

Pemanfaatan Kulit Buah Kopi dan Bahan Mineral Sebagai Amelioran Tanah Alami

Use of Coffee Pulp and Minerals for Natural Soil Ameliorant

Pujiyanto¹⁾

Ringkasan

Di perkebunan kopi, limbah padat kulit buah kopi belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit buah kopi umumnya ditumpuk di sekitar lokasi pengolahan selama beberapa bulan, sehingga menyebabkan timbulnya bau busuk dan cairan yang mencemari lingkungan serta ditinjau dari segi estetika kurang menguntungkan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji pengaruh amelioran tanah asal kulit buah kopi terhadap pertumbuhan bibit kopi maupun kakao dalam rangka menekan dampak negatif dan memperoleh nilai tambah dari limbah kulit buah kopi. Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur. Amelioran tanah yang diuji berasal dari kulit buah kopi segar yang telah dihaluskan sehingga membentuk pasta dan ditambah 10% (b/b) bubuk bahan mineral berupa 50% zeolit dan 50% fosfat alam. Pengujian bahan amelioran pada bibit kopi dan kakao dilakukan mengikuti rancangan lingkungan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah dosis amelioran yang diberikan dalam 6 taraf yaitu 0, 30, 60, 90, 120 dan 150 g berat kering/polibeg yang berisi 3 kg tanah setara dengan 0, 1, 2, 3, 4 dan 5% bobot amelioran terhadap bobot tanah. Faktor kedua berupa dosis pupuk anorganik berupa pupuk majemuk N-P-K kadar 15-15-15 yang diberikan dalam 2 taraf, yaitu 0 dan 2 g pupuk N-P-K/aplikasi dengan 4 kali aplikasi. Jumlah ulangan adalah 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kulit buah kopi dapat dimanfaatkan sebagai amelioran tanah yang alami untuk meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Komposisi amelioran 90% pasta kulit buah kopi dengan 10% mineral memiliki karakter fisik dan kimia yang baik, yaitu memiliki kapasitas retensi air, KTK, kadar C-organik, dan kadar P yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah. Amelioran kulit buah kopi dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi maupun kakao secara efektif. Terdapat interaksi positif antara amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan pada variabel bobot basah dan bobot kering tajuk kopi maupun kakao. Amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan bekerja secara sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Aplikasi amelioran kulit buah kopi meningkatkan keefektifan aplikasi pupuk anorganik.

1) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember.

Summary

In coffee plantation, solid waste of coffee pulp is usually collected as heap nearby processing facilities for several months prior being used as compost. The practice is leading to the formation of odor and liquid which contaminate the environment. Experiments to evaluate the effect of natural soil ameliorant derived from coffee pulp and minerals were conducted at The Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute in Jember, East Java. The experiments were intended to optimize the use of coffee pulp to support farming sustainability and minimize negative impacts of solid waste disposal originated from coffee cherry processing. Prior to applications, coffee pulp was hulled to organic paste. The paste was then mixed with 10% minerals (b/b). Composition of the minerals was 50% zeolite and 50% rock phosphate powder. The ameliorant was characterized for their physical and chemical properties. Agronomic tests were conducted on coffee and cocoa seedling. The experiments were arranged according to Randomized Completely Design with 2 factors, consisted of natural ameliorant and inorganic fertilizer respectively. Natural ameliorant derived from coffee pulp was applied at 6 levels: 0, 30, 60, 90, 120 and 150 g dry ameliorant/seedling of 3 kg soil, equivalent to 0, 1, 2, 3, 4 and 5% (b/b) of ameliorant respectively. Inorganic fertilizer was applied at 2 levels: 0 and 2 g fertilizer/application of N-P-K compound fertilizer of 15-15-15 respectively. The inorganic fertilizer was applied 4 times during nursery of coffee and cocoa. The result of the experiment indicated that coffee pulp may be used as natural soil ameliorant. Composition of ameliorant of 90% coffee pulp and 10% of minerals has good physical and chemical characteristics for soil amelioration. The composition has high water holding capacity; cations exchange capacity, organic carbon and phosphorus contents which are favorable to increase soil capacity to support plant growth. Application of ameliorant derived from coffee pulp increased significantly growth of coffee and cocoa seedling. There was positive interaction effect between the ameliorant and the fertilizers. Both the ameliorant and the fertilizers affected the seedling growth synergistically. Application of the ameliorant increased efficiency of the fertilizer.

Key words: waste, coffee pulp, soil ameliorant, mineral.

PENDAHULUAN

Dewasa ini ditengarai adanya kecenderungan penurunan produktivitas tanaman kopi dan kakao dengan makin lamanya jangka waktu pengusahaan. Diduga hal ini disebabkan oleh adanya penurunan kualitas lahan dan lingkungan di dalam kebun maupun di sekitar kebun akibat eksploitasi

lahan secara berlebihan tanpa memperhatikan kaidah ekologi. Salah satu indikator penurunan kualitas lahan tersebut adalah berkurangnya kadar bahan organik tanah (BOT) dan menipisnya lapisan tanah atas oleh erosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar lahan perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur memiliki kadar BOT yang tergolong rendah (Pujiyanto, 1993).

BOT merupakan komponen tanah yang sangat penting karena mempunyai peranan vital dan paling aktif dalam sebagian besar proses-proses yang terjadi di dalam tanah, sehingga BOT merupakan salah satu indikator utama kesuburan tanah. Hasil-hasil riset menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik dapat memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perbaikan sifat fisik dan kimia tanah antara lain mengurangi kepadatan tanah (Zhang, *et al.*, 1997), meningkatkan porositas, agregasi dan stabilitas agregat tanah (Pujiyanto *et al.*, 2003), KPK (Obi, 1999), status N (Cobo *et al.*, 2002a ; Cobo *et al.*, 2002b), kadar P (Erich *et al.*, 2002 ; Laboski, *et al.*, 2003 ; Salas, *et al.*, 2003) dan pH tanah (Irianto *et al.*, 1993). Selain itu, bahan organik juga mampu memperbaiki sifat-sifat biologi tanah karena menyediakan energi yang diperlukan bagi aktivitas biologi tanah sehingga meningkatkan penambatan N₂ dari udara (Kahindi *et al.*, 1997).

Penurunan kadar BOT terjadi karena ketidakseimbangan antara laju pembentukan dan laju produksi bahan organik. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik tidak selalu dapat meningkatkan kadar BOT secara permanen karena bahan organik yang diaplikasikan akan didekomposisi sehingga setelah jangka waktu tertentu kadar BOT akan kembali ke posisi semula. Pujiyanto *et al.* (2003) menunjukkan bahwa setelah aplikasi bahan organik, pada awalnya kadar BOT meningkat, tetapi selanjutnya akan menurun secara bertahap menuju kadar BOT semula yang merupakan nilai keseimbangan pada kondisi lingkungan tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi

bahan organik perlu dilakukan secara kontinyu agar kondisi tanah tetap optimum untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman yang dibudidayakan.

Salah satu upaya untuk mendukung pertanian berkelanjutan melalui perbaikan tanah adalah pemanfaatan secara maksimal limbah proses produksi kopi. Sampai saat ini, limbah organik dari perkebunan kopi belum dimanfaatkan secara optimal. Pengolahan kopi secara basah akan menghasilkan limbah padat berupa kulit buah pada proses pengupasan kulit buah (*pulping*) dan kulit tanduk pada saat penggerbusan (*hulling*). Kulit buah (*pulp*) kopi umumnya ditumpuk di sekitar lokasi pengolahan selama beberapa bulan. Limbah kulit buah hasil pengolahan basah umumnya belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mencemari lingkungan karena menurunkan kualitas air sungai, menimbulkan bau tidak sedap dan mengganggu estetika. Sementara itu, limbah kulit buah kopi tersebut memiliki kadar bahan organik dan unsur hara yang memungkinkan untuk memperbaiki tanah. Hasil penelitian Baon *et al.* (2005) menunjukkan bahwa kadar C-organik kulit buah kopi adalah 45,3%, kadar nitrogen 2,98%, fosfor 0,18%, dan kalium 2,26%. Selain itu, kulit buah kopi juga mengandung unsur Ca, Mg, Mn, Fe, Cu dan Zn. Dengan processing tertentu, limbah kulit buah kopi dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai amelioran tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemanfaatan limbah tersebut diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan produksi, mengurangi pencemaran, meningkatkan nilai tambah,

mengurangi masukan (*input*) pupuk anorganik dan menjamin keberlanjutan usaha perkebunan kopi. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui cara pemanfaatan limbah kulit buah kopi yang optimal sebagai amelioran tanah di perkebunan kopi maupun kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian pemanfaatan kulit buah kopi sebagai amelioran alami untuk tanah dilaksanakan di Laboratorium dan rumah kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia di Jember. Bahan baku kulit buah kopi Arabika segar hasil pengolahan secara basah yang diperoleh Kebun Percobaan Andungsari milik Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Kulit buah kopi dihancurkan menggunakan mesin penghancur tipe ICCRI 10 S CoCf, selanjutnya dicampur merata dengan bahan mineral (50% Zeolit dan 50% fosfat alam) dengan kadar bahan mineral terhadap kulit buah kopi 10% (b/b). Bahan zeolit yang dipakai memiliki nilai KPK 94,1 me/100 g, berasal dari tambang Malang Selatan. Hasil analisis Suwardi *et al.* (1995) menunjukkan bahwa deposit zeolit dari daerah tersebut mengandung mineral klinoptalite 37% dan Mordenit 34%. Campuran tersebut ditutup dengan terpal dan dikomposkan selama 2 minggu dan selanjutnya dikeringkan melalui penjemuran selama seminggu. Setelah kering diayak menggunakan ayakan 0,5 cm X 0,5 cm agar ukurannya lebih seragam.

Pengujian efektivitas bahan amelioran dilakukan pada bibit kopi dan kakao. Tanah yang dipakai untuk mengisi polibeg adalah

contoh tanah famili Inceptic hapludalf berliat, haloisitik, superaktif, isohipertermik yang diambil dari kedalaman 0–20 cm asal Kebun Percobaan Kaliwining. Contoh tanah dikeringudarkan dan disaring dengan ayakan 2 mm. Sifat-sifat tanah yang diamati meliputi sifat-sifat kimia dan fisik. Hasil analisis menunjukkan bahwa contoh tanah yang dipakai memiliki kadar C organik 1,48 %; N total 0,24 %; pH 5,9; kadar pasir 14 %; debu 57% dan liat 29%. Mineral dalam fraksi pasir didominasi oleh labradorit (29 %) dan gelas volkan (22%), sedangkan mineral dalam fraksi liat didominasi oleh liat amorf.

Penelitian disusun dengan mempergunakan rancangan lingkungan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan rancangan perlakuan faktorial. Faktor pertama adalah dosis amelioran alami (PA) yang diberikan dalam 6 taraf, yaitu: 0, 30, 60, 90, 120 dan 150 gram per polibeg yang diisi 3 kg tanah. Perlakuan tersebut setara dengan 0, 1, 2, 3, 4 dan 5% bobot amelioran terhadap bobot tanah. Sifat-sifat amelioran yang diamati adalah sifat-sifat fisik dan kimia, yaitu: bahan organik, nitrogen, fosfor, kalium dan kapasitas tukar kation (KTK). Amelioran dicampur merata dengan tanah untuk media pertumbuhan kopi dan kakao. Faktor kedua adalah dosis pupuk anorganik buatan (PB) berupa N-P-K dengan kadar 15-15-15 yang diberikan dalam 2 taraf, yaitu 0 dan 2 gram per polibeg/aplikasi. Aplikasi pupuk anorganik buatan pada bibit kakao dilakukan 4 kali pada umur 1, 2, 3 dan 4 bulan dengan dosis 2 g/aplikasi. Aplikasi pupuk anorganik pada bibit kopi juga dilakukan 4 kali pada umur 2; 3,5; 5 dan 6,5 bulan dengan dosis

2 g/aplikasi. Jumlah ulangan yang dipakai pada masing-masing pengujian tersebut adalah empat ulangan.

Satuan percobaan berupa polibeg ukuran 20 x 30 cm yang diisi dengan tanah kering udara lolos ayakan 2 mm sebanyak 3 kg dan selanjutnya ditempatkan di rumah kaca. Jumlah petak adalah $6 \times 2 \times 4 = 48$ polibeg untuk masing-masing jenis tanaman. Perlakuan PA diberikan sebelum tanam. Sebagai tanaman indikator adalah kopi Arabika varietas Andungsari 1 dan kakao hibrida F1 varietas ICS 60 hasil persarian terbuka yang diperoleh dari kebun benih milik Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Dalam setiap polibeg ditanam satu bibit tanaman kopi/kakao. Perawatan tanaman dilakukan mengikuti baku teknis yang berlaku. Kadar air tanah dipertahankan sekitar kapasitas lapang dengan cara penyiraman setiap hari. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada umur 3 dan 5 bulan untuk kakao, sedangkan untuk kopi pada umur 6 dan 8 bulan. Variabel pertumbuhan yang diamati adalah tinggi, diameter batang, jumlah daun, jumlah cabang, bobot basah dan bobot kering tajuk maupun akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa amelioran asal kulit buah kopi memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang cukup baik. Kadar bahan organik cukup tinggi, yaitu sebesar 14,71 (C-organik 8,53%), kadar nitrogen 1,19%, kadar fosfor (P_2O_5) 6,43%, kadar kalium (K_2O) 1,62% dan kapasitas tukar kation (KTK) 39,57 me/100 g. Kadar C-organik yang tinggi tersebut sangat cocok

untuk perbaikan tanah karena tanah-tanah perkebunan kopi dan kakao umumnya memiliki kadar C-organik kurang dari 2%. Dengan bertambahnya kandungan C-organik di dalam tanah maka kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman akan menjadi lebih tinggi. Di dalam tanah, bahan organik memiliki banyak fungsi (Stevenson, 1994) yaitu: (1) berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan hara, (b) membentuk agregat tanah yang lebih baik dan memantapkan agregat yang telah terbentuk, (c) meningkatkan retensi air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman, (d) meningkatkan retensi unsur hara melalui peningkatan muatan di dalam tanah, (e) mengimobilisasi senyawa antropogenik maupun logam berat yang masuk ke dalam tanah, (f) meningkatkan kapasitas sangga tanah, (g) meningkatkan suhu tanah, (h) mensuplai energi bagi organisme tanah, dan (i) meningkatkan organisme saprofit dan menekan organisme parasit bagi tanaman.

Ditinjau dari nilai KTK-nya, amelioran kulit buah kopi memiliki nilai KTK yang cukup tinggi sehingga dapat meningkatkan KTK tanah. Peningkatan nilai KTK tanah berarti merupakan peningkatan jumlah muatan negatif di dalam koloid tanah yang akan dapat meningkatkan kapasitas retensi kation-kation hara sehingga hara tersebut tidak tercuci oleh air hujan. Secara umum, setiap humus (bahan organik tanah) menyumbangkan 2 me muatan di dalam tanah. Dengan demikian, potensi sumbangan fraksi organik dari amelioran kulit buah kopi adalah 29,42 me/100 g. Selain itu, kandungan beberapa macam unsur hara dalam amelioran kulit

buah kopi secara bertahap juga dapat dilepaskan untuk dimanfaatkan oleh tanaman, sehingga meningkatkan kemampuan tanah dalam menyuplai hara.

1. Hasil Pengujian Pada Tanaman Kopi

Hasil pengujian pengaruh amelioran kulit buah kopi yang telah diperkaya dengan mineral terhadap pertumbuhan bibit kopi menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada variabel tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengaruh faktor tunggal aplikasi amelioran nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun kopi, sedangkan pada variabel jumlah cabang dan diameter batang tidak nyata. Pengaruh faktor tunggal aplikasi pupuk anorganik N-P-K signifikan pada variabel tinggi tanaman, sedangkan pada variabel jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang tidak berpengaruh signifikan (Tabel 1).

Hubungan antara dosis aplikasi amelioran dengan tinggi bibit kopi bersifat kuadrat mengikuti persamaan $Y = -0,0023 X^2 + 0,4548 X + 45,71$ ($R^2 = 0,9078^{**}$). Dosis aplikasi amelioran 120 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik bagi tinggi tanaman kopi. Pada variabel jumlah daun juga tampak adanya pola yang sama dengan variabel tinggi tanaman. Hubungan antara jumlah daun bibit kopi dengan dosis amelioran mengikuti persamaan kuadrat $Y = -0,0004 X^2 + 0,094 X + 16,532$ ($R^2 = 0,8306^{**}$). Pola hubungan antara tinggi tanaman dan jumlah daun yang bersifat kuadrat menunjukkan bahwa aplikasi amelioran melebihi dosis optimumnya akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menurun. Hal ini dapat terjadi akibat dari terlalu banyaknya lengas

tanah yang ditahan secara permanen oleh amelioran, karena kadar lengas bahan organik maupun zeolit pada titik layu permanen lebih tinggi dibandingkan tanah. Selain itu, pada dosis aplikasi yang terlalu tinggi jumlah asam-asam organik yang dilepaskan dalam jumlah berlebihan dapat menghambat pertumbuhan karena proses dekomposisi bahan organik dalam amelioran terus berlangsung.

Hasil analisis varian menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara perlakuan amelioran kulit buah kopi dengan pupuk anorganik pada variabel bobot basah daun, bobot kering daun, bobot basah batang, bobot kering batang, bobot basah tajuk (batang + daun), dan bobot kering tajuk, bobot basah akar dan bobot kering akar (Tabel 2). Adanya interaksi antarkedua macam perlakuan merupakan indikasi bahwa amelioran alami yang diaplikasikan memiliki efek sinergi dengan pupuk buatan dalam meningkatkan pertumbuhan kopi. Adanya interaksi tersebut juga menunjukkan bahwa respons pertumbuhan kopi terhadap aplikasi amelioran ditentukan oleh perlakuan pupuk anorganik atau sebaliknya.

Data dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa untuk semua variabel, pertumbuhan kopi memiliki pola yang serupa. Bobot kering merupakan resultan dari variabel-variabel pertumbuhan lainnya. Oleh karena itu, bobot kering dipakai sebagai variabel utama dalam pembahasan respons pertumbuhan tanaman. Pada perlakuan tanpa pupuk anorganik, bobot kering tajuk maupun akar kopi meningkat secara signifikan dengan makin meningkatnya amelioran. Kedua variabel tersebut meningkat mulai dosis aplikasi paling rendah (30 g/polibeg) dan responsnya mencapai maksimum pada taraf aplikasi amelioran 120 g/polibeg.

Tabel 1. Pengaruh dosis aplikasi amelioran asal kulit buah kopi terhadap pertumbuhan bibit kopi Arabika pada umur 8 bulan
 Table 1. Effect of soil ameliorant originated from coffee pulp on the growth of Arabica coffee seedling at 8 month old

	Tinggi, cm <i>Height, cm</i>	Diameter, mm <i>Diameter, mm</i>	Jumlah daun/bibit <i>Number of leaves/ seedling</i>	Jumlah cabang/bibit <i>Number of branches/ seedling</i>
Dosis amelioran, g/bibit (<i>Levels of ameliorant, g/seedling</i>)				
0	48.25 e	4.3 a	17.13 d	4.5 a
30	52.75 d	5.0 a	18.38 c	5.0 a
60	64.63 b	5.1 a	19.50 c	5.1 a
90	70.81 a	4.9 a	22.63 a	5.4 a
120	68.63 a	5.0 a	22.50 a	5.2 a
150	61.50 c	5.3 a	20.50 ab	5.2 a
Dosis pupuk anorganik, g/bibit (<i>Levels of inorganic fertilizer, g/seedling</i>)				
0	58.38 b	5.0 a	19.92 a	4.8 a
8	63.81 a	5.1 a	20.29 a	5.1 a

Keterangan (*Notes*): Angka-angka dalam kolom yang sama dalam kelompok perlakuan yang sama jika diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5% (*Figures in the same column within the same group of treatment which followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's Test at 5% significant levels*).

Pada dosis aplikasi amelioran 150 g/polibeg terdapat kecenderungan penurunan respons.

Pada perlakuan pupuk anorganik, respons pertumbuhan bobot kering tajuk dan akar kopi memiliki pola yang serupa dengan pada kondisi tanpa aplikasi pupuk anorganik, namun respons maksimumnya dicapai pada taraf aplikasi amelioran 90 g/polibeg. Jika aplikasinya melebihi 90 g/polibeg, terdapat kecenderungan penurunan respons. Pada dosis aplikasi amelioran lebih dari 60 g/polibeg, efek aplikasi pupuk anorganik tidak signifikan. Hal ini berarti bahwa pada dosis aplikasi amelioran 60 g/polibeg, seluruh kebutuhan hara tanaman telah dapat dicukupi oleh pemberian amelioran.

2. Hasil Pengujian Pada Tanaman Kakao

Hasil pengujian pengaruh amelioran kulit buah kopi terhadap pertumbuhan tanaman kakao dalam polibeg menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada variabel tinggi tanaman. Pengaruh faktor tunggal aplikasi amelioran nyata meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun kakao pada umur 5 bulan, sedangkan pada variabel jumlah daun dan diameter batang tidak nyata. Pada ketiga variabel pertumbuhan tersebut, pengaruh faktor tunggal aplikasi pupuk anorganik N-P-K tidak signifikan.

Tabel 2. Interaksi antara dosis amelioran alami asal kulit buah kopi dengan pupuk anorganik pada beberapa variabel pertumbuhan bibit kopi pada umur 8 bulan

Table 2. Interaction between levels of natural ameliorant derived from coffee pulp and inorganic fertilizer on several growth variables of coffee seedling at 8 month old

Variabel Variables	Dosis pupuk anorganik, g/tanaman Levels of inorganic fertilizer, g/tree	Dosis amelioran alami, g/tanaman (Levels of natural ameliorant)					
		0	30	60	90	120	150
BBD	0	15.63 e B	21.48 d A	25.62 c A	36.41 a A	36.14 a A	27.41 b A
	8	20.73 c A	22.82 a A	26.88 a A	27.12 a B	27.14 a B	26.09 a A
BKD	0	3.79 e B	4.41 d B	5.97 c B	7.48 ab A	7.71 a A	7.27 b A
	8	4.78 e A	6.08 d A	6.83 c A	7.48 a A	7.30 ab B	7.02 bc A
BBB	0	5.62 d A	9.39 c A	11.15 b A	13.09 a A	14.10 a A	9.40 c B
	8	6.37 c A	7.53 c B	8.80 b B	13.84 a A	14.45 a A	13.73 a A
BKB	0	1.95 c A	3.07 b A	3.42 b A	4.20 a A	4.33 a A	3.33 b B
	8	2.27 c A	2.57 c B	3.09 b A	4.52 a A	4.66 a A	4.41 a A
BBT	0	21.25 d B	30.87 c A	36.76 b A	49.50 a A	50.23 a A	36.80 b B
	8	27.11 d A	30.35 c A	35.67 b A	40.96 a A	41.59 a B	39.82 a A
BKT	0	5.73 e B	7.47 d B	9.39 c A	11.69 a A	12.03 a A	10.59 b A
	8	7.05 e A	8.65 d A	9.92 c A	12.00 a A	11.96 a A	11.43 b A
BBA	0	2.55 d B	3.46 c A	3.82 bc A	4.25 a A	4.49 a A	4.18 ab A
	8	3.41 c A	3.57 bc A	3.74 bc A	4.56 a A	3.95 b A	3.81 bc A
BKA	0	0.82 a B	1.19 a B	1.41 a A	1.57 a A	1.66 a A	1.28 a A
	8	1.29 a A	1.35 a A	1.37 a A	1.51 a A	1.47 a B	1.36 a A

Catatan (Notes):

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menurut baris atau diikuti huruf besar yang sama menurut kolom menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5% (Figures in the same row followed by the same small case or figures in the same column followed by the same capital within the same group of treatment are not significantly different according to Tukey's Test at 5% significant levels).
- | |
|--|
| BBD : Bobot basah daun (Leaf fresh weight) |
| BBB : Bobot basah batang (Stem fresh weight) |
| BBT : Bobot basah tajuk (Shoot fresh weight) |
| BBA : Bobot basah akar (Root dry weight) |

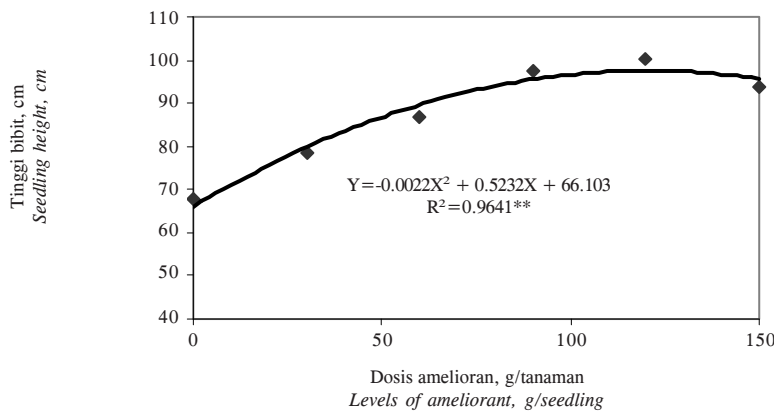
BKD : Bobot kering daun (Leaf dry weight)
BKB : Bobot Kering batang (Stem dry weight)
BKT : Bobot kering tajuk (Shoot dry weight)
BKA : Bobot kering total (Total dry weight).

Hubungan antara dosis aplikasi amelioran dengan tinggi tanaman kakao bersifat kuadratik mengikuti persamaan $Y = -0,0022 X^2 + 0,5232 X + 66,103$ ($R^2 = 0,9641^{**}$). Dosis aplikasi amelioran 120 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik bagi tinggi tanaman kakao (Gambar 1). Pada variabel jumlah daun dan diameter batang, tidak terdapat hubungan yang signifikan antara dosis amelioran dengan diameter batang tanaman kakao (Gambar 2). Dari hasil pengamatan tersebut dapat dinyatakan bahwa aplikasi amelioran dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao.

Hasil analisis varian menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara perlakuan amelioran alami dengan pupuk anorganik pada variabel bobot basah daun, bobot kering daun, bobot kering batang, bobot basah tajuk, dan bobot kering tajuk (Tabel 3). Adanya interaksi antarkedua macam perlakuan merupakan indikasi bahwa

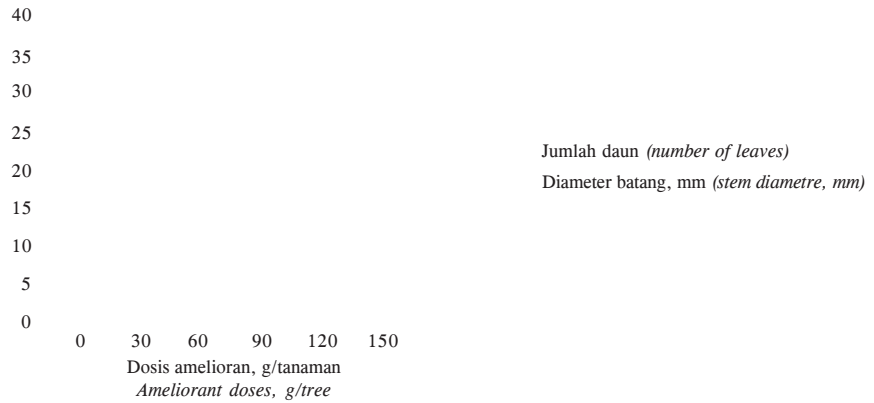
amelioran alami yang diaplikasikan memiliki efek sinergi dengan pupuk buatan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kakao. Adanya interaksi tersebut juga menunjukkan bahwa respons pertumbuhan bibit kakao terhadap aplikasi amelioran ditentukan oleh perlakuan pupuk anorganik atau sebaliknya.

Data dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa pada semua variabel, pertumbuhan tanaman kakao memiliki kecenderungan yang serupa. Pada perlakuan tanpa pupuk anorganik, aplikasi amelioran alami signifikan mulai dosis terendah (30 g amelioran alami/polibeg) dan efek kumulatifnya makin meningkat dengan makin bertambahnya dosis aplikasi amelioran. Respons pertumbuhan bobot kering tajuk mencapai kejenuhan mulai dosis aplikasi amelioran 120 g/polibeg. Pada perlakuan pupuk anorganik, respons pertumbuhan bobot kering tajuk dan akar kakao memiliki pola yang serupa dengan pada kondisi tanpa aplikasi pupuk anorganik, namun kejenuhan



Gambar 1. Hubungan antara tinggi bibit kakao umur 5 bulan dengan dosis aplikasi amelioran asal kulit buah kopi.

Figure 1. Relationship between cocoa seedling height at 5 month old and levels of natural ameliorant derived from coffee pulp.



Gambar 2. Hubungan antara jumlah daun dan diameter batang bibit kakao umur 5 bulan dengan dosis aplikasi ameliioran.

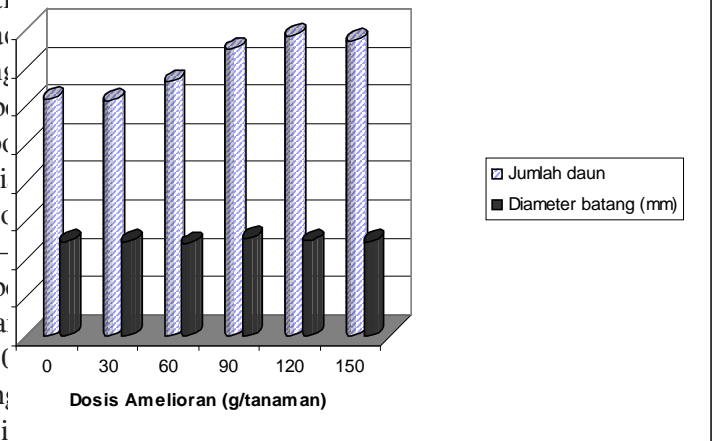
Figure 2. Relationship between number of leaves and stem diameter of cocoa seedling at 5 month old and levels of natural ameliiorant derived from coffee pulp.

aplikasi ameliioran dicapai pada 90 g ameliioran/polibeg. Jika aplikasinya melebihi 90 g/polibeg bobot kering tajuk tidak terus bertambah.

Pada variabel bobot basah batang, bobot basah akar dan bobot kering akar tidak terdapat interaksi antara kedua macam perlakuan yang diuji. Pengaruh tunggal aplikasi ameliioran alami meningkatkan bobot basah batang, bobot basah akar dan bobot kering akar secara signifikan. Pada variabel bobot basah batang, pengaruh ameliioran alami signifikan pada dosis aplikasi 90–150 g/polibeg, sedangkan terhadap variabel bobot basah akar dan bobot kering akar pengaruhnya signifikan hanya pada dosis 150 g/polibeg (Tabel 4). Pengaruh faktor tunggal perlakuan pupuk anorganik memiliki kecenderungan pola yang sama dengan pengaruh faktor tunggal perlakuan ameliioran. Ketiga variabel pertumbuhan tersebut

meningkat secara signifikan pada aplikasi 8 g pupuk N-P-K/polibeg (Tabel 5).

Meningkatnya pertumbuhan tanaman kopi maupun kakao akibat aplikasi ameliioran asal kulit buah kopi terjadi karena memperbaiki kondisi media tanah bagi



C-organik dan N ameliioran kulit buah kopi lebih rendah, namun kadar P dan K lebih tinggi. Kadar P dan K dalam ameliioran ini

Tabel 3. Interaksi antara dosis amelioran alami asal kulit buah kopi dengan pupuk anorganik pada beberapa variabel pertumbuhan bibit kakao pada umur 5 bulan

Table 3. Interaction between levels of natural ameliorant derived from coffee pulp and inorganic fertilizer on several growth variable of cocoa seedling at 5 month old

Variabel Variables	Dosis pupuk anorganik, g/tanaman Levels of inorganic fertilizer, g/tree	Dosis amelioran alami, g/tnm (Levels of natural ameliorant, g/tree)					
		0	30	60	90	120	150
BBD	0	48.8 d B	62.5 c B	76.1 b A	83.8 ab A	85.0 a A	87.3 a A
	8	66.6 c A	74.6 b A	76.7 b A	89.4 a A	90.3 a A	92.7 a A
BKD	0	14.9 d B	20.9 c B	24.6 b A	25.8 ab B	26.9 ab B	28.1 a A
	8	22.3 c A	24.7 bc A	25.4 b A	29.5 a A	29.5 a A	30.0 a A
BKB	0	13.8 c A	15.5 b A	17.4 a A	18.2 a A	18.4 a A	18.5 a A
	8	14.4 c A	14.6 c A	15.1 c B	15.6 bc B	16.6 ab B	17.1 a B
BBT	0	90.6 d B	108.3 c B	125.6 b A	141.1 a A	143.5 a B	145.4 a B
	8	121.3 c A	130.6 bc A	133.5 b A	150.3 a A	156.8 a A	159.5 a A
BKT	0	28.7 d B	36.4 c A	42.1 b A	43.9 b A	45.3 a A	46.5 a A
	8	36.7 c A	39.3 bc A	40.4 b A	45.1 a A	46.1 a A	47.1 a A

Catatan (Notes): sama dengan Tabel 2 (The same as Table 2).

juga lebih tinggi dibandingkan dengan kadar kedua unsur tersebut dalam belotong. Bahan organik maupun hara yang terkandung di dalam amelioran asal kulit buah kopi tersebut dapat memperbaiki sifat kimia maupun fisik tanah sehingga tanah memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman kopi maupun kakao.

Bahan organik penting dalam perbaikan sifat-sifat fisik tanah, terutama melalui peningkatan ukuran dan stabilitas agregat. Peningkatan ukuran dan stabilitas agregat akan meningkatkan kapasitas retensi air dan jumlah air tersedia, peningkatan pori makro

dan meso, peningkatan porositas total, peningkatan aerasi, dan peningkatan permeabilitas serta infiltrasi. Dalam pembentukan agregat, bahan organik berfungsi sebagai pengikat butiran-butiran tanah (pasir, debu dan liat). BOT merupakan pengikat antarmikro agregat sehingga membentuk agregat yang ukurannya lebih besar. Oades (1993) menunjukkan bahwa BOT memiliki peranan yang paling utama dalam stabilisasi agregat tanah.

Selain peranan langsung dalam pembentukan dan stabilisasi agregat tersebut, BOT juga berperan secara tidak langsung terhadap

Tabel 4. Pengaruh faktor tunggal dosis amelioran alami terhadap bobot basah batang, bobot basah akar dan bobot kering akar bibit kakao pada umur 5 bulan

Table 4. Effects of single factor of natural ameliorant application on stem wet weight, root wet weight and root dry weight of cocoa seedling at 5 month old

Dosis amelioran alami, g/tnm <i>Ameliorant doses, g/tree</i>	Bobot basah batang, g <i>Stem fresh weight, g</i>	Bobot basah akar, g <i>Root fresh weight, g</i>	Bobot kering akar, g <i>Root dry weight, g</i>
0	48.44 b	23.11 b	6.76 ab
30	52.16 b	22.94 b	6.11 b
60	53.11 b	23.40 b	6.79 ab
90	59.12 a	29.16 ab	7.24 a
120	61.68 a	26.79 ab	7.26 a
150	62.45 a	31.15 a	6.58 ab

Catatan (Notes): sama dengan Tabel 1 (*similar with Table 1*).

Tabel 5. Pengaruh faktor tunggal dosis pupuk anorganik N-P-K 15-15-15 bobot basah batang, bobot basah akar dan bobot kering akar bibit kakao pada umur 5 bulan

Table 5. Effects of single factor of inorganic fertilizer application on stem wet weight, root wet weight and root dry weight of cocoa seedling at 5 month old

Dosis pupuk anorganik, g/tnm <i>Inorganic fertilizer doses, g/tree</i>	Bobot basah batang, g <i>Stem fresh weight, g</i>	Bobot basah akar, g <i>Root fresh weight, g</i>	Bobot kering akar, g <i>Root dry weight, g</i>
0	51.87 b	21.78 b	6.44 b
8	60.45 a	30.40 a	7.80 a

Catatan (Notes): sama dengan Tabel 1 (*the same as Table 1*).

perubahan sifat-sifat fisik tanah, yaitu melalui fungsinya sebagai sumber energi bagi organisme tanah. Aktivitas dan perkembangan organisme tanah tersebut berpengaruh terhadap agregasi. Hasil-hasil riset tentang bahan organik yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian bahan organik dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah antara lain meningkatkan porositas tanah (Situmorang, 1999), agregasi dan stabilitas agregat tanah (Pujiyanto *et al.*, 2003). Hasil-hasil penelitian juga menunjukkan adanya efek positif bahan organik terhadap sifat kimia tanah antara lain meningkatkan KPK (Sudarsono, 1991; Sukristiyonubowo *et al.*, 1993, Obi, 1999), kadar N tanah (Sudarsono, 1991; Utomo *et al.*, 1992), P

tersedia (Irianto *et al.*, 1993), K (Pujiyanto *et al.*, 1996), kadar Ca, Mg, K dan Na (Situmorang, 1999, Obi, 1999), pH tanah (Irianto *et al.*, 1993), dan menurunkan kadar aluminium dan besi sehingga menekan risiko keracunan (Situmorang, 1999), menurunkan ikatan permanen P oleh liat sehingga meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman (Zhang dan MacKenzie, 1997). Selain itu, bahan organik juga mampu memperbaiki sifat-sifat biologi tanah karena menyediakan energi yang diperlukan bagi meningkatkan aktivitas biologi tanah. Pujiyanto *et al.* (2003) menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik selain memperbaiki agregasi, meningkatkan indeks ketersediaan hara juga meningkatkan kadar hormon tumbuh BAP dan IBA di dalam tanah.

KESIMPULAN

1. Limbah kulit buah kopi dapat dimanfaatkan sebagai amelioran tanah yang alami untuk meningkatkan daya dukung tanah bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Komposisi ameliorant 90% pasta kulit buah kopi dengan 10% mineral (zeolit : fosfat alam = 1:1). Setelah dikeringkan, ameliorant tersebut memiliki karakter fisik dan kimia yang baik, yaitu memiliki kapasitas retensi air, KTK, kadar C-organik, dan kadar P yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah.
2. Amelioran kulit buah kopi dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi maupun kakao secara efektif. Terdapat interaksi positif antara amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan terhadap pertumbuhan bibit kopi maupun kakao. Amelioran kulit buah kopi dengan pupuk buatan bekerja secara sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Aplikasi amelioran kulit buah kopi meningkatkan efektifitas aplikasi pupuk anorganik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baon, J.B.; R. Sukasih & Nurkholis (2005). Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi: pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan*, 21, 31 – 42.
- Cobo, J.G.; E. Barrios; D.C.L. Kass & R. J. Thomas (2002a). Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil. *Biol. Fertil. Soil.* , 36, 87–92.
- Cobo, J.G.; E. Barrios; D.C.L. Kass & R.J. Thomas (2002b). Decomposition and nutrient release by green manures in the tropical hillside agroecosystem. *Plant Soil.* , 240, 331–342.
- Erich, M.S.; C.B. Fitzgerald & G.A. Porter (2002). The effect of organic amendments on phosphorus chemistry in a potato cropping system. *Agric. Eco. Env.* , 88, 79–88.
- Irianto, G.; A. Abdurrachman & I. Juarsah (1993). Rehabilitasi tanah Tropudults tererosi dengan sistem pertanaman lorong menggunakan tanaman pagar. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk*, 11, 13–18.
- Kahindi, J.H.P.; P. Woome; T. George; F.M.S. Moreira; N.K. Karanja & K.E. Giller (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of nitrogen-fixing bacteria. *Applied Soil Ecology*, 6, 55–76.
- Laboski, C.A.M. & J.A. Lamb (2003). Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 67, 544–554.
- Oades, J.M. (1993). The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56, 377–400.
- Obi, M.E (1999). The physical and chemical responses of a degraded sandy clay loam soil to cover crops in Southern Nigeria. *Plant Soil*, 211, 165–172.
- Pujiyanto (1993). Status bahan organik tanah pada perkebunan kopi dan kakao di Jawa Timur. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12, 115–119.
- Pujiyanto; A. Wibawa & Winaryo (1996). Pengaruh teras dan tanaman penguat teras terhadap produktivitas kopi Arabika serta sifat kimia tanahnya. *Pelita Perkebunan*, 12, 25–35.

- Pujiyanto; Sudarsono; A. Rachim; S. Sabiham, A. Sastiono & J.B. Baon (2003). Pengaruh bahan organik dan jenis tanaman penutup tanah terhadap bentuk-bentuk bahan organik tanah, distribusi agregat dan pertumbuhan tanaman kakao. *Jurnal Tanah Tropika*, 9, 73-86.
- Salas, A.M.; E.T. Elliot; D.G. Westfall; C.V. Cole & J. Six (2003). The role of particulate organic matter in phosphorus cycling. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67, 181-189.
- Situmorang, R. (1999). *Pemanfaatan Bahan Organik Setempat Mucuna sp. dan Fosfat Alam untuk Memperbaiki Sifat-sifat Tanah Palehumults di Miramontana, Sukabumi*. Pasca Sarjana - IPB. Bogor.
- Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reaction*. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Sudarsono (1991). Pengaruh tiga cara pengembalian jerami ke dalam tanah Rendzina terhadap: (1) komposisi bahan organik tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 1, 79-84.
- Sukristyonubowo; Mulyadi; P. Wigena & A. Kasno (1993). Pengaruh penambahan bahan organik, kapur dan pupuk NPK terhadap sifat kimia tanah dan hasil kacang tanah. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk*, 11, 1-6.
- Suwardi; A. Sastiono & I. Goto (1995). Some mineralogical and chemical properties of natural zeolite in Indonesia and its proposed applications in agriculture. *Indon. J. Trop. Agric.*, 6, 15-20.
- Utomo, W.H.; S.M. Sitompul & M. van Nordwijk (1992). Effects of leguminous cover crops on subsequent maize and soybean crops on an Ultisol in Lampung. *Agrivita*, 15, 44-53.
- Zhang, H.; K.H. Hartge & H. Ringe (1997). Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 61, 239-245.
- Zhang, T.Q. & A.F. MacKenzie (1997). Changes of soil phosphorus fractions under long-term corn monoculture. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 61, 485-493.
