

ALELOPATI PADA POLATANAM KOPI DAN TEKNIK PENGENDALIAN SERTA PROSPEK PEMANFAATANNYA

Handi Supriadi dan Bambang Eka Tjahjana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
Telp. (0266) 7070941, Faks. (0266) 43357
handi_balitri@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya tanaman kopi saat ini ditekankan pada peningkatan produktivitas lahan diantara tanaman kopi yaitu dengan menerapkan sistem polatanam kopi dengan tanaman lain yang bernilai ekonomi tinggi, baik sebagai penaung maupun tanaman sela. Agar penerapan polatanam kopi mencapai hasil yang optimal, maka perlu dikaji aspek alelopati pada setiap tanaman yang akan ditumpang sarikan. Senyawa alelopati yang dihasilkan oleh tanaman kopi maupun tanaman lain, selain berpengaruh buruk terhadap tanaman lain, juga dapat merusak tanaman penghasil senyawa alelopati itu sendiri yang disebut dengan autotoksik, namun disisi lain terdapat senyawa alelopati yang dapat memacu pertumbuhan tanaman lain. Senyawa alelopati berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai herbisida maupun pestisida alami, yang ramah terhadap lingkungan. Penggunaan kompos dengan bahan organik, pupuk organik, pupuk magnesium sulfat, mikroba tanah, dan polatanam dengan tanaman aromatik seperti menta, selasih, oregano, dan sage dapat menurunkan tingkat toksisitas senyawa alelopati.

Kata kunci : kopi, polatanam, senyawa, alelopati, manfaat, pengendalian

ABSTRACT

Coffee cultivation is currently focused on improving the productivity of land between the coffee plant by implementing a system cropping pattern coffee with other crops of high economic value , both as a shade or intercrops . In order for the application of coffee cropping patern achieve optimal results , it is necessary to study the aspects of the residues at each plant that will intercropped. Compound residues generated by the coffee plants and other crops , in addition to adversely affect the other plants , can also damage crops residues compound itself called autotoksik , but on the other hand there are residues of compounds that can stimulate the growth of other plants . Compound residues likely to be used as a natural pesticide or herbicide , which is friendly to the environment . The use of compost with organic materials , organic fertilizer , magnesium sulphate fertilizer , soil microbes , and polatanam with aromatic plants such as menta, basil, oregano, and sage can reduce the level of toxicity of the compound residues .

Keywords: coffee, cropping patern, compound, residues

PENDAHULUAN

Budidaya kopi saat ini selain diarahkan untuk meningkatkan produksi, juga lebih diintensifkan pada peningkatan produktivitas lahan diantara tanaman kopi, yang mampu memberikan pendapatan lebih tinggi, sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan pada usahatani kopi. Upaya tersebut diwujudkan antara lain dengan menerapkan polatanam kopi dengan tanaman bernilai ekonomi tinggi baik sebagai penaung maupun tanaman sela.

Tanaman bernilai ekonomi tinggi yang sering digunakan sebagai penaung tanaman kopi antara lain kayu manis (*Cinnamomum burmani*), jeruk (*Citrus* sp.), makadamia (*Macadamia integrifolia*), *Eucalyptus globulus*,

Albizia gummifera, *Cordia africana*. Sedangkan pada kopi Robusta, spesies yang ditanam antara lain pete (*Parkia speciosa*), jengkol (*Pithecolobium lobatum*), kelapa (*Cocos nucifera*), durian (*Durio zibethinus*), lamtoro (*Leucaena* sp.) dan pisang (*Mussa* sp.) (Prawoto *et al.*, 2006; Hunde *et al.*, 2014). Sedangkan tanaman sela yang biasa ditanam diantara tanaman kopi diantaranya yaitu jagung (*Zea mays*), kacang arab (*Cicer arietinum*), kedelai (*Glycine max*), gandum (*Triticum aestivum*), mentimun (*Cucumis sativus*), menta (*Mentha piperita*), selasih (*Ocimum bacillus*), dan sage (*Salvia officinalis*) (Santos *et al.*, 2003; Pacheco dan Pohlen, 2007; May *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2011; Chandra *et al.*, 2013).

Dalam usahatani kopi pemilihan pohon penaung atau tanaman sela harus memper-timbangkan adanya efek alelopati dari pohon penaung atau tanaman sela pada tanaman kopi maupun dari tanaman kopi pada pohon penaung atau tanaman sela yang digunakan. Hal tersebut penting dilakukan karena senyawa alelopati dari suatu tanaman secara langsung maupun tidak langsung dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lainnya, baik yang bersifat positif/perangsang-an, maupun negatif/penghambatan, melalui pelepasan senyawa kimia ke lingkungannya (Singh *et al.*, 2003). Senyawa kimia dari alelopati (alelokimia) dapat dilepaskan ke lingkungan melalui berbagai mekanisme seperti penguapan dari daun, akar dan eksudasi dari pencucian daun-daun jatuh dan tanaman sampah (De Albuquerque *et al.*, 2011).

Agar senyawa alelopati yang dihasilkan oleh suatu tanaman tidak merugikan tanaman lain, maka perlu upaya untuk penanggulangnya, seperti penggunaan pupuk buatan dan organik, rotasi tanaman dan mikroorganisme (Djazuli, 2011). Disamping itu sifat toksik dari senyawa alelopati dapat dimanfaatkan untuk pengendalian gulma, hama dan penyakit (Junaedi *et al.*, 2006).

Penyusunan makalah ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai alelopati pada beberapa model polatanam kopi dengan pohon penaung dan tanaman sela, baik yang bersifat positif maupun negatif. Selain itu makalah ini menguraikan tentang teknik pengendalian alelopati dan pemanfaatannya.

SUMBER DAN JENIS SENYAWA ALELOPATI

Sumber Senyawa Alelopati

Sumber senyawa alelopati pada suatu agroekosistem, dapat berasal dari tanaman semusim (pangan, dan hortikultura), tanaman tahunan dan perkebunan, gulma, serta mikroorganisme. Senyawa alelopati yang berasal dari tanaman dan gulma dapat dikeluarkan dalam bentuk eksudat atau eksresi dari akar dan serbuk sari, luruhan organ

(*decomposition*), senyawa yang menguap (*volatile*) melalui stomata daun, batang, dan akar, serta pencucian (*leaching*) dari organ bagian luar (daun segar) melalui air hujan atau embun. Sedangkan yang berasal dari mikroorganisme dikeluarkan melalui transformasi (Reigosa *et al.* 2000; Qasem and Foy 2001; Djazuli, 2011).

1. Tanaman semusim

Tanaman semusim dapat mengeluarkan senyawa alelopati cukup banyak. Berdasarkan hasil penelitian Batish *et al.* (2001) diperoleh 56 spesies tanaman semusim bersifat alelopati terhadap tanaman yang lain, 56 spesies tanaman semusim bersifat alelopati terhadap gulma, dan 31 spesies tanaman semusim bersifat autotoxic. Contoh tanaman semusim/tanaman pangan yang menghasilkan senyawa alelopati antara lain padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*), kedelai (*Glycine max*), buncis (*Phaseolus vulgaris*) dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*) (Inderjit dan Keating, 1999)

2. Tanaman tahunan dan perkebunan

Jenis tanaman tahunan yang bersifat alelopati antara lain: *Acacia* spp., *Albizia lebeck*, *Albizia gummifera*, *Cordia africana*, *Eucalyptus* spp., *Eucalyptus globulus*, *Grewia optiva*, *Glirycidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Populus deltoides*, *Abies balsamea*, *Picea mariana*, *Pinus divaricata*, *Pinus resinosa*, *Centaura maculosa*, *Centaura diffusa* dan *Thuja occidentalis* (Rice 1995; Gill dan Prasad 2000; Reigosa *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2001; Callaway dan Ashchehoug, 2000; Hunde *et al.*, 2014).

Tanaman perkebunan yang dapat menghasilkan senyawa alelopati antara lain jahe (*Zingiber officinale*) (Wiroatmodjo, 1992), Kopi Arabika (*Coffea arabica*) (May *et al.*, 2011; Chandra *et al.*, 2013;) nilam (*Pogostemon cablin*) (Djazuli, 2002), teh (*Camellia sinensis*) (Bhardwaj dan Laura, 2009), Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) (Kobaisy *et al.*, 2001) dan beberapa tanaman obat (Gilani *et al.*, 2010).

3. Gulma

Terdapat 239 spesies gulma yang memiliki potensi alelopati (Qasem dan Foy, 2001). Secara rinci Qasem dan Foy (2001) melaporkan bahwa terdapat 64 spesies gulma yang bersifat alelopati terhadap gulma lain, 25 spesies gulma yang bersifat autotoxic/autopathy, dan 51 spesies gulma aktif sebagai antifungi atau antibakteri dan sisanya 99 spesies gulma berpengaruh negatif pada tanaman. Beberapa jenis gulma yang dapat menimbulkan efek alelopati diantaranya rumput quack (*Agropyron repens* L.), alang-alang (*Imperata cylindrica* L.), rumput teki (*Cyperus esculentus* L.) dan lain-lain (Djazuli, 2011).

4. Mikroorganisme

Beberapa mikroorganisme yang dapat mengeluarkan senyawa alelopati diantaranya bakteri *Streptomyces sagonensis*, *S. hygroscopicus*, dan *Pseudomonas fluorescens*, dilaporkan senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan beberapa tanaman (Singh *et al.*, 2001).

Jenis Senyawa Alelopati

Senyawa alelopati umumnya merupakan metabolit sekunder seperti alkaloid, fenolik, terpenoid, flavonoid, steroid, poliaseti-lena, dan minyak esensial (Rice, 1995; Inderjit dan Keating, 1999; Hadacek, 2002).

Biji kopi mengandung kafein (1,3,7 - trimethylxanthine) yang merupakan senyawa alkaloid dan secara alami ditemukan pada sekitar 100 spesies tanaman (Ashihara, 2006) dan senyawa polifenol seperti tanin dan asam fenolat (asam klorogenat) (Kokate *et al.*, 2010; Siegler, 2010; Rizvi dan Rizvi, 2010). Kafein ditemukan dalam jumlah lebih besar pada berbagai jaringan dan organ kopi, terutama dalam biji, bunga dan daun. Menurut Da Rosa *et al.* (2006) dan Keya *et al.* (2003) kafein ditemukan dalam biji kopi Arabika berkisar 1,1-1,7% dan 2 - 3% pada kopi Robusta, sebagian besar terlokalisasi dalam endosperm, bebas dalam sitoplasma sel atau kompleks dengan asam klorogenat dalam bentuk garam kalium. Selain itu kafein ditemukan banyak di dalam

akar namun sedikit di dalam tanaman bagian atas.

Peran kafein adalah sebagai induser pertumbuhan atau peredam pertumbuhan tanaman dan terhubung dengan efek alelopati termasuk efek antar dan intraspecific (Singh, *et al.*, 2001; Hesse, 2002; Uefuji *et al.*, 2003). Selain itu, kafein merupakan pestisida alami yang efektif (Bojo dan Mantle, 2000; Chaufoun *et al.*, 2000; Hollingsworth *et al.*, 2002; Pereira *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2006). Kafein juga berkontribusi pada lambatnya perkecambahan biji kopi (Pereira *et al.*, 2002). Asam fenolat (asam klorogenat) telah terbukti beracun untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Siegler, 2010).

Sejumlah studi menunjukkan bahwa ekstrak daun dari pohon penaung tanaman kopi (*Eucalyptus* sp.) mengandung senyawa alelopati (fenolik) seperti coumarik, gallik, gentisik, katekol, vanilat dan asam hidroksibenzoat syringik yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman lain (Hunde *et al.*, 2014)

Jagung merupakan salah satu tanaman sela pada tanaman kopi yang mempunyai senyawa alelopati yang pengaruh negatif terhadap pertumbuhan. Beberapa senyawa alelopati seperti asam *hydroxamik*, asam *fenilasetat*, *fenil butirat*, asam kumarik, syringik, *vanillik*, *ferulik*, asam *p-hidroksibenzoat*, *brassinosteroids*, *flavonoid* dan β -karoten diproduksi oleh akar dan serbuk sari tanaman jagung. Senyawa alelopati tersebut berbahaya bagi tanaman lain (Sicker *et al.*, 2001).

ALELOPATI PADA POLATANAM KOPI

Kopi Arabika

Senyawa alelopati (kafein dan asam klorogenat) yang dihasilkan kopi Arabika, baik yang berasal dari kulit buah, kulit tanduk, biji maupun daun berpengaruh (negatif atau positif) terhadap pertumbuhan tanaman lain.

Chandra *et al.* (2013) melaporkan bahwa ekstrak biji kopi secara signifikan mempengaruhi perkecambahan benih dan pertumbuhan radikula kacang arab (*Cicer*

arietinum) dan gandum (*Triticum aestivum*). Semakin tinggi konsentrasi daya kecambah kacang arab dan gandum semakin rendah, begitu juga dengan pertumbuhan radikula

kacang arab dan gandum semakin terhambat. Pada konsentrasi 40 mg/ml benih kacang arab dan gandum tidak berkecambah (Tabel 1).

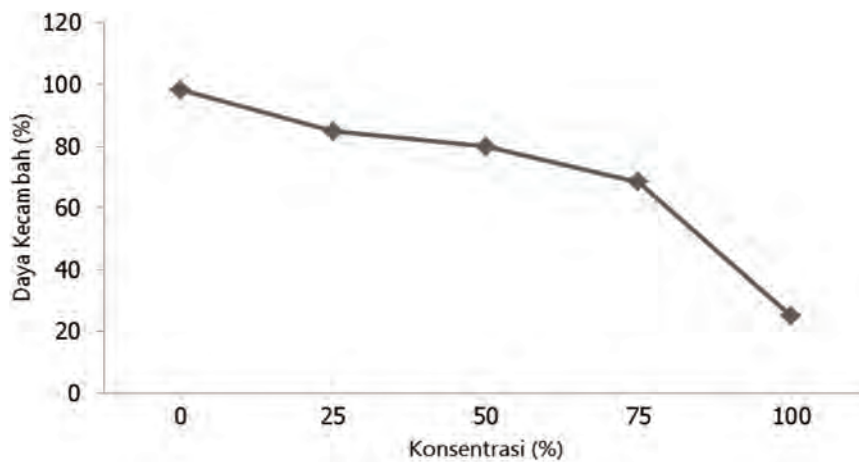
Tabel 1. Studi bioassay ekstrak biji kopi terhadap perkecambahan dan pertumbuhan radikula kacang arab (*T. aestivum*) dan gandum (*C. arietinum*)

Konsentrasi (mg/ml)	Daya Kecambah (%)		Penghambatan Pertumbuhan radikula (%)	
	Gandum	Kacang Arab	Gandum	Kacang Arab
Kontrol	90	100	0	0
1,25	70	80	11,11	83,30
2,5	60	60	25,09	85,02
5	50	50	25,09	88,02
10	50	20	32,58	94,79
20	50	0	34,45	100
40	0	0	100	100

Sumber : Chandra *et al.*, 2013

Ekstrak kulit tanduk kopi yang diberikan dalam biji mentimun di cawan petri, menghambat perkecambahan dan pengembangan radikula

benih mentimun di semua perlakuan dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1) (May *et al.*, 2011)

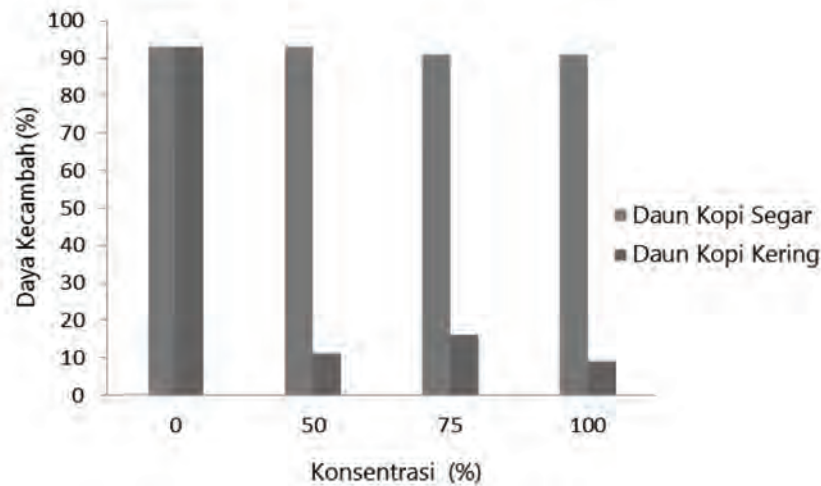


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi ekstrak cair kulit tanduk kopi Arabika terhadap daya kecambah benih mentimun (*Cucumis sativus* L.) di cawan petri.

Sumber : May *et al.*, 2011

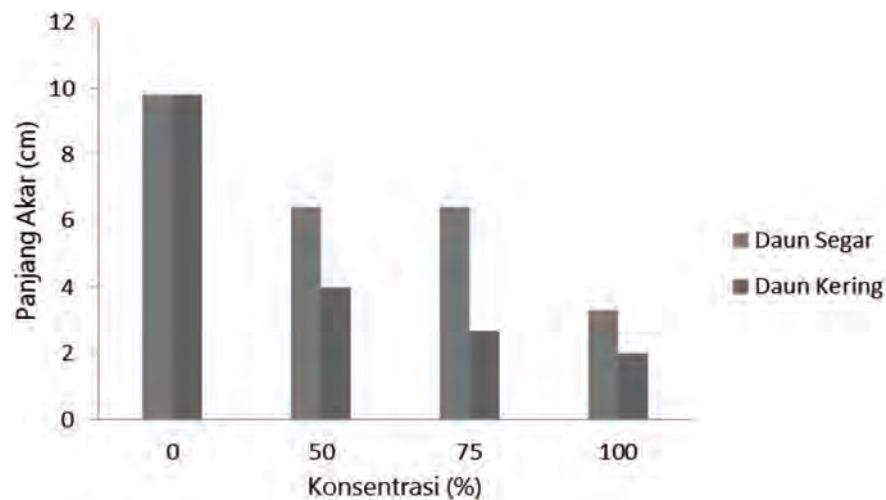
Hasil penelitian Rodrigues *et al.* (2011), melaporkan bahwa ekstrak daun kering kopi Arabika menurunkan daya kecambah benih kedelai, sedangkan ekstrak daun segar tidak berpengaruh terhadap daya kecambah benih

kedelai (Gambar 2). Panjang akar benih kedelai terhambat akibat diberi ekstrak daun kopi segar maupun daun kopi kering, dan ekstrak daun kopi kering menunjukkan efek yang lebih tinggi (Gambar 3).



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun kopi Arabika terhadap daya kecambah benih kedelai (*Glycine max*) selama empat hari

Sumber : Rodrigues *et al.*, 2011



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun kopi Arabika terhadap panjang akar benih kedelai (*Glycine max*) selama tiga hari

Sumber : Rodrigues *et al.*, 2011

Pengujian ekstrak cair yang berasal dari kulit kopi kering yang diberikan kepada tiga spesies tanaman yaitu *Calopogonium muconoides*, *Stylosanthes capitata* dan *Sativa lactuta* menunjukkan tiga spesies diamati yang mengalami penurunan daya kecambah dan indeks kecepatan perkecambahan (Pires *et al.*, 2010).

Pertumbuhan semua tanaman di lapang yang terdiri dari alfalfa (*Medicago sativa*), krotalaria (*Crotalaria juncea*), rumput guinea (*Panicum maximus*), sorgum (*Sorghum bicolor*

), bunga matahari (*Helianthus annuus*), oat (*Avena sativa*), barlei (*Hordeum vulgare*) dan rye (*Secale cereale*) terhambat, akibat pada tahun pertama penanaman diberi limbah kopi dengan dosis 10 kg m^{-2} , sedangkan pada tahun ke dua efek penghambatan tersebut menghilang (Yamane *et al.*, 2014). Sementara itu Isfahan dan Shariati, (2007) melaporkan bahwa kandungan kafein dapat menurunkan daya kecambah dan waktu berkecambah kacang legum mahkota vetch (*Coronilla varia*) (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh kafein terhadap perkecambahan benih *Coronilla varia*

Konsentrasi kafein Mm	Daya Kecambah (%)	Waktu Berkecambah (hari)
Kontrol	97,5	3
40	85	5
43,4	90	5
47,6	85	5
55	72,5	5

Sumber : Isfahan dan Shariati, 2007

Pemberian kafein dengan konsentrasi 50-2000 μ M pada stek hipokotil kacang hijau (*Phaseolus aureus*) dapat mengurangi jumlah dan panjang akar. Benih kacang ercis/kacang polong (*Pisum sativum*) yang diberi kafein dengan konsentrasi antara 10.000 dan 25.000 μ M mengakibatkan jumlah sel akar berkurang (Curlango-Rivera, et al., 2010)

Menurut Khursheed et al. (2009) kafein dalam dosis yang lebih rendah ($\leq 0,75$ %) memiliki efek stimulasi pada pertumbuhan dan hasil bunga matahari (*H. annuus* L.) sedangkan dosis yang lebih tinggi (≥ 1 %) memiliki efek penghambatan dan mengurangi pertumbuhan dan hasil sampai batas tertentu kecuali jumlah biji.

Aplikasi ekstrak kulit tanduk kopi pada substrat komersial mendorong penambahan biomassa biji mentimun (*C. sativus*), seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak (May et al., 2011). Sementara itu Santos et al. (2002), melaporkan ekstrak kulit tanduk kopi memacu pertumbuhan awal dan berat kering yang lebih besar pada bayam ramping/slender (*Amaranthus viridis*).

Selain berpengaruh terhadap tanaman lain, senyawa alelopati kafein yang dihasilkan tanaman kopi juga dapat merusak dan menghambat pertumbuhan tanaman kopi itu sendiri (*autotoksik*). Hasil penelitian Da Rosa et al. (2006) melaporkan bahwa perkecambahan dan perkembangan *in vitro* embrio kopi Arabika dan Robusta dipengaruhi oleh kafein eksogen. Efek merugikan dari kafein eksogen pada embrio kopi, lebih tinggi terdapat pada akar dibandingkan di kotiledon. Embrio kopi Arabika lebih sensitif terhadap efek buruk dari kafein eksogen dibandingkan embrio kopi Robusta. Kafein berkontribusi dalam lambatnya perkecambahan dan pertumbuhan biji kopi.

Pohon Penaung

Hunde et al. (2014), mengungkapkan bahwa ekstrak berair daun *Eucalyptus globulus*, *Albizia gummifera*, *Cordia africana* pada berbagai tingkat konsentrasi menghambat perkecambahan dan pertumbuhan plumula serta radikula benih kopi arabika. Efek penghambatan paling tinggi terdapat pada ekstrak daun *E. globulus* jika dibandingkan dengan *A. gummifer* dan *C. africana*. (Tabel 3).

Table 3. Studi bioassay ekstrak daun *E. Globulus*, *A.gummifera* dan *C. africana* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih kopi Arabika

Konsentrasi (%)	Ekstrak daun <i>E. Globulus</i>			Ekstrak daun <i>A. gummifera</i>			Ekstrak daun <i>C. africana</i>		
	Daya Kecambah (%)	Panjang Plumula (cm)	Panjang Radikula (cm)	Daya Kecambah (%)	Panjang Plumula (cm)	Panjang Radikula (cm)	Daya Kecambah (%)	Panjang Plumula (cm)	Panjang Radikula (cm)
Kontrol	70	5,7	4,7	70	5,7	4,7	70	5,7	4,7
5	33	4,5	3,8	46	5,0	3,9	63	5,0	4,6
10	23	4,1	3,5	43	4,5	3,7	60	4,8	4,5
20	20	3,3	2,9	36	3,8	2,7	53	3,9	3,4

Sumber : Hunde et al., 2014

Menurut Prawoto et al. (2006), eksudat akar tanaman ramayana (*Cassia spectabilis*),

dicurigai mengandung senyawa kimia yang berdampak alelopati cukup kuat terhadap bibit

kopi Arabika umur tujuh bulan, rerata variabel pertumbuhan bibit kopi terhambat sekitar 10,24% dibandingkan kontrol. Tanaman johar (*Cassia siamea*) dan durian (*Durio zibethinus*) juga menghambat pertumbuhan bibit kopi tetapi hasilnya bias dengan kadar hara dalam eksudat akar yang lebih rendah daripada kontrol. Di lain pihak tanaman Makadamia (*M. integrifolia*) dan Kayu manis (*C. burmani*) tidak menunjukkan alelopati terhadap tanaman kopi. Dengan demikian penggunaan tanaman ramayana dan johar sebagai tanaman penaung kopi, perlu dipertimbangkan secara lebih bijak. Sementara untuk tanaman durian perlu pengaturan tata tanam yang dapat memperkecil kompetisi serapan hara mineral.

Penelitian yang dilakukan Girma dan Wolka (2012) melaporkan bahwa serasah daun *Albizia gummifera* dan *Cordia africana* dapat memacu perkecambahan benih kopi Arabika di lapangan.

Tanaman Sela

Santos *et al.* (2003) melaporkan bahwa limbah jagung (jerami) yang dimasukkan ke dalam tanah mengakibatkan terjadinya pengurangan luas daun, tinggi tanaman dan diameter batang tanaman kopi di lapang pada 60 hari setelah tanam (HST). Pada 120 dan 180 HST, luas daun, tinggi tanaman dan diameter batang tanaman kopi mengalami peningkatan. Franca *et al.* (2007). Tanaman kopi yang ditanam ke daerah-daerah yang sebelumnya ditanami jagung telah mengalami efek negatif

pada pengembangan benih, hal tersebut mungkin disebabkan karena adanya alelokimia yang tersisa di tanah oleh tanaman jagung .

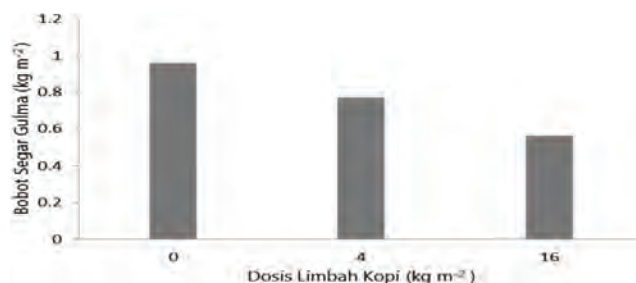
Gulma

Souza *et al.* (2000) melaporkan bahwa jerami rumput sinyal (*Brachiaria decumbens*) yang terdapat dalam tanah dengan konsentrasi 3% (b/b) menurunkan sintesis zat hijau daun pada tanaman kopi, sehingga dapat memperlambat laju fotosintesis.

PEMANFAATAN SENYAWA ALELOPATI

Pengendalian Gulma

Penggunaan berat herbisida untuk mengendalikan gulma komersial menyebabkan gulma menjadi tahan herbisida (Owen dan Zelaya, 2005). Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pemberian herbisida alami. Salah satu herbisida alami yang mempunyai prospek untuk menekan pertumbuhan gulma adalah limbah kopi. Pemberian limbah kopi sebanyak 16 kg m⁻² efektif menekan pertumbuhan campuran gulma hogweed (*Portulaca oleracea*) dan alang-alang (*Imperata cylindrica*) selama 419 hari setelah perlakuan (Gambar 4) (Yamane *et al.*, 2014). Hal tersebut disebabkan karena limbah kopi mengandung asam klorogenat yang menghambat pertumbuhan tanaman (Pandey *et al.*, 2000).



Gambar 4. Pengaruh pemberian limbah kopi terhadap bobot basah campuran gulma hogweed (*Portulaca oleracea*) dan alang-alang (*Imperata cylindrica*) 419 hari setelah perlakuan

Senyawa alelopati yang dikeluarkan *Centaurea maculosa* dan *Centaurea diffusa* dapat menghambat pertumbuhan rumput di Amerika Utara sampai 85%. Selain itu senyawa alelopati

katekin yang terdapat pada *Centaurea* sp, dapat menghambat pertumbuhan tanaman disekitarnya termasuk gulma (Bais *et al.*, 2002).

Pengendalian Patogen Tanaman.

Tanaman penutup tanah *Mucuna deeringiana* dan *Canavalia ensiformis* dilaporkan dapat berfungsi sebagai nematisida (Caamal-Maldonado *et al.*, 2001). Umumnya, anggota keluarga Asteraceae dan tanaman polongan diketahui menunjukkan perilaku antagonis terhadap nematoda (Bar-Eyal *et al.*, 2006). *Tagetes* spp. sebagai tanaman tumpang sari juga dilaporkan dapat menekan serangan nematoda yang menyerang tanaman kopi (Mojumder 2000; Natarajan *et al.*, 2006). Selain itu terdapat beberapa jenis tanaman yang antagonis terhadap nematoda yaitu *Azadirachta indica*, *Urochloa maxima*, *Tagetes erecta*, *T. patula*, *Crotalaria juncea*, *C. spectabilis* dan beberapa spesies rumput (Taba *et al.*, 2008). Beberapa jenis tanaman seperti rumput guatemala (*Trypsacum laxum*), *Tagetes patula*, *Crotalaria anagyroides*, *C. striata* dan *C. usaramuensis* sangat efektif dalam menekan populasi nematoda parasit kopi, sehingga dapat digunakan sebagai tanaman rotasi pada bekas areal serangan nematoda (Wiryadiputra, 1997).

Ekstrak air daun teh (*Camellia sinensis*) dilaporkan sangat efektif untuk mengendalikan *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, penyebab penyakit busuk hitam kubis dan kembang kol (Bhardwaj and Laura, 2009).

BEBERAPA TEKNIK PENGENDALIAN SENYAWA ALELOPATI

Pengomposan dan bahan organik

Aplikasi campuran kompos limbah kopi yang mengandung senyawa alelopati dan

bahan organik dari kulit kayu yang dibenam ke dalam tanah, efektif mengurangi efek penghambatan yang ditimbulkan oleh limbah kopi (Wakasawa *et al.*, 1998). Selain itu aplikasi campuran limbah kopi dan pupuk kandang 10 kg m⁻² efektif untuk mengurangi efek penghambatan oleh limbah kopi dan meminimalkan polusi NO₃ (Yamane *et al.*, 2014)

Pemupukan.

Aplikasi pupuk MgSO₄ mampu menekan tingkat hambatan senyawa alelopati yang dihasilkan tanaman seperti kopi, teh, kakao dll. (Lipinska and Lipinski, 2009)

Rotasi tanaman

Penggantian tanaman selain akan memutus siklus organisme pengganggu tanaman (OPT), dijumpai beberapa jenis tanaman yang mampu menyerap senyawa racun dari tanaman penghasil alelopati.

Selanjutnya dilaporkan pula bahwa penanaman tanaman aromatik seperti menta (*Mentha piperita*), selasih (*Ocimum bacillus*), oregano (*Origanum vulgare*) dan sage (*Salvia officinalis*) dapat menyerap kafein di dalam tanah yang bersifat toksik bagi tanaman kopi arabika itu sendiri (Tabel 4) (Pacheco dan Pohlan, 2007). Selain itu tumpang sari menta, selasih, oregano dan sage dengan tanaman kopi Arabika dapat merangsang pertumbuhan plagiotropik dari kopi Arabika (Bustos *et al.*, 2008)

Tabel 4. Penyerapan kafein oleh tanaman aromatik setelah 24 jam inkubasi

Tanaman Aromatik	Inkubasi 100 µM ekstrak kafein dari akar (nM)	Inkubasi 500 µM ekstrak kafein dari akar (nM)
Menta	148,8	410,3
Selasih	216,9	894,4
Oregano	282,6	1109,4
Sage	144,0	223,6

Sumber: Pacheco and Pohlan (2007)

Penggunaan mikroba tanah

Lankau (2009) melaporkan bahwa mikroba tanah menghasilkan enzim yang dapat mengurangi tingkat toksisitas senyawa alelopati yang dikeluarkan oleh tanaman. Namun

demikian laporan tersebut belum menyebutkan jenis mikroba dan enzim yang dapat menekan tingkat toksistas alelopati. Penggunaan *Trichoderma hamatum* sebagai endofit pada tanaman sage (*Salvia officinalis*) yang

ditumpang sarikan dengan tanaman kopi, dapat menjadi strategi untuk mengurangi akumulasi kafein dalam tanah (Schulz *et al.*, 2013).

PENUTUP

Senyawa alelopati yang dihasilkan oleh tanaman kopi maupun tanaman lain, selain berpengaruh buruk terhadap tanaman lain, juga dapat merusak tanaman penghasil senyawa alelopati itu sendiri yang disebut dengan autotoksik, namun disisi lain terdapat senyawa alelopati yang dapat memacu pertumbuhan tanaman lain.

Senyawa alelopati berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai herbisida maupun pestisida alami, yang ramah terhadap lingkungan.

Penggunaan kompos dengan bahan organik, pupuk organik, pupuk magnesium sulfat, mikroba tanah, dan polatanam dengan tanaman aromatik seperti menta, selasih, oregano, dan sage dapat menurunkan tingkat toksisitas senyawa alelopati.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashihara, H. 2006. Metabolism of alkaloids in coffee plants. *Braz. J. Plant Physiol.* 18:1-8.
- Bais, H.P., T.S. Walker, F.R. Stermitz, R.A. Huffbauer, and J.M. Vivanco. 2002. Enantiomeric-dependent phytotoxic and antimicrobial activity of catechin. A rhizosecretedracemic mixture from spotted knapweed. *Plant Physiology* 128:1173-1179.
- Bar-Eyal M, Sharon E, Spiegel Y,2006. Nematicidal activity of *Chrysanthemum coronarium*. *Eur J Plant Pathol* .114:427-433.
- Batish, D.R, H.P. Singh, R.K. Kohli and S. Kaur. 2001. Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. *J Crop Prod* 4:121-161.
- Bhardwaj, S.K. and J.S. Laura. 2009. Antimicrobial activities of some plant extracts against plant pathogenic bacteria *Xanthomonas campestris* Pv. *Campestris*. *Indian J. Agric. Res.* 43 (1):26-31.
- Bojo, A., and P.G. Mantle. 2000. Caffeine: also a fungal metabolite. *Phytochemistry*, Oxford, 54(8): 937-939.
- Bustos, A.P., H. A. J. Pohlen and M. Schulz.2008. Interaction between Coffee (*Coffea arabica* L.) and Intercropped Herbs under Field Conditions in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 109(1):85-93
- Caamal-Maldonado JA, Jimenez-Osornio JJ, Torres-Barragan A, Anaya AL. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agron J* 93:27-36.
- Callaway, R.M., and E.T. Aschehoug. 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290:521-523.
- Chandra, S., P. Dey, P. Chatterjee and S. Bhattacharya. 2013. Allelopathic activity of coffee against *Cicer arietinum* and *Triticum aestivum*. *Advances in Biological Research*, 7 (4): 129-133.
- Chaufoun, S.M., M.C. Pereira, and C.L. Angélico. 2000. Efeito da cafeína (1,3,7-trimetilxantina) sobre o crescimento micelial de fungos associados ao café. *Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.especial*, 1:50-53.
- Curlango-Rivera, G., Duclos, V. D., Ebolo, J. J. and Hawes, C. M. 2010. Transient exposure of root tips to primary and secondary metabolites: Impact on root growth and production of border cells. *Plant Soil* 332:267-275.
- Da Rosa, S. D. V. F., C. G. Dos Santos, R. Paiva, P. L. Q. De Melo, A. D. Veiga and A. D. Veiga. 2006. Inhibition of in vitro development of *Coffea* embryos by exogen caffeine. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(3):177-184.

- De Albuquerque, M.B., R.C. dos Santos, L. M. Lima, P.A.M. Filho, R. J.M.C. Nogueira, C. A. G, da Camara and A.R. Ramos. 2011. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. *Agron. Sustain. Dev.* 31: 379-395
- Djazuli, M., 2002. Alelopati pada tanaman nilam (*Pogostemon cablin* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian. Gakuryoku.* 8 (2):163-172.
- Djazuli, M. 2011. Alelopati pada beberapa tanaman perkebunan dan teknik pengendalian serta prospek pemanfaatannya. *Perspektif* 10(1):. 44 - 50
- França, A.C., I.F. de Souza, L.W.R.Alves, R.R. de Lima and E.Q. de Oliveira. 2007. Effects of corn plant residues on initial development of coffee plants. *Scientia Agraria, Curitiba*, 8(3):.247-255.
- Gilani, SA., Y. Fujii, Z K Shinwari, M. Adnan, A. Kikuchi. and KN. Watanabe. 2010. Phytotoxic studies of medicinal plant species of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 42(2): 987-996.
- Gill, A.S and J.V.N.S Prasad. 2000. Allelopathic interactions in agroforestry systems. In: Narwal, S.S, R.E. Hoagland, R.H. Dilday and M.J. Reigosa (ed). *Allelopathy in Ecological Agriculture and Forestry.* Dordrecht: Kluwer Acad Publ. P 195-207.
- Girma, Y. and K. Wolka. 2012. Effects of *Albizia gummifera*, *Millettia ferruginea* and *Cordia africana* leaf litter on germination of *Coffea arabica* L. *International Journal of Agricultural Research*, 7(6):315-323.
- Hadacek, H. 2002. Secondary metabolites as plant traits: Current assessment and future perspectives. *Crit. Rev. Plant Sci.* 21:273-322.
- Hesse, M. 2002 *Alkaloids: Nature's Curse or Blessing?* Wiley-VCH, Zürich, 426 p.
- Hollingsworth, R. G., Armstrong, J. W. and Campbell, E. 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails: at high concentrations this stimulant becomes a lethal neurotoxin to garden pests. *Nat.* 417:915-916.
- Hunde, B., Y. Petros and M. Muthuswamy. 2014. Phenotypic variation of coffee plant seed germination and seedling growth intercropping with agroforestry tree species. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1):349-352
- Inderjit and K.I. Keating. 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. In: Sparks DL (ed). *Adv Agron Vol 67.* San Diego: Acad Pr. P 141-231.
- Isfahan, M.N. and M. Shariati. 2007. The effect of some allelochemicals on seed germination of *Coronilla varia* L. Seeds. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 2 (5): 534-538.
- Junaedi, A., M.A. Chozin dan K.H. Kim. 2006. Perkembangan Terkini Kajian Alelopati. *Hayati*, 13(2): 79-84
- Keya, C.A., A. Crozier, and H. Ashihara. 2003. Inhibition of caffeine biosynthesis in tea (*Camellia sinensis*) and coffee (*Coffea arabica*) plants by ribavirin. *FEBS Lett.* 554, 473-477.
- Khursheed, T., M.Y.K. Ansari and D. Shahab. 2009. Studies on the effect of caffeine on growth and yield parameters in *Helianthus annuus* L. variety modern. *Biology and Medicine*, 1 (2): 56-60, 2009
- Kim, Y. S., Uefuji, H., Ogita, S. and Sano, H. 2006. Transgenic tobacco plants producing caffeine: A potential new strategy for insect pest control. *Transgenic Res.* 15:667-672.
- Kobaisy, M., M.R. Tellez, C.L. Webber, F.E. Dayan, K.K. Schrader and D.E. Wedge. 2001. Phytotoxic and fungitoxic activities of the essential oil of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) leaves and its composition, *J. Agric. Food Chem.* 49, 3768-3771.
- Kokate, C.K., A.P. Purohit and S.B. Gokhale. 2010. *Pharmacognosy.* Pune (India): Nirali Prakashan, pp: 436-437.

- Lipinska, H. And W. Lipinski. 2009. Initial growth of *Phleum pratense* under the influence of leaf water extracts from selected grass species and the same extract improved with $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. *J. Elementol* 14(1):101-110.
- Lankau, R. 2009. Soil microbial communities alter allelopathic competition between *Alliria petiolata* and native species. *Biol. Invasion. Springer Science Business Media B.V.* 10 p
- May, D., C.M.R. de Oliveira, L. D. Rocha and L. T. Maranhão. 2011. Effect of coffee (*Coffea arabica* L.) husks extracts in the emergence and growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, 9(2): 180-186.
- Mojumder V. 2000. Eco-friendly technologies for management of phytoparasitic nematodes in pulses and vegetable crops. in: Narwal SS, Hoagland RE, Dilday RH, Reigosa MJ (ed). *Allelopathy in Ecological Agriculture and Forestry*. Dordrecht: Kluwer Acad Publ. P 59-69.
- Natarajan N, Cork A, Boomathi N, Pandi R, Velavan S, Dhakshnamoorthy G, 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Crop Prot.* 25:1210–1213.
- Nathanson, J. A. 1984. Caffeine and related methylxanthines: Possible naturally occurring pesticides. *Sci.* 226:184-187.
- Owen, M.D.K. and I.A. Zelaya. 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Manag. Sci.* 61: 301-311.
- Pacheco, A and J. Pohlan. 2007. Intercropping aromatic plants with coffee (*Coffea arabica* L.) under greenhouse and field conditions. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 1(1): 94-102.
- Pandey, A., C.R. Soccol, P. Nigam, D. Brand, R. Mohan and S. Roussos. 2000. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochem. Eng. J.* 6: 153-162.
- Pereira, C.E., E.V.R. Von Pinho, D.F. Oliveira, and A.L.P. Suzuki. 2002. Determinação de inibidores da germinação no espermoderma de sementes de café. *Revista Brasileira de Sementes, Londrina*, 24(1):306-311.
- Pires, R. M. O.; França, A. C.; Nery, M. C.; Silva, L. H. M. C.; Santos, S. R.; Reis, R. R. F.; Reis, L. A. C. 2010. Potencial Alelopático De Cascas De Café No Crescimento De Plantas. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas 19 a 23 de julho de 2010 - Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP. Disponível em: <www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/230.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2011. Hal 1082-1086
- Prawoto, A., A. M. Nur, S.W.A. Soebagiyo dan M. Zaubin. 2006. Uji Alelopati Beberapa Spesies Tanaman Penaung Terhadap Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Pelita Perkebunan*, 22(1): 1—12
- Qasem J.R. and C.L. Foy. 2001. Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: a review. *J Crop Prod* 4:43-119.
- Reigosa M.S, L. Gonzalesy, X.C. Souto, and J.E. Pastoriza. 2000. Allelopathy in forest ecosystem. In: Narwal S.S, R.E. Hoagland, R.H. Dilday, M.J. Reigosa (ed). *Allelopathy in Ecological Agriculture and Forestry*. Dordrecht: Kluwer Acad Publ. P 183-193.
- Rice, E.L. 1995. *Biological Control of Weeds and Plant Diseases: Advances in Applied Allelopathy*. Norman: Univ of Oklahoma Pr.
- Rizvi, S.J.H. and V. Rizvi, 2010. Exploitation of Allelochemicals in Improving Crop Productivity. In: Rizvi, S.J.H., V. Rizvi, Eds. *Allelopathy: Basic and Applied Aspects*. New York: Chapman and Hall, pp: 443-473.

- Rodrigues, M.S., F. Peron, G.S.Bido and L.C.Lúcio. 2011. Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arabica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max* L. Merrill). VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar 25-28 Outubro de 2011. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora. Maringá – Paraná – Brasil. 5 p.
- Santos, J.C.F., I.F. de Souza, A.N.G. Mendes, A. R. de Moraes, H. E.O. da Conceição and J.T.S. Marinho. 2002. Effect of extracts of coffee and rice husks upon emergence and growth of the slender amaranth. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 37(6): 783-790.
- Santos, C.C., I.F. De Souza, and L.W.R. Alves. 2003. Corn residues effects on coffee (*Coffea arabica* L.) plants growth. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. 27(5): 991-1001.
- Schulz, M., M.Knop, C. Muellenborn and U.Steiner. 2013. Root-Associated Microorganisms Prevent Caffeine Accumulation in Shoots of *Salvia officinalis* L. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(4): 152-158
- Sicker, D., B. Schneider, L. Hennig, M. Knop, and M. Schulz. 2001. Glycoside carbamates from benzoxazolin-2(3H)-one detoxification in extracts and exudates of corn roots. *Phytochemistry*, Oxford, 58(5): 819-825.
- Siegler, D.S., 2010. Basic Pathways for the Origin of Allelopathic Compounds. In: Putnam, A.R., C.S. Tang, Eds. *The Science of Allelopathy*. New York: Wiley, pp: 247.
- Singh, H. P., Batish, D. R. and Kohli, R. K. 2001. Allelopathy in Agroecosystems: An overview. *J. Crop Prod.* 4:1-41.
- Singh, H.P., D.R. Batish, and R.K. Kohli. 2003. Allelopathic interaction and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Crit Rev Plant Sci* 22:239-311.
- Souza, L.S., Favoreto, A.F., Ferraz, R.A. and Velini, E.D. 2000. Efeitos alelopáticos de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre três cultivares de café (*Coffea arabica*). In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22., 2000, Foz do Iguaçu. Resumos. Londrina: SBCPD, p. 84.
- Taba S, Sawada J, Moromizato Z, 2008. Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Pant Soil.* 303: 207–216.
- Uefuji, H., Ogita, S., Yamaguchi, Y., Koizumi, M. and Sano, H. 2003. Molecular cloning and functional characterization of three distinct N- methyltransferases involved in the caffeine biosynthetic pathway in coffee plants. *Plant Physiol.* 132:372-380.
- Wakasawa, H., Takahashi, K. and Mochizuki, K. 1998b. Application and composting conditions of coffee grounds. 2. Composting conditions of coffee grounds mixed with bark. *Jpn. J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 69: 7-11.
- Wiroatmodjo, J. 1992. Alelopati pada tanaman jahe. *Buletin Agronomi* 10 (3): 1-6.
- Wiryadiputra, S. 1997. Pengelolaan Nematoda Parasit Dalam Produksi Kopi Organik Untuk Meningkatkan Agribisnis Kopi di Indonesia. *Pros. Kongres XIV dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Vol II.* Palembang 27-29 Oktober, 1997. Hlm.170-173.
- Yamane, K, M. Kono, T. Fukunaga, K. Iwai, R. Sekine, Y. Watanabe and M. Iijima. 2014. Field evaluation of coffee grounds application for crop growth enhancement, weed control, and soil improvement. *Plant Prod. Sci.* 17(1): 93—102.