dan berkorelasi erat dengan biomasa vegetasi bawah ($r = -0.67$, $p > t_{hit} = 0.05$, $r^2 = 0.51$). Populasi nematoda hama berkorelasi sangat erat dengan suhu udara ($r = -0.8$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.61$) dan berkorelasi erat dengan biomasa vegetasi bawah ($r = -0.72$, $p > t_{hit} = 0.03$, $r^2 = 0.53$). Sedangkan diversitas nematoda total berkorelasi erat dengan diversitas pohon ($r = 0.79$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.73$) dan C_{org}/C_{ref} tanah ($r = 0.95$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.93$). Sementara itu, diversitas nematoda non hama di DAS Konto berkorelasi sangat erat dengan diversitas pohon ($r = 0.79$, $p > t_{hit} = 0.01$, $r^2 = 0.65$) dan berkorelasi erat dengan C_{org}/C_{ref} tanah ($r = 0.95$, $p > t_{hit} = 0.02$, $r^2 = 0.88$).

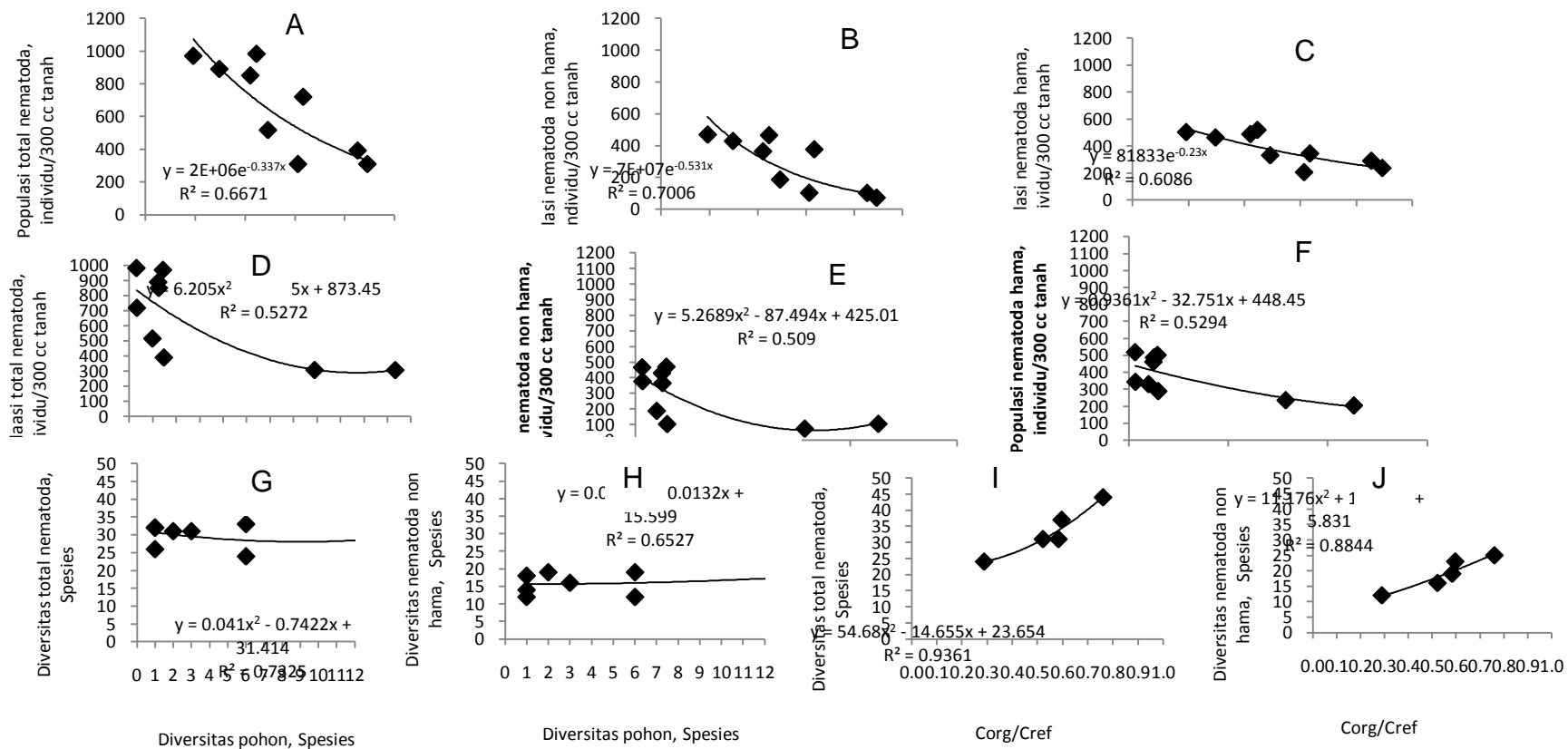
Tabel 8.3. Tabel korelasi antara populasi dan diversitas nematoda terhadap diversitas pohon, suhu udara, biomasa vegetasi bawah dan C_{org}/C_{ref} tanah di DAS Konto

Diversitas dan populasi nematoda		Diversitas pohon	Suhu udara, \square C	Biomasa vegetasi bawah ton ha ⁻¹	C_{org}/C_{ref}
Populasi nematoda hama	Korelasi	0.39	-0.8 **	-0.72*	-0.65
	Prob> t_{hit}	0.31	0.01	0.03	0.24
Populasi nematoda non hama	Korelasi	0.58	-0.83**	-0.67*	-0.37
	Prob> t_{hit}	0.10	0.01	0.05	0.54
Populasi nematoda total	Korelasi	0.51	-0.84**	-0.71*	-0.51
	Prob> t_{hit}	0.16	0.01	0.03	0.38
Spesies total nematoda	Korelasi	0.79*	0.28	-0.44	0.95*
	Prob> t_{hit}	0.01	0.46	0.23	0.01
Spesies hama	Korelasi	0.40	0.50	-0.18	0.75
	Prob> t_{hit}	0.28	0.17	0.64	0.14
Spesies non hama	Korelasi	0.79**	0.09	-0.47	0.95*
	Prob> t_{hit}	0.01	0.81	0.20	0.02

Keterangan: * Korelasi nyata pada taraf 0.05 (2-arah), ** Korelasi nyata pada taraf 0.01 (2-arah).

8.4 Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa untuk menghindari dominasi nematoda yang berpotensi menjadi hama maka yang penting adalah dengan meningkatkan diversitas pohon agar diversitas nematoda non hama meningkatkan. Selain itu untuk meningkatkan diversitas nematoda non hama maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kandungan C_{org}/C_{ref} pada tanah. Dari hasil ini maka agroforestri merupakan alternatif yang baik untuk menekan nematoda parasit tanaman dibanding sistem budidaya tanaman tahunan yang lain. Kopi naungan glirisidia memiliki kelimpahan nematoda yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem kopi multistrata karena tanaman glirisidia menghasilkan senyawa tanin yang tidak disukai oleh nematoda. Meskipun kopi multistrata memiliki diversitas pohon yang lebih tinggi namun kelimpahan nematodanya tinggi juga disebabkan karena adanya pohon-pohon yang menjadi inang nematoda yang juga ditanam di lahan budidaya seperti misalnya pisang. Oleh karena itu pemilihan jebis pohon yang akan ditanam di dalam sistem agroforestri perlu mempertimbangkan apakah jenis tersebut merupakan inang dari nematoda yang menjadi hama tanaman atau tidak.



Gambar 8.8 Regresi antara populasi nematoda total terhadap suhu udara (A) dan, biomasa vegetasi bawah (D); nematoda non hama terhadap suhu udara (B) dan biomasa vegetasi bawah (E) serta populasi nematoda hama dengan suhu udara (C) dan (biomasa vegetasi bawah (F); diversitas total nematoda terhadap diversitas pohon (G) dan C_{org}/C_{ref} (I) serta antara diversitas nematoda non hama dengan dengan diversitas pohon (H) dan C_{org}/C_{ref} (J).

8.5 Kesimpulan

Adanya alih guna hutan menjadi lahan pertanian mengubah komposisi komunitas nematoda. Pada lahan-lahan pertanian komposisi nematoda parasit relatif terhadap nematoda hidup bebas meningkat, kecuali pada lahan kopi dengan naungan *Gliricidia*. Pada lahan yang ditanami rumput gajah saja menyebabkan komunitas nematode di DAS Konto didominasi nematoda parasit. Lahan hutan, walaupun telah terganggu masih dapat mempertahankan nematoda hidup bebas seperti nematoda pemakan bakteri, nematoda predator, dan nematoda omnivora dalam komposisi yang cukup tinggi, sementara SPL rumput gajah tidak dapat mempertahankannya. Parameter lingkungan yang berkorelasi erat dengan populasi dan diversitas nematoda adalah suhu udara, biomasa vegetasi bawah, diversitas pohon, dan kadar C_{org}/C_{ref} . Untuk memperkecil dampak kerusakan karena populasi hama nematoda maka pilihan sistem budidaya yang lebih tepat adalah yang agroforestri.

9. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kaji cepat di tingkat masyarakat dan pengukuran lapangan beberapa komponen biodiversitas tanah di DAS Konto, maka dapat disimpulkan bahwa Agroforestri kopi multistrata berpotensi cukup besar untuk konservasi biodiversitas. Agroforestri dapat menjadi penyangga fauna dan flora yang tumbuh di hutan alami, asalkan didukung oleh komitmen yang tinggi dari masyarakat pinggiran hutan yang tentu saja membutuhkan dukungan pemerintah lokal yang sejalan dengan tujuan konservasi biodiversitas. Penelitian lebih lanjut masih dibutuhkan untuk membuktikan fungsi agroforestri kopi multistrata dalam mempertahankan biodiversitas flora dan fauna. Upaya untuk mendapatkan ‘pembeli’ jasa lingkungan di tingkat masyarakat masih sangat diperlukan untuk mempertahankan entusiasme masyarakat dalam melindungi daerahnya. Ringkasan dari kaji cepat RABA di DAS Konto ini disajikan dalam Gambar 9.1.

<ul style="list-style-type: none"> • Agroforestri kopi multistrata merupakan sumber pendapatan yang cukup menguntungkan bagi petani • Agroforestri kopi multistrata dapat mengurangi erosi dan melindungi sumber mata air yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di sekitarnya dan PLTA Selorejo • Agroforestri kopi multistrata dapat menyimpan karbon rata-rata 55-60 ton/ha selama kurang lebih 30 tahun • Agroforestri dengan tingkat keragaman pohon yang ditanam tinggi dapat menjadi daerah penyangga bagi fauna dan flora hutan. Selain itu, dapat mempertahankan diversitas hewan-hewan tanah yang menguntungkan seperti cacing tanah, menekan populasi hewan yang berpotensi menjadi hama seperti rayap dan nematoda. <p style="text-align: center;">Manfaat (Value)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dukungan kebijakan PERHUTANI yang mengizinkan masyarakat menanam pohon buah-buahan di hutan lindung • Pengembangan ecotourism <p style="text-align: center;">Peluang (Opportunity)</p>
<p style="text-align: center;">Kepercayaan (Trust)</p> <p>Masyarakat cukup terbuka untuk bernegosiasi dengan pihak luar</p>	<p style="text-align: center;">Ancaman (Threat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luasan hutan alami yang tertinggal semakin menurun, sekitar 20% dari total luasan DAS Konto (23.500 ha), luas penggunaan lahan yang lebih intensif dengan pola tanam monokultur (sayuran) terus meningkat. • Pembangunan pasar hortikultura (Agribisnis) di kecamatan Pujon, mendorong petani untuk beralih ke sistem sayuran monokultur

Gambar 9.1. Ringkasan kondisi Agroforestri kopi multistrata sebagai tawaran untuk konservasi biodiversitas

Daftar Pustaka

- Aini, F.K., Susilo, F. X., Yanuwadi, B., dan Hairiah, K. 2006. Meningkatnya sebaran hamam rayap *Odontotermes* spp. Setelah alih guna hutan menjadi agroforestri berbasis kopi: efek perubahan iklim mikro dan ketersediaan makanan terhadap kerapatan populasi. *Agrivita*, 28 (3): 221-237.
- Burgess, P. J. 1999. Effects of agroforestry on farm biodiversity in the UK. *Scottish Forestry* 53(1): 24-27.
- Butler, R. A. 1999. *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. Robinson, J. and Bennett, E., Eds., Columbia University Press, New York.
- Coleman *et al.*, 1984
- Curry, J. P. 1998. Factor Affecting Earthworm Abundance in Soils. *Earthworm Ecology*. Boca Raton. St. Lucie Press. Coleman and Crossley 1996
- Dewi, W.S., Yanuwiyadi, B., Suprayogo, D., Hairiah, K. 2007. Dampak Alih Guna Hutan Menjadi lahan Pertanian: Perubahan Diversitas Cacing Tanah dan Fungsinya dalam Mempertahankan Pori Makro Tanah. Disertasi S3. Universitas Brawijaya, Malang
- Eggleton, P., Homathevi, R., Jeeva, D., Jones, D. T., Davies, R.G., Maryati, M. 1997. The species richness and composition of termites (Isoptera) in Primary and regenerating lowland Dipterocarp forest in Sabah, East Malaysia. *Ecotropica*, 3: 119-128.
- Eggleton, P., Homathevi, R., Jones, D.T., MacDonald, J. A., Jeeva, D., Bignell, D. E., Davies, R. G. and Maryati, M. 1999. Termite assemblages, forest disturbance, and greenhouse gas fluxes in Sabah, East Malaysia. *Phil. Trans. R. Soc. London. B*. 354: 1791-1802.
- Gafur, A. and I G. Swibawa. 2004. Methods in Nematodes and Soil Microbe Research for Belowground Biodiversity Assessment *in* F.X Susilo, A. Gafur, M. Utomo, R. Evizal, S. Murwani, I G. Swibawa (eds.), Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity in Indonesia, Universitas Lampung. p. 117-123.
- Gathorne-Hardy, F.J., Jones, D.T., Syaekani. 2002. A regional perspective on the effects of human disturbance on the termites of Sundaland. *Biodiversity and Conservation* 11: 1991-2006.
- Gillot, C., Lavelle, P., Blanchart, E., Keli, J., Kouassi, P., and Guillaume, G. 1995. Biological activity of soil under rubber plantation in CÔ te d'Ivoire. *Acta Zool. Fennica*, 196: 186-189.
- Goodey, J.B. 1963. Soil and freshwater nematodes. Mathuen & Co Ltd., London., John Wiley & Sons, INC, New York. 544 p.
- Hairiah K.; Sulistyani, H.; Suprayogo, D.; Widiyanto; Purnomosidhi P.; Widodo R.H., and van Noordwijk, M. 2006a. Litter layer residence time in forest and coffee agroforestry systems in Sumberjaya, West Lampung. *Forest Ecology and Management* 224: 45-57.
- Hairiah, K., Rahayu, S., Berlian. 2006b. Layanan lingkungan agroforestri berbasis kopi: Cadangan karbon dalam biomasa pohon dan bahan organik tanah (studi kasus dari Sumberjaya, Lampung Barat). *AGRIVITA* 28 (3): 298-309.
- Hairiah, K.; Suprayogo, D.; Widiyanto; Berlian; Suhara, E.; Mardiasuning, A.; Widodo, R. H., Prayogo, C. dan Rahayu, S. 2004a. Alih Guna Lahan Hutan menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. *AGRIVITA* 26 (1): 68 – 80.
- Hedlund, K., Griffiths, B., Christensen, S., Scheu, S., Setälä, H., Tscharrntke, T., Verhoef, H. 2004. Trophic interaction in changing landscapes: responses of soil food webs. *Basic and Applied Ecology* 5 : 495—503.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Researching_with_Wikipedia (diakses tanggal 18 September 2008)
- http://news.mongabay.com/2008/0520-interview_dirzo.html (diakses tanggal 17 September 2008)
- <http://www.indonesiamatters.com/1252/rainforest-deforestation>. (diakses tanggal 17 September 2008)

- Jones D. T., Susilo, F. X., Bignell, D. E., Hardiwinoto, S., Gillison, A. N., and Eggleton, P. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40, 380-391.
- Kaya, H. K., and R. Gaugler 1993. Entomopathogenic nematodes. *Ann. Rev. Entomol.* 38: 181-206
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution Abundance*. 3th. Harper & Row, Publishers, Inc., New York.
- Lavelle, P. and Spain, A.V. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Boston, London.
- Lee and Atkinson, 1997
- Leemhuis, 2005
- Mai, W.F. and Lyon, H.H. 1975. *Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes*. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- Nandika, D. Rismayadi, Y., Diba, F. 2003. *Rayap: Biologi dan Pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Ong *et al.*, 2004
- Pashanasi, B., Lavelle, P., Allegre, J., and Charpentier, F. 1996. Effect of endogeic earthworm *Pontoscolex corethrurus* on Soil chemical characteristics agroecosystem and plant growth in a low-input tropical. *Soil Bid. Biochem*, 28 (6): 801-810.
- Rhee *et al.*, 2004
- Rossi, Jean-Pierre and Blanchart, E. 2005. Seasonal and land-use induced variations of soil macrofauna composition in the Western Ghats, southern India. *Soil Biology & Biochemistry*, 37 :1093–1104.
- Schoeneberger, 1992
- Sharma and Sharma, 1995
- Sharma and Sharma-in press
- Sheil, D., Puri, R. K., Basuki, I., van Heist, M., Wan, M., Liswanti, N., Rukmiyati, Sardjono, M. A., Samsodin, I., Sidiyasa, K., Chrisandini, Permana, E., Angi, E. M., Gatzweiler, F., Johnson, B., Wijaya, A. 2004. Mengeksplorasi keanekaragaman hayati, lingkungan dan pandangan masyarakat lokal mengenai berbagai lanskap hutan. CIFOR, Bogor.
- Siddiqi, M.R. 1986. *Tylenchida parasites of plant and insect*. Commonwealth Institute of Parasitology, St. Albans United Kingdom. 645 p.
- Sodhi, N. S. Lian, P. K., Brook, B. W., Ng, P. K. L. 2004. Southeast Asian biodiversity: an impending disaster. *Trends in Ecology and Evolution*, 19 (12): 654-660.
- Suprayogo, D., Widiyanto, Purnomosidhi, P., Widodo, R.H., Rusiana, F., Aini, Z.Z., Khasanah, N. dan Kusuma., Z. 2004. Degradasi sifat fisik tanah sebagai akibat alih fungsi lahan hutan menjadi sistem kopi monokultur: Kajian perubahan makroporositas tanah. *Agrivita* 26 (1) : 61-68.
- Susilo *et al.*, 2005
- Swibawa (2009)
- Swibawa, I. G., Aeny, T. N., Mashyuda, I., Susilo, F. X., Hairiah, K. 2006. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian: Keragaman dan kelimpahan nematoda. *Agrivita*, 28 (3): 252-266.
- Swift, M.J. and Bignell, D. 2000. *Standard Methods for Assessment of Soil Biodiversity and Land Use Practice*. Alternatives to Slash and Burn Project.
- Tapia-Coral SC, Luizão FJ, Barros E, Pashanasi B, Del Castillo D. 2006. Effect of *Pontoscolex corethrurus* Müller, 1857 (Oligochaeta: Glossoscolecidae) Inoculation on Litter Weight Loss and Soil Nitrogen in Mesocosms in the Peruvian Amazon. *Caribbean Journal of Science* 42:410-418
- Thapa, R.S. 1981. Termites of Sabah. *Sabah Forest Record*, 12: 1-374

- Tho, Y.P. 1992. Termites of Peninsular Malaysia. *In: Kirton, L.G., ed. Malayan Forest Records, No. 36: 224 pp.* Forest Research Institute Malaysia, Kepong.
- Tomich, T. P., Cattaneo, Chater, S., Geist, H. J., Gockowski, J., Kaimowitz, Lambin, E. L., Lewis, J., Ndoye, O., Palm, C. A., Stolle, F., Sunderlin, W. D., Valentine, J. F., Van Noordwijk, M. and Vosti, S. A. 2005. Balancing agricultural development and environmental objectives: Assessing tradeoffs in the humid tropics. *In: Palm, C. A., Vosti, S. A., Sanchez, P. A. and Ericson, P. J. (Eds.) Slash- and- burn agriculture. The search for alternatives.*
- Van Noordwijk *et al.*, 2004a,b
- Van Noordwijk, M. and Swift, M.J. 1999. Belowground biodiversity and sustainability of complex agroecosystems. *In: Gafur, A., Susilo, F.X., Utomo, M., and van Noordwijk, M. (Eds.) Proceedings of a Workshop on Management of Agrobiodiversity in Indonesia for Sustainable Land Use and Global Environmental Benefits. UNILA/PUSLIBANGTAN, Bogor, 19-20 August 1999. p 8- 28.*
- van Noordwijk, M., Subekti, R., Kurniatun, H.,Wulan, Y.C., Farida, A. and Verbist, B. 2002. Carbon stock assessment for a forest-tocoffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia): from allometric equations to land use change analysis. *Science in China (Series C)*, 45: 75-86,
- Van Noorwijk, M.; Agus, F.; Suprayogo, D.; Hairiah, K.; Pasya, G.; Verbist, B. and Farida. 2004. Role of Agroforestry in Maintenance of Hydrological Functions in Cactment Areas. *In: Agus, F.; Farida and van Noorwijk, M. (Eds). Hydrological Impacts of Forest, Agro forestry and Upland Cropping as basis for Rewarding environmental Service providers in Indonesia. Proceedings of workshop in Padang/Singkarak, West Sumatra, Indonesia. 25-28 February 2004. ICRAF-SEA, Bogor, Indonesia. Pp. 21-35.*

Wallace, 1971

Lampiran

Lampiran 3.1 Kuesioner Deskripsi Desa Dan Kondisi Umum Wilayah

Metode: wawancara dengan pemuka masyarakat

Pertanyaan:

1. Sejak kapan desa dibuka untuk pemukiman? Dari mana saja asal para penduduk desa?
2. Berapakah luas desa?
3. Sebutkan batas-batas wilayah desa
4. Berapa luas lahan hutan, agroforestri, kebun monokultur, areal tanaman semusim, sawah, dan pemukiman?
5. Berapa jumlah penduduk desa?
6. Sebutkan suku-suku yang terdapat di desa urut mulai dari yang paling besar proporsinya!
7. Apakah ada rencana untuk pengalihan **fungsi lahan** di desa?
 - a. Bila tidak, apa alasannya?
 - b. Bila ya, digunakan untuk apa dan berapa luasannya?
8. Apakah ada pembukaan areal hutan untuk pertanian 2 tahun terakhir ini? Bila ya, digunakan untuk apa dan siapa yang membuka (penduduk desa setempat/ dari luar desa)
9. Apakah ada perubahan luasan hutan yang dikelola Perhutani yang dimanfaatkan masyarakat di desa?
 - a. Bertambah, digunakan untuk?
 - b. Berkurang digunakan untuk?
 - c. Tidak ada perubahan
10. Apakah ada peraturan di desa tentang pemanfaatan lahan?
 - a. Bila ada sebutkan! Siapa yang membuat peraturan tersebut?
 - b. Apa ada sangsi bila tidak mematuhi peraturan tersebut? Bila ya, sebutkan sangsinya dan siapa yang akan memberi sangsi
11. Apa ada tempat tertentu yang secara adat atau kesepakatan masyarakat dilindungi? Bila ya, sebutkan!
12. Mengapa tempat tersebut dilindungi?

Lampiran 3.2 Kuesioner tentang nilai penting agroforestri

Metode: wawancara berkelompok dengan orang masyarakat petani dari 3 kelompok umur (<28 tahun, 28-48 tahun, > 48 tahun)

Pertanyaan:

1. Menurut Bapak/Ibu bagaimanakah kegunaan agroforestri pada
 - a. 30 tahun yang lalu,
 - b. saat ini, dan
 - c. 30 tahun ke depan?

(1=sangat tidak penting, 2=tidak penting, 3=cukup penting, 4=sangat penting)

2. Seberapa penting kegunaan menurut kategori guna seperti yang tersebut di bawah ini (1=sangat tidak penting, 2=tidak penting, 3=cukup penting, 4=sangat penting):

Kategori guna	30 tahun lalu	Sekarang	30 tahun yang akan datang	Jumlah
Seluruh kegunaan				
Makanan				
Obat-obatan				
Konstruksi ringan				
Konstruksi berat				
Peralatan/perkakas				
Kayu bakar				
Anyaman				
Hiasan/adat/ritual desa				
Benda yang bisa dijual				
Rekreasi				
Masa depan				
Jumlah total				

Lampiran 3.3 Kuesioner pengetahuan masyarakat tentang penggunaan lahan

Wawancara informan kunci							Target: 3-5 orang			
Responden			Tanggal,d/m/y				Dimasukkan oleh			
Desa			Penulis				Diperiksa oleh			
Diperiksa oleh			Pewawancara				Nama file			
Ditulis di bagian belakang	Y	T	Halaman		dari		Asli/salinan?	A	S	Sudah dicopy?
Petunjuk: Interview										
Penggunaan/pengelolaan lahan										
1	Apa sebutan yang bapak ibu berikan untuk macam-macam tanah/lahan disekitar tempat tinggal ibu dan bapak? Berdasarkan apa pemberian nama tersebut?									
2	Menurut ibu dan bapak penggunaan lahan seperti apa sebenarnya yang paling cocok untuk lahan-lahan tersebut?									
3	Bagaimana cara pengelolaan lahan tersebut?									
4	Berat/ringankah pengelolaan lahan tersebut? Bila berat apa usaha yang bapak/ibu lakukan untuk membuat jd lebih ringan?									
5	1) Seberapa suburkah tanah ibu/bapak? 2) Pernyataan tersebut didasarkan pada apa? (hasil panen, warna tanah, vegetasi dsb?) 3) Jika tidak subur bgaimana cara mengatasinya?					Sangat subur, subur, sedang, tidak subur				
6	Apakah bapak dan ibu mengetahui dimana lokasi yang subur di sekitar daerah ini? Bila ya, dimanakah itu?									
B. Peran agroforestri										
1	Apakah masih ada hasil hutan yang bisa dimanfaatkan Bapak/ibu? Bila ada sebutkan									
2	Tumbuhan hutan apa saja yang juga masih dapat ditemui di kebun ibu/bapak? Apakah keberadaan tumbuhan tersebut menguntungkan/merugikan? Jelaskan									
3	Binatang hutan apa sajakah yang masih dapat dijumpai di kebun bapak/ibu ? Apakah keberadaan binatang tersebut menguntungkan/merugikan? Jelaskan									
4	Apabila ada tumbuhan/ binatang yang merugikan apa saja upaya bapak dan ibu untuk mengatasinya?									
5	Tumbuhan apa saja yang dapat bapak/ibu manfaatkan dari kebun?									
6	Binatang dalam kebun apa saja yang menguntungkan bagi ibu/bapak?									
7	Binatang dalam tanah apa saja yang ibu/bapak ketahui?Keberadaannya menguntungkan/merugikan? Jelaskan!									
8	Apakah ibu/bapak mengenal rayap/cacing tanah? Bila ya, apakah mereka binatang yang menguntungkan/merugikan? Bila merugikan apa yang ibu/bapak lakukan untuk mengatasinya?Jelaskan!									
9	Seberapa sering ibu/bapak menjumpai cacing tanah/rayap di kebun?									
10	Hasil kebun apa sajakah yang biasanya ibu dan bapak peroleh?									
11	Apakah hasil kebun itu diperoleh sekaligus pada waktu bersamaan atautkah ada waktu-waktu khusus untuk memanen?Jelaskan									
12	Apakah hasil kebun agroforestri ibu dan bapak dapat mencukupi kebutuhan sehari-hari ibu dan bapak sekeluarga? Bila tidak dari sumber apa saja ibu dan bapak mencukupi kebutuhan sehari-hari?									
13	Kemana biasanya ibu dan bapak menjual hasil kebun?									
14	Apakah buah-buahan di kebun ada yang pembuahannya tergantung pada hewan tertentu									

Lampiran 3.4. Kuesioner nilai penting tumbuhan di dalam agroforestri

SURVEI RUMAH TANGGA							Target:								
Responden		Tanggal,d/m/y					Dimasukkan oleh								
Desa		Penulis					Diperiksa oleh								
Diperiksa oleh		Pewawancara					Nama file								
Ditulis di bagian belakang	Y	T	Halaman			dari		Asli/salinan?	A	S	Sudah dicopy?				
Petunjuk: Interview															
Tumbuhan															
Nama lokal	Mudah/ tidak ditemu kan	Bagian yang dimanfaatkan								Umur, th					Nilai penting
		D	B	Bh	Bt g	A	Klt	Get ah	L	1	2	2-5	5-10	>10	

Lampiran 3.5 Interview dengan kelompok rumah tangga

SURVEI RUMAH TANGGA				Target: 10 KK/desa						
Responden				Tanggal,d/m/y						
Desa				Penulis						
Diperiksa oleh				Pewawancara						
Ditulis di bagian belakang	Y	T	Halaman		dari		Asli/salinan?	A	S	Sudah dicopy?
Petunjuk: Interview										
A. Bahaya/Ancaman kegiatan manusia terhadap hutan										
1	Menurut bapak/ibu kegiatan manusia apa saja yang dapat mengganggu kelestarian dari fungsi dan manfaat hutan bagi masyarakat lokal? Mengapa?									
2	Tolong bapak/ibu urutkan berdasarkan tingkat bahayanya									
3	Disamping bahaya/ancaman apakah ada pula keuntungan/manfaat dari aktivitas manusia tersebut? Jelaskan!									
B. Persepsi masyarakat tentang bahaya										
1	Ancaman apa saja yang menurut ibu/bapak sangat membahayakan desa ini? (misalnya bencana alam, kelaparan, banjir, penyakit menular, peraturan pemerintah yang selalu berubah dll)									
2	Tolong urutkan ancaman yang sudah anda sebutkan									
3	Apa yang bapak/ibu lakukan untuk mencegah atau mengurangi bahaya tersebut?									
4	Bila bapak/ibu diberitahu bahwa bencana tersebut akan datang segera, apa yang Bapak/Ibu lakukan?									
C. Tabu dan pantangan										
1	Apakah di kalangan masyarakat di sini masih ada pantangan, kepercayaan, atau norma adat yang berlaku khususnya dalam menggunakan tumbuhan, binatang, dan memanfaatkan hasil hutan lainnya? Jika ya jelaskan!									
2	Apakah ada pantangan, kepercayaan, atau aturan adat khusus yang diberlakukan sehubungan dengan pembukaan lahan dan hutan atau tentang pemanfaatannya?									
D. Aspirasi masyarakat										
1	Apakah kehidupan Bapak/Ibu sekarang lebih baik daripada lima/sepuluh tahun yang lalu? Mengapa									
2	Apakah hasil kebun dapat membantu perekonomian keluarga. Jelaskan!									
3	Apa yang bapak/ibu harapkan terhadap anak-anak/generasi muda yang akan datang?									
4	Apa yang bapak/ibu perkirakan pada desa bapak/ibu beberapa bulan/tahun yang akan datang?									
5	Seandainya hutan berkurang/hilang apa yang akan bapak/ibu lakukan? Apakah ada upaya agar hutan tidak hilang?									
6	Apakah ada jenis tanaman atau binatang yang dianggap penting untuk perlindungan dan fungsi hutan? Jika ada apa saja dan mengapa?									
7	Jika ingin belajar/mengetahui tentang hutan(tumbuhan, binatang dan lokasi-lokasi tertentu) siapa orang-orang desa yang banyak memiliki pengetahuan tersebut?									

Lampiran 4.1. Luasan sistem penggunaan lahan (SPL) yang ditemukan di DAS Konto Hulu antara tahun 1990-2005

SPL	Luas , Ha	Persentase luasan SPL relatif terhadap luas total	Luas , ha	Persentase luasan SPL relatif terhadap luas total	Penurunan luasan, ha	Persentase perubahan relatif terhadap tahun 1990, %
		1990		2005		
Hutan Terganggu	7269.9	30.5	4852.3	20.4	2417.7	33.3
Agroforestri	2356.8	9.9	2067.9	8.7	288.9	12.3
Perkebunan	5983.3	25.1	5346.7	22.5	636.6	10.6
Tanaman Semusim	4317.7	18.1	10569.2	44.4	-6251.5	-144.8
Semak Belukar	714.2	3.0	168.6	0.7	545.7	76.4
Pemukiman	166.5	0.7	196.7	0.8	-30.2	-18.2
Tubuh Air	258.9	1.1	222.8	0.9	36.1	13.9
Tidak ada data (tertutup awan)	1540.4	6.5	23.4	0.1	1517.0	98.5
Tidak ada data (Bayangan)	1202.3	5.0	362.5	1.5	839.8	69.8
Grand total	23,810.13	100.00	23,810.13	100.00		

Lampiran 5.1. Nilai penting pohon pada berbagai sistem agroforestri di DAS Kali Konto

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Total Skor Nilai Penting
1	Kopi robusta	<i>Coffea canephora var. robusta</i>	233
2	Alpukat	<i>Persea americana</i>	186
3	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	178
4	Mahoni	<i>Swietenia mahogany</i>	128
5	Pinus	<i>Pinus mercurii</i>	109
6	Surian	<i>Toona sureni</i>	107
7	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	106
8	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	95
9	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	85
10	Kakao	<i>Theobroma cacao</i>	82
11	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	72
12	Bambu	<i>Bamboosa arundinacea</i>	71
13	Damar	<i>Agathis alba</i>	67
14	Mindi	<i>Melia azedarach</i>	67
15	Galitus	<i>Eucalyptus globulus</i>	56
16	Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i>	54
17	Apel	<i>Malus silveltris</i>	45
18	Dadap	<i>Erythrina subumbrans</i>	41
19	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	40
20	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	36
21	Langsep	<i>Lansium domesticum</i>	34
22	Jambu Air	<i>Syzygium Aqueum</i>	29
23	Jati	<i>Tectona grandis</i>	28
24	Jeruk manis	<i>Citrus onshiu</i>	27
25	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	22
26	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	22
27	Salam	<i>Eugenia polyantha</i>	21
28	Anggrong	<i>Trema orientalis</i>	20
29	Sepang	<i>Antidesma velutinosum</i>	15
30	Cokoh baros/Manglid	<i>Mangelieta glauca</i>	14
31	Duku	<i>Lansium domesticum</i>	13
32	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i>	13
33	Nyampuh	<i>Litsea glutinosa</i>	13
34	Emponan	<i>Milletia sp</i>	12
35	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	11
36	Jati Kertas	<i>Gmelina orborea</i>	10
37	Jawa	<i>Khaya sinegalensis L</i>	10
38	Jeruk purut	<i>Citrus hystrix</i>	10
39	Maesopsis	<i>Maesopsis eminii</i>	10
40	Tutup	<i>Omalanthus sp.</i>	10

41	Bimo	<i>Artocarpus spp</i>	9
42	Pasang	<i>Quercus lineata</i>	9
43	Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i>	8
44	Lengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	8
45	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	8
46	Andewi	<i>Cichorium endivia</i>	7
47	Belimbing	<i>Averrhoa carambola</i>	7
48	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	7
49	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)	<i>Sterculia foetida</i>	7
50	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	6
51	Krangean	<i>Litsea cubeba</i>	6
52	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	6
53	Randu	<i>Ceiba petandra</i>	6
54	Cemara gunung	<i>Casuarina junghuhniana</i>	5
55	Jeruk nipis	<i>Citrus aurantifolia</i>	5
56	Johar	<i>Senna siamea</i>	5
57	Pinang	<i>Areca pinnata</i>	5
58	Wadang	<i>Pterospermum spp.</i>	5
59	Bulu	<i>Hopea cf. ferruginea Parijs</i>	4
60	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	4
61	Keningar	<i>Cinnamomum verum</i>	4
62	Sapen	<i>Pometia tomentosa</i>	4
63	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>	3
64	Geragasan/ Tengkaras	<i>Ficus elastica Roxb</i>	3
65	Sirsat	<i>Anona muricata</i>	3
66	Sukun	<i>Artocarpus communis</i>	3
67	Turi	<i>Sesbania grandiflora</i>	3
68	Bendo	<i>Artocarpus elasticus</i>	2
69	Getasan/ rawa-rawa pipit	<i>Buchanania arborescens</i>	2
70	Glirisidia	<i>Gliricidia sepium</i>	2
71	Palem	<i>Areca catechu</i>	2
72	Rotan	<i>Calamus javensis</i>	2
73	Salak	<i>Salacca zalacca</i>	2
74	Sembung	<i>Blumea balsamifera.L</i>	2
75	Akasia	<i>Accasia mangium</i>	1
76	Cembirit	<i>Ervatamia divaricata</i>	1
77	Sintok	<i>Persea sintok</i>	1

Lampiran 5.2 Nilai penting tumbuhan Non Kayu di lahan agroforestri bagi petani

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Jumlah
1	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>	161
2	Jagung	<i>Zea mays</i>	114
3	Cabe	<i>Capsicum frutescens</i>	76
4	Ketela pohon	<i>Manihot esculenta</i>	76
5	Wortel	<i>Daucus carota</i>	75
6	Kobis	<i>Brassica oleracia</i>	73
7	Sawi	<i>Brassica spp</i>	56
8	Talas	<i>Colocasia esculenta</i>	56
9	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	49
10	Kentang	<i>Solanum tuberosum</i>	43
11	Ketela rambat	<i>Ipomoea batatas</i>	43
12	Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	40
13	Tomat	<i>Solanum lycopersicum</i>	38
14	Kacang koro/ karabenguk	<i>Mucuna pruriens</i>	32
15	Bawang prei	<i>Allium fistulosum L</i>	31
16	Bawang Merah	<i>Allium ascalonicum L</i>	30
17	Rumput gajah	<i>Penisetum purpureum</i>	30
18	Kunyit	<i>Curcuma longa</i>	23
19	Labu siam	<i>Sechium edule</i>	19
20	Suweg	<i>Amorphopalus companulatus</i>	16
21	Lada	<i>Piper nigrum</i>	11
22	Brokoli	<i>Brassica oleracea var italica</i>	10
23	Kacang tanah	<i>Arachis hypogaea</i>	9
24	Sirih	<i>Piper betle</i>	9
25	Alang-alang	<i>Imperata cylindrica</i>	8
26	Laos	<i>Alpinia galangal</i>	8
27	Brungkul (White broccoli)	<i>Brassica oleracea Botrytis cymosa</i>	7
28	Tebu	<i>Saccharum officinarum L</i>	7
29	Uwi	<i>Dioscorea alata</i>	7
30	Selada air	<i>Nasturtium officinale</i>	6
31	Gadung	<i>Dioscorea hispida</i>	5
32	Buncis	<i>Phaseolus vulgaris</i>	4
33	Ganyong	<i>Canna edulis</i>	4
34	Puring	<i>Codiaeum variegatum</i>	4
35	Serai	<i>Cymbopogon sp.</i>	4
36	Vanili	<i>Vanilla planifolia</i>	4
37	Keladi	<i>Caladium sp.</i>	3
38	Labu	<i>Cucurbita moschata</i>	3
39	Terong	<i>Solanum melongena</i>	3
40	Lobak	<i>Raphanus sativus</i>	2

Lampiran 5.3. Tingkat kemudahan temuan tumbuhan dalam sistem agroforestri

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Total Skor Mudah Tidaknya Pohon ditemukan di DAS Konto	Persentase kemudahan temuan di Ngantang,%	Persentase kemudahan temuan di Pujon, %
1	Alpukat	<i>Persea americana</i>	100	83.8	85.4
2	Kopi robusta	<i>Coffea canephora var. robusta</i>	96	91.9	65.9
3	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	83	100.0	34.1
4	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	60	75.7	29.3
5	Mahoni	<i>Swietenia mahogany</i>	58	81.1	9.8
6	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	49	75.7	2.4
7	Surian	<i>Toona sureni</i>	49	27.0	53.7
8	Pinus	<i>Pinus mercurii</i>	48	18.9	63.4
9	Kakao	<i>Theobroma cacao</i>	44	62.2	2.4
10	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	42	59.5	12.2
11	Bambu	<i>Bamboosa arundinacea</i>	41	40.5	24.4
12	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	40	45.9	12.2
13	Mindi	<i>Melia azedarach</i>	33	40.5	9.8
14	Galitus	<i>Eucalyptus globulus</i>	33	0.0	51.2
15	Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i>	29	40.5	4.9
16	Dadap	<i>Erythrina subumbrans</i>	27	43.2	4.9
17	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	26	43.2	2.4
18	Langsep	<i>Lansium domesticum</i>	23	37.8	0.0
19	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	23	37.8	4.9
20	Damar	<i>Agathis alba</i>	22	8.1	39.0
21	Jeruk manis	<i>Citrus onshiu</i>	18	10.8	14.6
22	Apel	<i>Malus silveltris</i>	16	5.4	24.4
23	Jambu Air	<i>Syzigium Aqueum</i>	16	5.4	24.4
24	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	15	21.6	9.8
25	Jati	<i>Tectona grandis</i>	13	18.9	0.0
26	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	12	8.1	12.2
27	Salam	<i>Eugenia polyantha</i>	10	13.5	0.0
28	Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i>	9	18.9	0.0
29	Lengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	6	0.0	7.3
30	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	6	2.7	4.9
31	Sepang	<i>Antidesma velutinosum</i>	6	8.1	0.0
32	Duku	<i>Lansium domesticum</i>	6	8.1	2.4
33	Anggrong	<i>Trema orientalis</i>	6	2.7	9.8
34	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i>	5	5.4	2.4
35	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	5	8.1	0.0
36	Cokoh baros/Manglid	<i>Manglieta glauca</i>	5	10.8	0.0
37	Belimbing	<i>Averrhoa carambola</i>	4	2.7	2.4
38	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	4	0.0	4.9
39	Jati Kertas	<i>Gmelina orborea</i>	4	5.4	0.0

40	Jawa	<i>Khaya sinegalensis L</i>	4	5.4	0.0
41	Jeruk nipis	<i>Citrus aurantifolia</i>	4	5.4	0.0
42	Jeruk purut	<i>Citrus hystrix</i>	4	5.4	0.0
43	Krangean	<i>Litsea cubeba</i>	4	0.0	4.9
44	Pinang	<i>Areca pinnata</i>	4	5.4	0.0
45	Randu	<i>Ceiba petandra</i>	4	2.7	2.4
46	Salak	<i>Salacca zalacca</i>	4	5.4	0.0
47	Sukun	<i>Artocarpus communis</i>	4	5.4	0.0
48	Tutup	<i>Omalanthus sp.</i>	4	5.4	0.0
49	Glirisidia	<i>Gliricidia sepium</i>	4	8.1	0.0
50	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	4	0.0	7.3
51	Maesopsis	<i>Maesopsis eminii</i>	4	2.7	4.9
52	Pasang	<i>Quercus lineata</i>	4	0.0	7.3
53	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)	<i>Sterculia foetida</i>	3	0.0	4.9
54	Muris/Sirsat	<i>Anona muricata</i>	3	5.4	0.0
55	Emponan	<i>Milletia sp</i>	3	0.0	7.3
56	Nyampuh	<i>Litsea glutinosa</i>	3	2.7	4.9
57	Akasia	<i>Accasia mangium</i>	2	0.0	2.4
58	Bendo	<i>Artocarpus elasticus</i>	2	2.7	0.0
59	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	2	0.0	2.4
60	Keningar	<i>Cinnamomum verum</i>	2	0.0	2.4
61	Palem	<i>Areca catechu</i>	2	2.7	0.0
62	Sintok	<i>Persea sintok</i>	2	0.0	2.4
63	Turi	<i>Sesbania grandiflora</i>	2	2.7	0.0
64	Wadang	<i>Pterospermum spp.</i>	2	2.7	0.0
65	Andewi	<i>Cichorium endivia</i>	2	0.0	4.9
66	Bimo	<i>Artocarpus spp</i>	2	0.0	4.9
67	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	2	0.0	4.9
68	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>	1	0.0	2.4
69	Bulu	<i>Hopea cf. ferruginea Parijs</i>	1	0.0	2.4
70	Cemara gunung	<i>Casuarina junghuhniana</i>	1	2.7	0.0
71	Cembirit	<i>Ervatamia divaricata</i>	1	2.7	0.0
72	Geragasan/ Tengkaras	<i>Ficus elastica Roxb</i>	1	0.0	2.4
73	Getasan/ rawa-rawa pipit	<i>Buchanania arborescens</i>	1	0.0	2.4
74	Johar	<i>Senna siamea</i>	1	0.0	2.4
75	Rotan	<i>Calamus javensis</i>	1	0.0	2.4
76	Sapen	<i>Pometia tomentosa</i>	1	2.7	0.0
77	Sembung	<i>Blumea balsamifera.L</i>	1	0.0	2.4

Lampiran 5.4 Nilai guna berbagai tumbuhan dalam sistem agroforestri bagi petani

No	Nama latin	Nama Pohon	Manfaat yang diambil					
			Buah	Kayu/ Batang	Bunga	Akar	Getah	Daun
1	<i>Coffea canephora var. robusta</i>	Kopi robusta	+					
2	<i>Persea americana</i>	Alpukat	+	+				
3	<i>Durio zibethinus</i>	Durian	+	+				
4	<i>Swietenia mahogany</i>	Mahoni		+				
5	<i>Pinus mercurii</i>	Pinus		+			+	
6	<i>Toona sureni</i>	Surian		+				
7	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	+	+				
8	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon		+				+
9	<i>Cocos nucifera</i>	Kelapa	+	+				
10	<i>Theobroma cacao</i>	Kakao	+					
11	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Waru		+				+
12	<i>Bamboosa arundinacea</i>	Bambu		+				
13	<i>Agathis alba</i>	Damar		+				
14	<i>Melia azedarach</i>	Mindi		+				
15	<i>Eucalyptus globulus</i>	Galitus		+				
16	<i>Eugenia aromatica</i>	Cengkeh			+			
17	<i>Malus silveltris</i>	Apel	+					
18	<i>Erythrina subumbrans</i>	Dadap		+				+
19	<i>Parkia speciosa</i>	Petai	+	+				
20	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambutan	+					
21	<i>Lansium domesticum</i>	Langsep	+					
22	<i>Syzigium Aqueum</i>	Jambu Air	+					
23	<i>Tectona grandis</i>	Jati		+				
24	<i>Citrus onshiu</i>	Jeruk manis	+					
25	<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	+	+				+
26	<i>Mangifera indica</i>	Mangga	+					

27	<i>Eugenia polyantha</i>	Salam		+			+
28	<i>Trema orientalis</i>	Anggrong		+		+	
29	<i>Antidesma velutinosum</i>	Sepang	+	+			
30	<i>Mangelieta glauca</i>	Cokoh baros/Manglid	+	+			
31	<i>Lansium domesticum</i>	Duku	+	+			
32	<i>Garcinia mangostana</i>	Manggis	+				
33	<i>Litsea glutinosa</i>	Nyampuh		+			
34	<i>Milletia sp</i>	Emponan			+	+	+
35	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Kaliandra			+		+
36	<i>Gmelina orborea</i>	Jati Kertas	+	+			+
37	<i>Khaya sinegalensis L</i>	Jawa		+			
38	<i>Citrus hystrix</i>	Jeruk purut	+				+
39	<i>Maesopsis eminii</i>	Maesopsis		+			
40	<i>Omalanthus sp.</i>	Tutup		+			+
41	<i>Artocarpus spp</i>	Bimo		+			
42	<i>Quercus lineata</i>	Pasang		+			
43	<i>Pithecellobium jiringa</i>	Jengkol	+	+			
44	<i>Dimocarpus longan</i>	Lengkeng	+				
45	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling		+			
46	<i>Cichorium endivia</i>	Andewi					+
47	<i>Averrhoa carambola</i>	Belimbing	+		+		
48	<i>Anthocephalus cadamba</i>	Jabon		+			
49	<i>Sterculia foetida</i>	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)		+			
50	<i>Psidium guajava</i>	Jambu biji	+	+		+	+
51	<i>Litsea cubeba</i>	Krangean		+			
52	<i>Gnetum gnemon</i>	Melinjo	+				+
53	<i>Ceiba petandra</i>	Randu	+				
54	<i>Casuarina junghuhniana</i>	Cemara gunung		+			
55	<i>Citrus aurantifolia</i>	Jeruk nipis	+				+
56	<i>Senna siamea</i>	Johar		+		+	

57	<i>Areca pinnata</i>	Pinang	+				
58	<i>Pterospermum spp.</i>	Wadang			+		
59	<i>Hopea cf. ferruginea Parijs</i>	Bulu			+		+
60	<i>Aleurites moluccana</i>	Kemiri	+		+		
61	<i>Cinnamomum verum</i>	Keningar			+		
62	<i>Pometia tomentosa</i>	Sapen			+		
63	<i>Ficus benyamina</i>	Beringin			+		
64	<i>Ficus elastica Roxb</i>	Geragasan/ Tengkaras	+		+		
65	<i>Anona muricata</i>	Sirsat	+				
66	<i>Artocarpus communis</i>	Sukun	+		+		
67	<i>Sesbania grandiflora</i>	Turi			+		+
68	<i>Artocarpus elasticus</i>	Bendo			+		
69	<i>Buchanania arborescens</i>	Getasan/ rawa-rawa pipit	+		+		+
70	<i>Gliricidia sepium</i>	Glirisidia	+		+		+
71	<i>Areca catechu</i>	Palem	+				
72	<i>Calamus javensis</i>	Rotan			+		+
73	<i>Salacca zalacca</i>	Salak	+				
74	<i>Blumea balsamifera.L</i>	Sembung	+		+		
75	<i>Accasia mangium</i>	Akasia			+		
76	<i>Ervatamia divaricata</i>	Cembirit			+		
77	<i>Persea sintok</i>	Sintok			+		
78	<i>Antidesma velutinosum</i>	Gipang			+		
79	<i>Dribalanops spp</i>	Kapur			+		

Lampiran 5.5 Jenis-jenis pohon hutan yng masih dapat dijumpai di lahan agroforestri (data ground check, sampling lapangan dan PRA)

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Ande-Ande	<i>Antidesma sp.</i>
2	Andewi	<i>Cichorium endivia</i>
3	Anggrong	<i>Trema orientalis</i>
4	Badut	<i>Planchonella nitida Dub</i>
5	Bendo	<i>Artocarpus elasticus</i>
6	Berasan	<i>Cyperus elatus L.</i>
7	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>
8	Bimo	<i>Artocarpus spp</i>
9	Bulu	<i>Hopea cf. ferruginea Parijs</i>
10	Cangcaratan	<i>Nauclea subdita Merr</i>
11	Cembirit	<i>Ervatamia divaricata</i>
12	Cokoh baros/ manglid	<i>Mangelieta glauca</i>
13	Emponan	<i>Milletia sp</i>
14	Eprek	<i>Ficus retusa</i>
15	Gedangan	<i>Aegiceras corniculatum</i>
16	Gempur Batu	<i>Ruellia napifera zoll</i>
17	Gendis	<i>Clinacanthus nutans lindau</i>
18	Geragasan/ Tengkaras	<i>Ficus elastica Roxb</i>
19	Getasan/ rawa-rawa pipit	<i>Buchanania arborescens</i>
20	Gintungan	<i>Bischofia javanica</i>
21	Gondang	<i>Ficus fariegata</i>
22	Jawa	<i>Khaya sinegalensis L</i>
23	Kayu Pasat	<i>Baccaurea cf. Javanica</i>
24	Kayu Truh	<i>Ficus sp.</i>
25	Kayu Tutup	<i>Omalanthus sp.</i>
26	Kemado	<i>Dyera costulata Hook</i>
27	Keruing	<i>Dipterocarpus spp.</i>
28	Krangean	<i>Litsea cubeba</i>
29	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)	<i>Sterculia foetida</i>
30	Lamer	<i>Glochidion sp.</i>
31	Mojo	<i>Aegle marmelos</i>
32	Nyampuh	<i>Litsea glutinosa</i>
33	Nyatoh/ Sito	<i>Palaquium spp</i>
34	Pasang	<i>Quercus lineata</i>
35	Piji	<i>Pinanga coronata</i>
36	Rotan	<i>Calamus javensis</i>
37	Salam Keker	<i>Eugenia aperculata</i>
38	Sapen	<i>Pometia tomentosa</i>
39	Saratan	<i>Flacortia inermis</i>
40	Sembung	<i>Blumea balsamifera.L</i>
41	Sepang	<i>Antidesma velutinosum</i>
42	Sintok	<i>Persea sintok</i>
43	Sonokembang	<i>Pterocarpus indicus</i>
44	Trasak	<i>Vatica sp.</i>
45	Trawas	<i>Litsea odorifera</i>
46	Tritih	<i>Celtis tetandra</i>
47	Wadang	<i>Pterospermum spp.</i>
48	Walek Lar	<i>Mallotus paniculatus</i>
49	Waru Gunung	<i>Hibiscus Sp.</i>

Lampiran 5.6 Persentase pohon disebutkan oleh responden di Ngantang dan Pujon melalui PRA

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Persentase disebutkan oleh respondendi Ngantang	Persentase disebutkan oleh respondendi Pujon
1	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	100.0	34.1
2	Kopi robusta	<i>Coffea canephora var. robusta</i>	91.9	65.9
3	Alpukat	<i>Persea americana</i>	83.8	85.4
4	Mahoni	<i>Swietenia mahogany</i>	81.1	9.8
5	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	75.7	29.3
6	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	75.7	2.4
7	Kakao	<i>Theobroma cacao</i>	62.2	2.4
8	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	59.5	12.2
9	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	45.9	12.2
10	Dadap	<i>Erythrina subumbrans</i>	43.2	4.9
11	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	43.2	2.4
12	Bambu	<i>Bamboosa arundinacea</i>	40.5	24.4
13	Mindi	<i>Melia azedarach</i>	40.5	9.8
14	Cengkeh	<i>Eugenia aromatica</i>	40.5	4.9
15	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	37.8	4.9
16	Langsep	<i>Lansium domesticum</i>	37.8	0.0
17	Surian	<i>Toona sureni</i>	27.0	53.7
18	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	21.6	9.8
19	Pinus	<i>Pinus mercurii</i>	18.9	63.4
20	Jati	<i>Tectona grandis</i>	18.9	0.0
21	Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i>	18.9	0.0
22	Salam	<i>Eugenia polyantha</i>	13.5	0.0
23	Jeruk manis	<i>Citrus onshiu</i>	10.8	14.6
24	Cokoh baros/ manglid	<i>Mangelieta glauca</i>	10.8	0.0
25	Damar	<i>Agathis alba</i>	8.1	39.0
26	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	8.1	12.2
27	Sepang	<i>Antidesma velutinsum</i>	8.1	0.0
28	Duku	<i>Lansium domesticum</i>	8.1	2.4
29	Sonokeling	<i>Dalbergia latifolia</i>	8.1	0.0
30	Glirisidia	<i>Gliricidia sepium</i>	8.1	0.0
31	Apel	<i>Malus silveltris</i>	5.4	24.4
32	Jambu Air	<i>Syzigium Aqueum</i>	5.4	24.4
33	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i>	5.4	2.4
34	Jati Kertas	<i>Gmelina orborea</i>	5.4	0.0
35	Jawa	<i>Khaya sinegalensis L</i>	5.4	0.0
36	Jeruk purut	<i>Citrus hystrix</i>	5.4	0.0
37	Tutup	<i>Omalanthus sp.</i>	5.4	0.0

38	Jeruk nipis	<i>Citrus aurantifolia</i>	5.4	0.0
39	Pinang	<i>Areca pinnata</i>	5.4	0.0
40	Sirsat	<i>Anona muricata</i>	5.4	0.0
41	Sukun	<i>Artocarpus communis</i>	5.4	0.0
42	Salak	<i>Salacca zalacca</i>	5.4	0.0
43	Anggrong	<i>Trema orientalis</i>	2.7	9.8
44	Nyampuh	<i>Litsea glutinosa</i>	2.7	4.9
45	Maesopsis	<i>Maesopsis eminii</i>	2.7	4.9
46	Belimbing	<i>Averrhoa carambola</i>	2.7	2.4
47	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	2.7	4.9
48	Randu	<i>Ceiba petandra</i>	2.7	2.4
49	Cemara gunung	<i>Casuarina junghuhniana</i>	2.7	0.0
50	Wadang	<i>Pterospermum spp.</i>	2.7	0.0
51	Sapen	<i>Pometia tomentosa</i>	2.7	0.0
52	Turi	<i>Sesbania grandiflora</i>	2.7	0.0
53	Bendo	<i>Artocarpus elasticus</i>	2.7	0.0
54	Palem	<i>Areca catechu</i>	2.7	0.0
55	Cembirit	<i>Ervatamia divaricata</i>	2.7	0.0
56	Galitus	<i>Eucalyptus globulus</i>	0.0	51.2
57	Emponan	<i>Milletia sp</i>	0.0	7.3
58	Kaliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	0.0	7.3
59	Bimo	<i>Artocarpus spp</i>	0.0	4.9
60	Pasang	<i>Quercus lineata</i>	0.0	7.3
61	Lengkeng	<i>Dimocarpus longan</i>	0.0	7.3
62	Andewi	<i>Cichorium endivia</i>	0.0	4.9
63	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0.0	4.9
64	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)	<i>Sterculia foetida</i>	0.0	4.9
65	Jambu biji	<i>Psidium guajava</i>	0.0	4.9
66	Krangan	<i>Litsea cubeba</i>	0.0	4.9
67	Johar	<i>Senna siamea</i>	0.0	2.4
68	Bulu	<i>Hopea cf. ferruginea Parijs</i>	0.0	2.4
69	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	0.0	2.4
70	Keningar	<i>Cinnamomum verum</i>	0.0	2.4
71	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>	0.0	2.4
72	Geragasan/ Tengkaras	<i>Ficus elastica Roxb</i>	0.0	2.4
73	Getasan/ rawa-rawa pipit	<i>Buchanania arborescens</i>	0.0	2.4
74	Rotan	<i>Calamus javensis</i>	0.0	2.4
75	Sembung	<i>Blumea balsamifera.L</i>	0.0	2.4
76	Akasia	<i>Accasia mangium</i>	0.0	2.4
77	Sintok	<i>Persea sintok</i>	0.0	2.4

Lampiran 5.7 Kemampuan masing-masing kelompok umur responden dalam mengidentifikasi jenis pohon di dalam sistem agroforestri

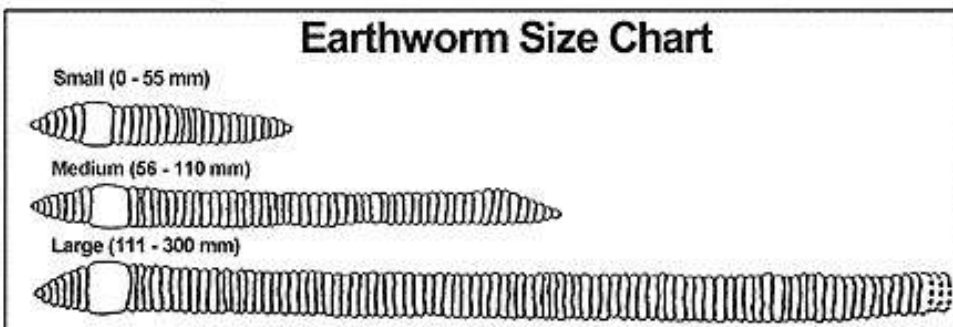
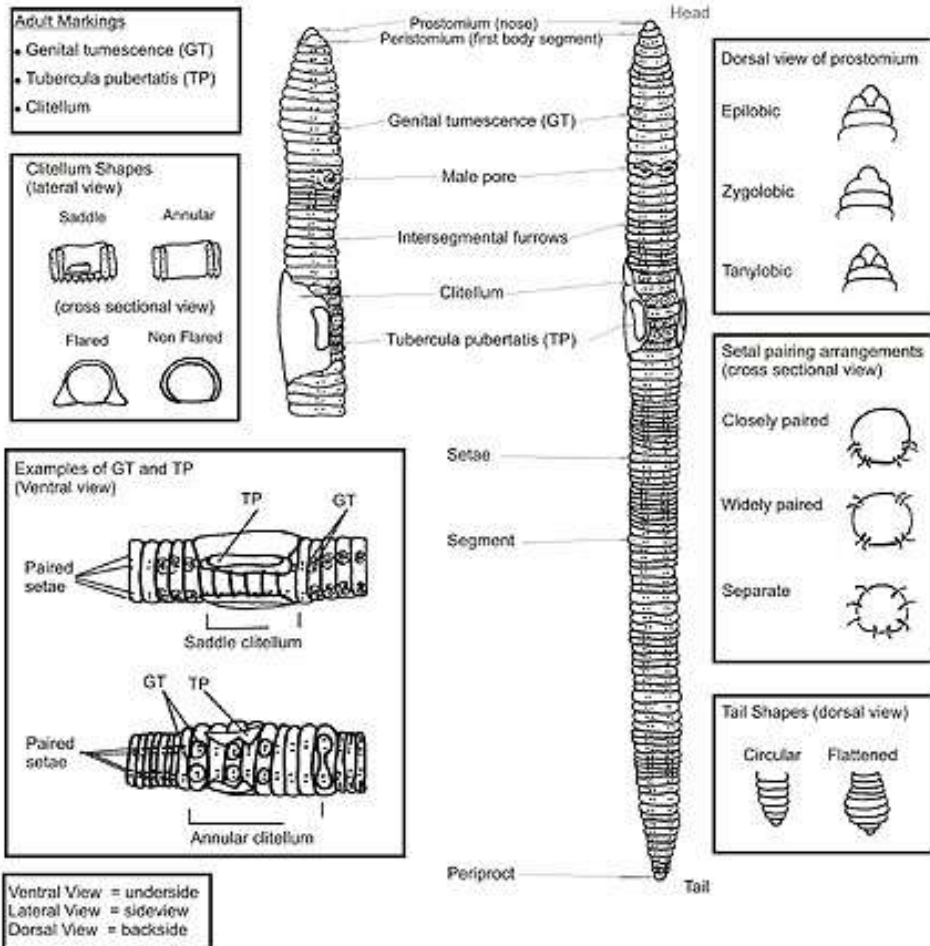
No.	Jenis pohon yang diidentifikasi oleh semua kelompok umur	Jenis pohon yang diidentifikasi oleh dua kelompok umur	Jenis pohon yang diidentifikasi oleh satu kelompok umur
1	Alpukat	Belimbing	Galitus
2	Anggrong	Bimo	Akasia
3	Apel	Cokoh baros/ Manglid	Andewi
4	Bambu	Damar	Bendo
5	Cengkeh	Duku	Beringin
6	Dadap	Jati	Bulu
7	Durian	Jengkol	Cemara gunung
8	Glirisidia	Kaliandra	Cembirit
9	Jambu Air	Krangean	Emponan
10	Jeruk manis	Kupukethek(kapok ketek/kepuh)	Geragasan/ Tengkaras
11	Kakao	Lamtoro	Getasan/ rawa-rawa pipit
12	Kelapa	Lengkeng	Jabon
13	Kopi robusta	Manggis	Jambu biji
14	Langsep	Melinjo	Jati Kertas
15	Mahoni	Pasang	Jawa
16	Mangga	Petai	Jeruk nipis
17	Mindi	Randu	Jeruk purut
18	Nangka	Salam	Johar
19	Nyampuh	Sepang	Kemiri
20	Pinus	Sirsat	Keningar
21	Rambutan	Sonokeling	Maesopsis
22	Sengon		Palem
23	Surian		Pinang
24	Waru		Rotan
25			Salak
26			Sapen
27			Sembung
28			Sintok
29			Sukun
30			Turi
31			Tutup
32			Wadang

Lampiran 6.1 Hasil Pengamatan Cacing Tanah di Ngantang (Plot HIRD-UB, 2008) dan foto-foto spesimen

Identifikasi jenis cacing tanah

<http://www.icewatch.ca/english/wormwatch/programs/inv2.html>

General Earthworm Diagram



Sending worms to Worm Watch

Remember to send in one representative of each type of adult earthworm you find, even the adults that can be identified by this key.



Copyright © Worm Watch 2000. Permission to reproduce this key is limited to classroom use only.

<i>Peryonix excavatus</i>		Famili : Megascolicidae	
Tipe setae		Perisetin	
Prostomium		Epilobus	
Klitellum		13-17 ; annular	
Pori Jantan		18	
Pori betina		14	
Bentuk ekor		circular	
Warna tubuh dorsal		coklat	
Warna tubuh ventral		putih	
Jumlah segmen total		92	
Tempat		HT	

<i>Polypheretima elongata</i>		Famili : Megascolicidae	
Tipe setae		Perisetin	
Prostomium		epilobus	
Klitellum		14-16 ; annular	
Pori Jantan		18	
Pori betina		15	
Bentuk ekor		circular	
Warna tubuh dorsal		Coklat muda	
Warna tubuh ventral		Coklat muda	
Jumlah segmen total		89	
Tempat		HT	

<i>Metaphire californica</i>		Famili : Megascolicidae	
Tipe setae		Perisetin	
Prostomium		epilobus	
Klitellum		14-16	
Pori Jantan		18 ; spermathecal pores 7/8	
Pori betina		15	
Bentuk ekor		circular	
Warna tubuh dorsal		Putih kecoklatan	
Warna tubuh ventral		Putih kecoklatan	
Jumlah segmen total		92	
Tempat		HT	



Gambar penciri cacing tanah *Metaphire* sp.1 ditemukan di hutan terganggu dan di lahan Agroforestri naungan *Gliricidia* di Sumberjaya (Foto oleh : Dewi)

<i>Pheretima minima</i> (Hoerst)		Famili : Megascolicidae
Tipe setae	Perisetin	
Prostomium	epilobus	
Klitellum	13-14 ; annular	
Pori Jantan	17	
Pori betina	14	
Spermathecal	22-23	
Bentuk ekor	circular	
Warna tubuh dorsal	hitam	
Warna tubuh ventral	putih	
Jumlah segmen total	122	
Tempat	HB	

<i>Eiseniella tetraeda f. typica</i> (savigny)		Famili : Lumbricidae
Tipe setae	Lumbrisin renggang	
Prostomium	epilobus	
Klitellum	17-18	
Pori Jantan	22	
Pori betina	17	
Bentuk ekor	circular	
Warna tubuh dorsal	hitam	
Warna tubuh ventral	putih	
Jumlah segmen total	112	
Tempat	HB	

<i>Peryonix excavatus</i>	Famili : Megascolicidae
Tipe setae	Perisetin
Prostomium	epilobus
Klitellum	14-16 ; annular
Pori Jantan	17
Pori betina	15
Bentuk ekor	circular
Warna tubuh dorsal	Hitam
Warna tubuh ventral	Putih
Jumlah segmen total	99
Tempat	KM

<i>Pheretima californica</i> (Kinberg)	Famili : Megascolicidae
Tipe setae	Perisetin
Prostomium	epilobus
Klitellum	12-13 ; annular
Pori Jantan	14
Pori betina	11
Bentuk ekor	circular
Warna tubuh dorsal	hitam
Warna tubuh ventral	putih
Jumlah segmen total	102
Tempat	KM

<i>Dichogaster bolaii</i>	Famili : Megascolicidae
Tipe setae	Lumbrisin
Prostomium	epilobus
Klitellum	12-19 ; annular
Pori Jantan	23
Pori betina	13
Spermathecal	11
Bentuk ekor	circular
Warna tubuh dorsal	coklat
Warna tubuh ventral	coklat
Jumlah segmen total	178
Tempat	KM