



**PENGARUH JENIS PUPUK ORGANIK KULIT KOPI HASIL
PENGOMPOSAN DENGAN AKTIVATOR HAYATI DAN
ANORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL
BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana
Jurusan Budidaya Pertanian
pada Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

JUMARI

9615101111



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

Oktober 2000

MOTTO

Perjalanan seribu mil selalu diawali dengan langkah pertama
(Shakespeare)

Apakah memang sungguh-sungguh ?
Maka kinilah waktu untuk melaksanakan
Apa yang bisa dilakukan dan kira-kira dapat dilakukan
Laksanakan sekarang
(Goethe)

“.....Dan Allah selalu memberi petunjuk bagi orang yang
dikehendaki-Nya pada jalan yang lurus “
(Al-Baqarah :213)

PERSEMBAHAN

Karya ini hanyalah satu langkah kecil dari perjuanganku yang masih terbentang, sebagai tanda bakti dan persembahanku, kepada ;

1. Bapak Karso dan Ibu Yuliani tercinta, atas curahan do'a yang tiada pernah putus, dukungan dan bimbingan untuk belajar memahami kehidupan.
2. Kakakku Banjar Asmono dan Adikku Kismunarto yang tercinta.
3. Dyah Agustina terima kasih atas perhatian dan kasih sayangmu.
4. Almamater yang kubanggakan.

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SOEBYANTO SOETANTO, MS. (DPU)

Dr. Ir. JOHN BAKO BAON, MSc. (DPA I)

Ir. GATOT SUBROTO, MP. (DPA II)

Diterima oleh Fakultas Pertanian
Universitas Jember sebagai
Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 23 Oktober 2000

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

TIM PENGUJI

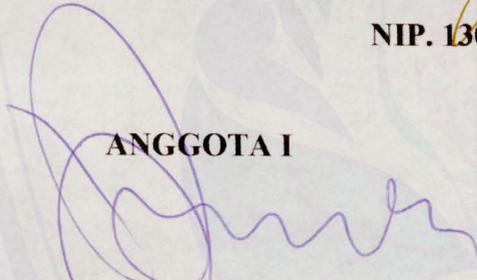
KETUA



Ir. SOEBYANTO SOETANTO, MS.

NIP. 130 445 426

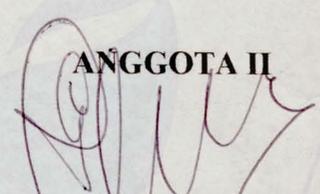
ANGGOTA I



Dr. Ir. JOHN BAKO BAON, MSc.

NIP. 111 000 210

ANGGOTA II

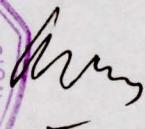


Ir. GATOT SUBROTO, MP.

NIP. 131 832 323

MENGESAHKAN

DEKAN



Ir. Hj. ARIE MUDJIHARJATI, MS.

NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas curahan rahmat, taufik dan hidayahnya penulisan skripsi yang berjudul *“Pengaruh Jenis Pupuk Organik Kulit Kopi Hasil Pengomposan dengan Aktivator Hayati dan Anorganik terhadap Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica) “* dapat terselesaikan.

Maksud dan tujuan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Tinggi Sarjana, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Dengan terselesainya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Hj. Arie Mudjiharjati, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Dr. Ir. M. Setyo Perwoko, MS., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Soebyanto Soetanto, MS., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, arahan serta saran-saran dalam penulisan maupun penyelesaian karya ilmiah ini.
4. Dr. Ir. John Bako Baon, MSc., selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, arahan serta saran-saran dalam penulisan maupun penyelesaian karya ilmiah ini.
5. Ir Gatot Subroto, MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan arahan dan saran-saran dalam penulisan maupun penyelesaian karya ilmiah ini.
6. Ir. Nurkholis, selaku Dosen Pembimbing Lapang yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian mulai awal sampai berakhirnya penelitian ini.
7. Staf Laboratorium Tanah dan seluruh karyawan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.

8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Pertanian, khususnya jurusan Budidaya Pertanian, terima kasih atas bimbingan dan pengorbanannya selama penulis melaksanakan studi.
9. Mbak Kamiati sekeluarga, Mas Waris, Tomy, Andung, Pak De, Eka, Garet, Arif (kal. 64), Yudi, Yetty, Tinon dan rekan-rekan di Blora 18 B, terima kasih atas dukungan dan perhatian kalian.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 96, atas kebersamaan dan dorongan moril selama penulis melaksanakan studi.

Manusia tidak pernah terlepas dari kesalahan, karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna kesempurnaan Karya Ilmiah Tertulis ini dan semoga dapat memberikan sumbangan bagi dunia ilmu Pengetahuan khususnya Pertanian.

Jember, Oktober 2000

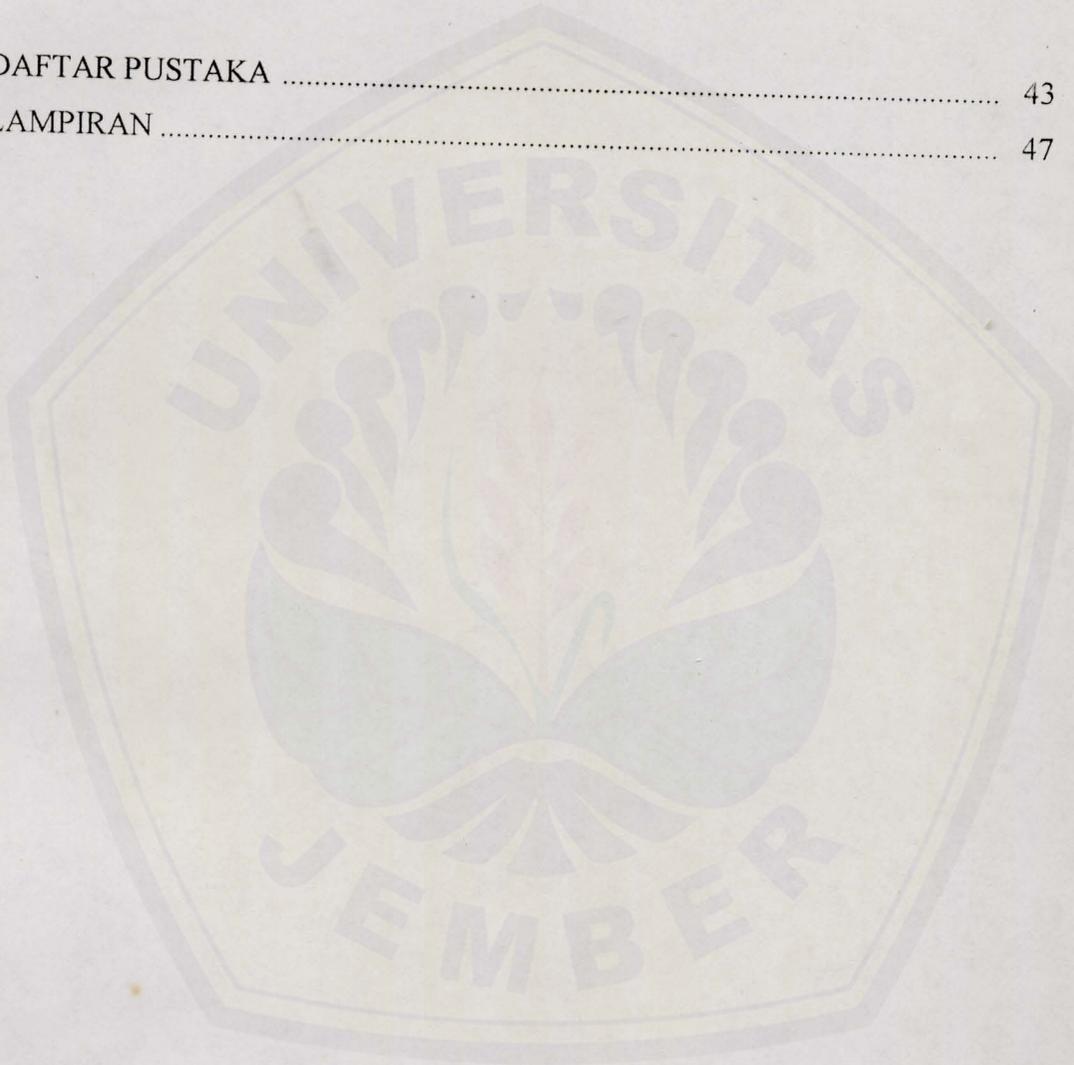
(Penulis)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN.....	xv
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
II. PENDAHULUAN	6
2.1 Deskripsi Tanaman Kopi.....	6
2.1.1 Komposisi dan Sistematika	6
2.1.2 Jaringan Vegetatif.....	6
2.1.2.1 Akar	6
2.1.2.2 Tajuk.....	7
2.1.2.3 Daun.....	8
2.1.3 Jaringan Generatif.....	9
2.1.3.1 Bunga.....	9
2.1.3.2 Buah.....	10
2.2 Faktor Pendukung Pertumbuhan Kopi.....	10
2.2.1 Iklim.....	10
2.2.2 Tanah	11
2.2.3 Budidaya.....	12
2.3 Peranan Bahan Organik	13

2.3.1 Bahan Organik dan Kesuburan Tanah.....	13
2.3.2 Kompos dan Pengomposan.....	14
2.3.3 Aktivator Pengomposan.....	17
2.3.3.1 Aktivator Hayati	17
2.3.3.2 Aktiator Anorganik.....	18
2.4 Hipotesis	20
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tempat dan Waktu.....	21
3.2 Tanah	21
3.3 Bahan dan Alat	21
3.4 Metode Penelitian.....	21
3.4.1 Rancangan Percobaan.....	22
3.4.2 Model Matematis.....	23
3.5 Pelaksanaan Penelitian	23
3.5.1 Penyiapan Bahan Tanam	23
3.5.2 Penyiapan Tempat	24
3.5.2 Cara Kerja.....	24
3.6 Parameter Pengamatan	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.1.1 Pertumbuhan Tanaman.....	26
4.1.2 Konsentrasi Hara Makro (N, P, K, Ca, Mg) dalam Jaringan Daun Kopi.....	34
4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Pengaruh Media dengan Bahan Kompos Berbeda	35
4.2.2 Pengaruh Media dengan Kompos yang Menggunakan Aktivator Berbeda.....	37

4.2.3 Pengaruh Interaksi Bahan Kompos dan Aktivator	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47

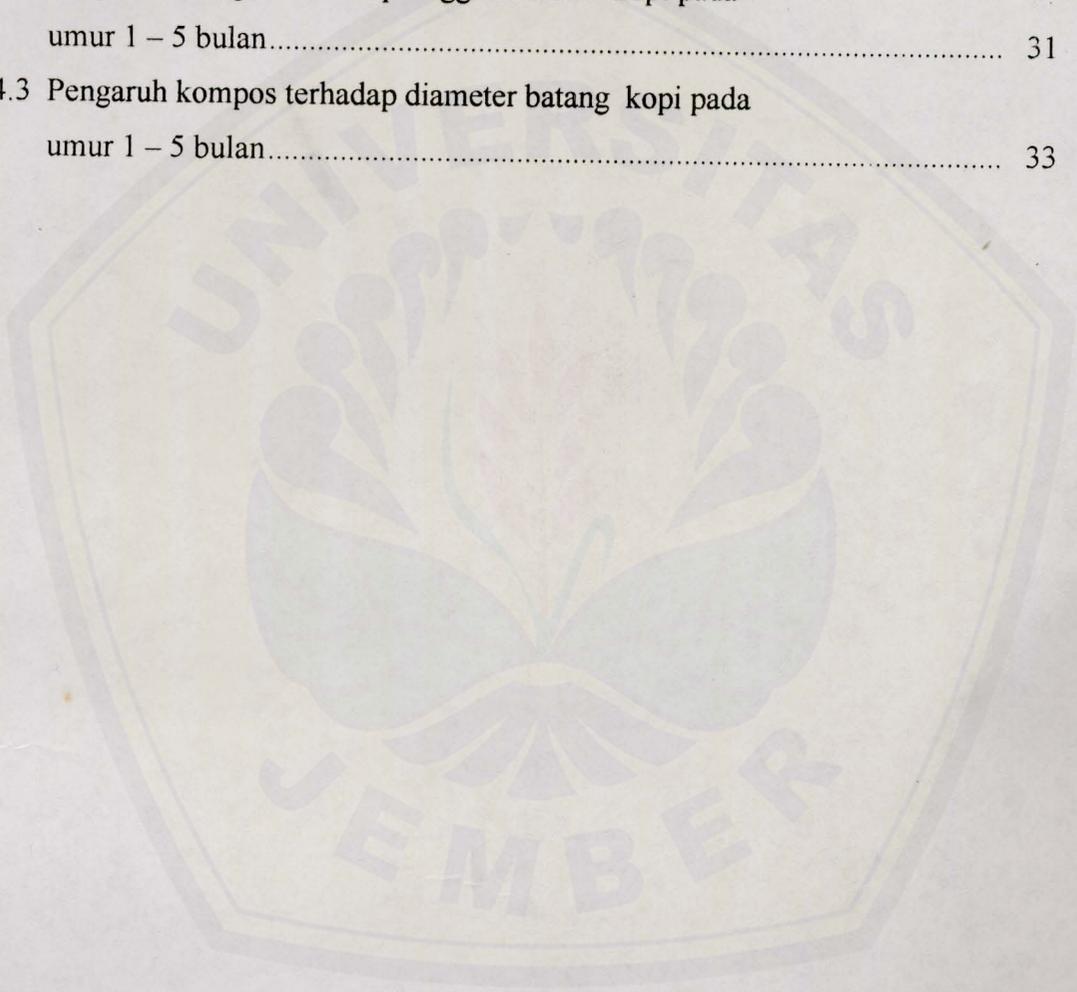


DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
2.1 : Jumlah stomata pada daun beberapa jenis kopi	8
2.2 : Unsur hara yang terangkut oleh produksi satu ton kopi arabika	16
3.1 : Karakteristik kimia tanah yang digunakan dalam percobaan ini.....	31
4.1 : Rangkuman sidik ragam pada parameter pertumbuhan	26
4.2 : Rangkuman uji jarak duncan 5% pada faktor tunggal (asal bahan kompos) pada parameter pertumbuhan.....	27
4.3 : Rangkuman uji jarak duncan 5% pada faktor tunggal (aktivator pengomposan) pada parameter pertumbuhan	27
4.4 : Rangkuman uji jarak duncan 5% pada interaksi bahan kompos dan aktivator pengomposan pada parameter pertumbuhan.....	28
4.5 : Konsentrasi rata-rata unsur hara dalam daun kopi	34

DAFTAR GAMBAR

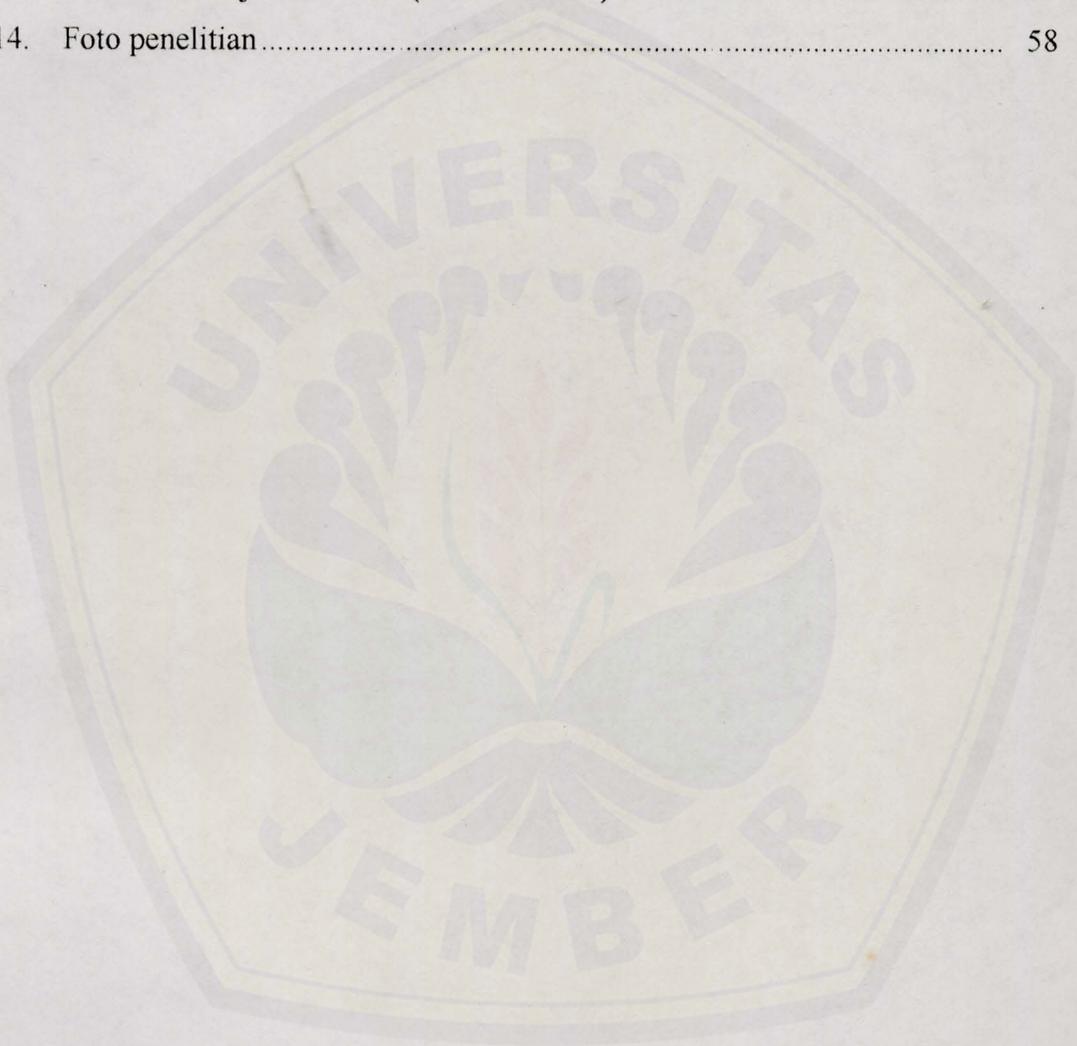
Nomor	Halaman
4.1 Pengaruh kompos terhadap jumlah helai daun kopi pada umur 1 – 5 bulan.....	30
4.2 Pengaruh kompos terhadap tinggi tanaman kopi pada umur 1 – 5 bulan.....	31
4.3 Pengaruh kompos terhadap diameter batang kopi pada umur 1 – 5 bulan.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1.a Data tinggi tanaman (cm)	47
1.b Tabel dua arah data tinggi tanaman (cm)	47
1.c Sidik ragam data tinggi tanaman (cm).....	47
2.a Data jumlah daun (helai/tanaman).....	48
2.b Tabel dua arah data jumlah daun (helai/tanaman).....	48
2.c Sidik ragam data jumlah daun (helai/tanaman)	48
3.a Data berat basah tajuk dan akar (gram/tanaman).....	49
3.b Tabel dua arah data berat basah tajuk dan akar (gram/tanaman)	49
3.c Sidik ragam data berat basah tajuk dan akar (gram/tanaman)	49
4.a Data diameter batang (mm)	50
4.b Tabel dua arah data diameter batang (mm)	50
4.c Sidik ragam data diameter batang (mm).....	50
5.a Data luas daun (cm ² /tanaman)	51
5.b Tabel dua arah data luas daun (cm ² /tanaman).....	51
5.c Sidik ragam data luas daun (cm ² /tanaman).....	51
6.a Data berat kering tajuk dan akar (gram/tanaman)	52
6.b Tabel dua arah data berat kering tajuk dan akar (gram/tanaman)	52
6.c Sidik ragam data berat kering tajuk dan akar (gram/tanaman).....	52
7.a Data laju pertumbuhan relatif (g/g/hari)	53
7.b Tabel dua arah data laju pertumbuhan relatif (g/g/hari)	53
7.c Sidik ragam data laju pertumbuhan relatif (g/g/hari).....	53
8.a Data laju asimilasi bersih (g/cm ² /hari).....	54
8.b Tabel dua arah data laju asimilasi bersih (g/cm ² /hari).....	54
8.c Sidik ragam data laju asimilasi bersih (g/cm ² /hari).....	54
9.a Data indeks vigor	55
9.b Tabel dua arah data indeks vigor	55

9.c	Sidik ragam data indeks vigor.....	55
10.	Data konsentrasi unsur (N, P,K,Ca dan Mg) pada jaringan daun kopi.....	56
11.	Data bulanan tinggi tanaman (cm).....	56
12.	Data bulanan diameter batang (cm).....	57
13.	Data bulanan jumlah daun (helai/tanaman).....	57
14.	Foto penelitian.....	58



Jumari, 9615101111, Pengaruh Jenis Pupuk Organik Kulit Kopi Hasil Pengomposan dengan Aktivator Hayati dan Anorganik terhadap Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) (Di bawah Bimbingan Ir. Soebyanto Soetanto, MS. dan Dr. Ir. John Bako Baon, MSc.)

RINGKASAN

Penelitian ini merupakan uji lapang dari hasil proses pengomposan kulit buah kopi (pulpa) dan kulit tanduk dengan dekomposer organik dan anorganik yang telah selesai dikerjakan dengan hasil bahwa dekomposer anorganik rupanya lebih cepat memproses limbah dibandingkan dekomposer organik.

Hasil percobaan di atas diperlakukan pada bibit kopi arabika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kompos kulit kopi hasil pengomposan menggunakan aktivator hayati dan anorganik terhadap pertumbuhan awal bibit kopi arabika.

Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Kaliwining, Jember dengan ketinggian tempat 45 m dpl, suhu rata-rata 26,5 °C, kelembaban relatif 83,9 %, dan curah hujan rata-rata selama 20 tahun terakhir 1885 mm/tahun. Sedangkan waktu pelaksanaan penelitian April 2000 - September 2000.

Penelitian dilakukan secara faktorial 3 x 5 (dua faktor) dengan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan yang dilanjutkan dengan Uji Duncan 5%. Bahan kompos yang menjadi obyek penelitian ini diperoleh dari hasil perlakuan dua faktor, yaitu bahan baku kompos dengan 3 aras (A1=Campuran kulit tanduk dan kulit buah, A2 = Kulit tanduk, A3 = Kulit buah) dan aktivator pengomposan dengan 5 aras (C1= Tanpa aktivator, C2 = StarbiO Plant, C3 =Pupuk ZA, C4 =pupuk TSP, C5 = OrgaDec).

Hasil Penelitian ini menunjukkan interaksi bahan kompos dan aktivator pengomposan berpengaruh sangat nyata pada berat kering, indeks vigor, diameter batang, tinggi tanaman, berat basah, luas daun dan laju pertumbuhan relatif. Faktor tunggal perlakuan macam bahan kompos yang diberikan pada media tanam berpengaruh nyata pada jumlah daun, berat kering, indeks vigor, diameter batang, tinggi tanaman, berat basah, luas daun dan laju pertumbuhan relatif. Faktor tunggal aktivator pengomposan hanya berpengaruh nyata pada berat kering, laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih dan indeks vigor.

Kombinasi kulit buah kopi dan StarbiO Plant untuk kompos cenderung memberikan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan bibit kopi, sedangkan kombinasi bahan kulit buah dengan pupuk ZA sebagai aktivator pengomposannya cenderung berpengaruh kurang baik terhadap pertumbuhan bibit kopi.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bagi bangsa Indonesia kopi merupakan salah satu mata dagangan yang mempunyai arti cukup tinggi. Devisa yang dihasilkan pada tahun 1995 mencapai 606.396 US dolar dari ekspor sebanyak 230.201 ton biji kopi (Direktorat Jendral Perkebunan cit. Pujiyanto, 1998). Produksi kopi Indonesia didominasi oleh jenis kopi robusta yang mencapai 417.972 ton, sedangkan kopi arabikanya hanya sebesar 39.829 ton. Di pasaran kopi dunia, permintaan biji kopi arabika jauh lebih besar dibandingkan dengan kopi robusta. Hal ini dapat dilihat dari tingkat harga kopi arabika yang selalu lebih tinggi daripada kopi robusta. Selain sebagai komoditas ekspor, kopi juga merupakan komoditas yang dikonsumsi dalam negeri. Menurut survei yang dilakukan oleh Departemen Pertanian, rata-rata penduduk mengkonsumsi kopi sebanyak 0,5 kg/orang/tahun.

Berdasarkan pada kondisi tersebut, terdapat peluang yang besar untuk meningkatkan produksi kopi arabika di Indonesia. Peningkatan produksi kopi arabika dapat dilakukan melalui intensifikasi pengolahan kebun yang sudah ada, konversi komoditas lain menjadi kopi arabika, serta pengembangan kopi arabika pada lahan baru yang sesuai dengan kopi jenis ini.

Banyak petani kopi dari berbagai daerah ternyata untuk peremajaan tanaman kopi dihadapkan pada kesulitan untuk memperoleh bahan tanam unggul. Kebun-kebun bibit di berbagai daerah tidak sanggup menyediakan bibit-bibit unggul. Peluang untuk meningkatkan produktivitas tanaman kopi rakyat belum dapat dimanfaatkan secara langsung melalui penyediaan bibit-bibit unggul yang murah dan mudah diperoleh petani.

Hal ini merupakan masalah yang perlu mendapatkan perhatian nyata dalam menanggapi minat besar di kalangan petani kopi untuk meremajakan kebunnya yang sebagian sudah amat tua. Apabila kegiatan peremajaan tanaman terlaksana dengan

bibit-bibit yang seadanya, maka tanaman juga tidak akan mampu memberikan hasil yang tinggi (Siswoputranto, 1987).

Kopi robusta yang diperbanyak dengan biji akan menghasilkan pertanaman yang tidak seragam dan sering penampilannya tidak sama seperti pohon induknya karena mengalami segregasi. Penyediaan bibit kopi arabika umumnya masih dilakukan dengan biji karena memiliki sifat menyerbuk sendiri dan peluang terjadinya segregasi sangat rendah sehingga tanaman yang dihasilkan relatif seragam dan tidak banyak menyimpang dari sifat-sifat pohon induknya (Nur, 1998). Selain itu pembibitan kopi arabika yang dilakukan secara generatif (dengan benih) lebih mudah dan memerlukan waktu pembibitan yang lebih singkat, sehingga perbanyakan dengan benih merupakan pilihan utama (Hulupi, 1997).

Kondisi bibit yang ditanam merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan tanaman di lapangan. Sehingga betapapun baiknya persiapan lapangan yang dilakukan, jika kondisi bibit yang ditanam tidak baik hasilnya akan mengecewakan (Suginingsih & Suseno, 1988). Langkah awal untuk pertanaman setelah perkecambahan adalah pembibitan. Oleh karena itu pembibitan harus mendapatkan perlakuan-perlakuan tertentu agar diperoleh bibit yang siap tanam dengan produktivitas dan mutu tanaman yang baik (Suprijadji, 1985).

Dalam pembuatan bibit perlu disediakan tempat khusus karena meskipun bibit kelak sudah ditanam di areal pertanaman tempat ini masih akan digunakan untuk membuat bibit lagi. Bibit tersebut digunakan untuk peremajaan, penyulaman dan perluasan areal yang dilakukan sepanjang waktu.

Lahan untuk persemaian dan pembibitan sebaiknya dipilih yang terbaik di antara lahan yang ada. Sedapat mungkin tanahnya subur, banyak mengandung humus, lahan datar, berdekatan dengan sumber air, dan mudah dijangkau atau dekat dengan pemukiman. Lahan yang akan digunakan sebagai tempat persemaian dan pembibitan juga harus terbebas dari serangan nematoda (Najiyati & Danarti, 1991).

Masalah terpenting pada bibit adalah intensitas pembentukan akar, karena terbentuknya akar merupakan indikasi keberhasilan pertumbuhan. Akar terbentuk

karena adanya pergerakan ke bawah akibat pengaruh auxin, karbohidrat dan zat yang berinteraksi dengan auxin. Pertumbuhan akar dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat memungkinkan bibit untuk tumbuh dengan baik (Sasmita & Harjadi, 1985).

Danoesastro (1973) menyatakan bahwa pembentukan akar merupakan hal yang sangat penting untuk menjamin kelangsungan hidup bibit. Makin cepat dan makin banyak terbentuk akar, maka makin besar kemungkinan untuk mendapatkan bibit yang baik. Selanjutnya dikatakan oleh Soeratno (1980) bahwa pertumbuhan bibit dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis tanah sebagai media, ukuran polibeg dan program pemupukan. Media tumbuh mempunyai peranan penting dalam memberikan lingkungan tumbuh yang sesuai untuk perkecambahan biji, pembentukan akar, dan pertumbuhan awal bibit tanaman. Media tumbuh yang dipergunakan pada umumnya adalah tanah mineral, pupuk organik dan pasir. Penggunaan tanah mineral saja sebagai media pembibitan mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain sistem perakaran bibit yang kurang kompak, bobot setiap wadah cukup besar dan kematian bibit cukup tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu dicari media yang lebih porous atau ringan serta dapat menambah ketersediaan unsur hara. Menurut Rahardjo (1999), media pembibitan kopi berupa campuran tanah, pupuk kandang dan pasir dengan perbandingan 1 : 1 : 1 di dalam kantong plastik (polibeg). Polibeg diatur dengan jarak antar barisan 25 cm dan jarak dalam barisan 15 cm.

Untuk menciptakan struktur tanah yang baik dan gembur serta menambah unsur hara dan agar akar tunggang tidak terganggu, maka sebaiknya media pembibitan menggunakan tanah yang dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1 (Soeratno, 1980). Menurut Sitomorang & Soenaryo (1973), media pembibitan sebaiknya menggunakan kompos yang sudah matang berbentuk seperti tanah yang dicampur tanah dan pasir dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Kompos, humus, gambut dan pupuk kandang merupakan bahan organik dari jaringan tumbuhan dan sampah hewan yang telah terurai. Penggunaan kompos, humus, gambut dan pupuk

kandang sebagai media tanam intensif telah dilaksanakan sejak lama, terutama sebagai semai bibit tanaman tahunan (Sarwono, 1994).

Limbah organik dari kebun kopi berupa kulit buah, kulit tanduk dan bahan-bahan organik lain yang terangkut dalam limbah pengolahan. Produksi bahan organik yang berupa kulit buah adalah 40-50% dari bobot kopi. Pada kebun kopi yang luasnya 1.000 ha dengan produktivitas 1 ton/ha kopi pasar, maka limbah kulit buahnya akan mencapai 2.000-2.500 ton untuk kopi robusta dan 2.667 -3.333 ton untuk kopi robusta.

Kulit buah dan kulit tanduk biasanya sudah dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik, yaitu langsung dikembalikan ke kebun dalam bentuk segar. Namun demikian, bahan organik dalam air limbah biasanya belum dimanfaatkan dan masih dibuang ke perairan umum. Selain bermanfaat bagi perbaikan tanaman pemanfaatan limbah tersebut juga akan mengurangi pencemaran, karena limbah cair pengolahan kopi belum layak jika langsung di buang ke perairan umum (Pujiyanto, 1997).

Kulit daging buah kopi atau pulpa yang dihasilkan selama proses pengolahan oleh perkebunan-perkebunan besar dapat dimanfaatkan sebagai kompos, karena besarnya jumlah unsur karbon dan unsur hara yang terbuang dalam pulpa. Pulpa kopi mengandung 43% air, 27,5 % serat kasar, 9,5 % gula dan 8,5 tanin di samping 3,7 % mineral.

Lama pengomposan yang diperlukan untuk memperoleh kompos yang matang ditentukan oleh jenis maupun komposisi bahan kompos. Semakin tinggi perbandingan antara C dengan N dari bahan kompos yang dipakai, semakin lama pengomposan yang dibutuhkan. Lama pengomposan juga berpengaruh terhadap kadar unsur hara dalam kompos yang dihasilkan. Pengomposan selama 3 bulan dapat meningkatkan kadar hara N, P, Fe dan Mn, tetapi menurunkan kadar K, Ca dan Mn, sedangkan unsur Cu dan Zn tidak mengalami perubahan yang nyata (Winaryo *et al*, 1995).

Apabila persiapan medium pembibitan telah dilaksanakan dengan baik, yaitu pengolahan tanah yang subur dan penambahan kompos atau pupuk kandang

maka pemupukan di pembibitan sudah tidak diperlukan lagi. Akan tetapi apabila pertumbuhan bibit masih belum memuaskan, maka dapat dilakukan pemupukan (Hartobudoyo, 1989).

Kulit kopi dalam bentuk kulit tanduk atau pulpa yang terbuang sebagai limbah dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan kompos yang dapat membantu memperbaiki kondisi fisik maupun kimia tanah. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan karena memanfaatkan produk hasil penelitian yang meneliti pengaruh aktivator pengomposan hayati dan anorganik serta komposisi bahan baku terhadap lama dan mutu kompos kulit kopi (Sukasih, 2000). Pengomposan kulit buah kopi ini telah dilakukan selama lebih dari dua bulan dengan menggunakan aktivator hayati dan anorganik guna mempercepat dekomposisi dari bahan kompos yang digunakan. Hasil pengomposan tersebut belum diketahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman, khususnya kopi.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kompos kulit kopi hasil pengomposan menggunakan aktivator hayati dan anorganik terhadap pertumbuhan awal bibit kopi arabika.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi peneliti, petani dan pekebun dalam usahanya meningkatkan pertumbuhan tanaman perkebunan khususnya kopi arabika dengan menggunakan kompos kulit kopi sehingga dapat mengurangi limbah yang terbuang percuma dan akhirnya diharapkan berprospek dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Kopi

2.1.1 Komposisi dan Sistematika

Kopi (*Coffea* sp.) adalah spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam familia *Rubiaceae* dan genus *Coffea*. Tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang, dan apabila dibiarkan tumbuh dapat mencapai tinggi 12 m. Daunnya bulat telur dengan ujung agak meruncing. Daun tumbuh berhadapan pada batang, cabang dan ranting-rantingnya (Najiyati & Danarti, 1991). Tanaman kopi mempunyai banyak jenis, salah satunya adalah kopi arabika yang merupakan tanaman perdu dan rimbun. Ketinggiannya 2-3 m, tetapi apabila ujungnya tidak dipotong dapat lebih tinggi lagi. Menurut Tjitrosoepomo (1991) kopi arabika mempunyai sistematika sebagai berikut :

Divisio	Spermathophyta
Sub divisio	Angiospermae
Classis	Dicotyledoneae
Sub classis	Sympetalae
Ordo	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genus	<i>Coffea</i>
Spesies	<i>Coffea arabica</i> L

2.1.2 Jaringan Vegetatif

2.1.2.1 Akar

Tanaman kopi mempunyai akar tunggang, lurus ke bawah, pendek dan kuat. Panjang akar tunggang ini kurang lebih 45-50 cm, yang pada dasarnya terdapat 4-8 akar samping yang menurun ke bawah sepanjang 2-3 m. Selain itu banyak pula akar cabang samping yang panjang 1-2 m horisontal, sedalam kurang lebih 30 cm, dan

bercabang merata, masuk ke dalam tanah lebih dalam lagi (AAK, 1989). Meskipun kopi merupakan tanaman tahunan, tetapi umumnya mempunyai perakaran yang dangkal. Oleh sebab itu, tanaman ini mudah mengalami kekeringan pada kemarau yang panjang apabila di atas daerah perakarannya tidak diberi mulsa (Najiyati & Danarti, 1991).

2.1.2.2 Tajuk

Kopi menunjukkan dimorfisme dalam pertumbuhan vegetatifnya, yaitu pertumbuhan ortotropik (tegak) dan plagiotropik (ke samping). Batang dan tunas-tunas air (wiwilan) tumbuh ortotropik, sedangkan cabang tumbuh plagiotropik. Bagian tanaman yang tumbuh ortotropik dapat menghasilkan pertumbuhan ortotropik maupun plagiotropik. Namun sebaliknya bagian yang tumbuh plagiotropik hanya dapat menghasilkan pertumbuhan plagiotropik dan tidak dapat menghasilkan pertumbuhan ortotropik, karena itu sambungan cabang atau setek cabang tidak dapat tumbuh ke atas.

Pada ketiak daun terdapat dua macam kuncup tunas, yaitu ;

- (1) Kuncup tunas primer hanya satu di bagian paling atas dan dapat tumbuh menjadi cabang primer (cabang buah), kecuali pada 2-5 pasang daun paling bawah.
- (2) Kuncup tunas reproduksi yang berjumlah 4-5 buah, terletak di bawah kuncup-kuncup primer dan dapat tumbuh menjadi tunas reproduksi (tunas air atau wiwilan).

Pada ketiak daun dapat tumbuh tunas reproduksi sampai beberapa kali, akan tetapi cabang primer hanya terbentuk satu kali, karena buah terbentuk pada cabang-cabang primer, maka cabang ini sangat penting artinya. Susunan tunas semacam ini juga terdapat pada ketiak daun cabang primer dan dinamakan kuncup tunas sekunder dan kuncup tunas reproduksi. Bedanya dengan kuncup-kuncup tunas pada batang, kuncup-kuncup ini dapat tumbuh menjadi bunga.

Pada cabang primer yang kuat pertumbuhannya, kuncup tunas sebagian dapat menjadi cabang. Kuncup tunas sekunder dapat tumbuh menjadi cabang sekunder, sedangkan kuncup tunas reproduksi dapat tumbuh menjadi cabang produksi, cabang cacing dan cabang balik (Mulyana, 1982). Pertumbuhan ortotropik menghasilkan batang dan wiwilan (tunas air), yang apabila dibiarkan akan menghasilkan batang-batang baru. Pertumbuhan plagiotropik menghasilkan cabang-cabang yang tumbuh mendatar dan mendukung buah pada buku-bukunya (Pujiyanto, 1997).

2.1.2.3 Daun

Kopi mempunyai bentuk daun bulat telur, ujungnya agak meruncing sampai bulat. Daun tersebut tumbuh pada batang, cabang dan ranting yang tersusun secara berdampingan. Adapun perbedaan besar kecil dan tebal tipisnya daun sangat dipengaruhi oleh jenisnya. Sebagai contoh, daun kopi arabika berbeda dengan daun kopi robusta. Permukaan daun kopi juga juga tergantung dari jenis tanaman kopi (AAK, 1989).

Daun tanaman ini tumbuh berhadapan dan berpasangan, baik yang tumbuh pada batang maupun pada cabang. Pada cabang, daun-daun itu berpasangan dan terletak pada satu bidang, tetapi pada batang dan wiwilan, pasangan-pasangan daun tersebut akan terletak pada bidang-bidang yang bersilangan (Najiyati & Danarti, 1991).

Stomata atau mulut daun tanaman ini ternyata berbeda menurut jenis kopi (lihat Tabel 2.1).

Tabel 2.1 : Jumlah Stomata pada Daun Beberapa Jenis Kopi (Mulyana, 1982)

Jenis kopi	Jumlah stomata (per mm ²)
1. Arabika	148 - 185
2. Liberika	216 - 326
3. Robusta	302 - 388

Menurut Salisbury & Ross (1995), setiap mm^2 permukaan daun mempunyai kira-kira 100 stomata, tetapi jumlah ini dapat mencapai sepuluh kali lipat dan maksimum berjumlah 2230. Pada permukaan daun terdapat banyak stomata (12 – 281 stomata mm^{-2}), yang memungkinkan terjadinya difusi CO_2 secara maksimal ke dalam daun pada saat stomata membuka. Sel-sel pengawal yang mengelilingi stomata mengendalikan pembukaan dan penutupan stomata. Penutupan stomata penting untuk mencegah kehilangan air saat persediaan air terbatas dan sekaligus membatasi pengambilan CO_2 untuk fotosintesis. Pada ruang-ruang antar sel memungkinkan difusi yang cepat dari stomata ke permukaan sel. Jalur yang dilewati CO_2 ke dalam daun ialah stomata, dinding sel, larutan dalam air yang selanjutnya berdifusi ke dalam kloroplas karena adanya landaian yang tercipta dengan adanya fiksasi CO_2 (Gardner *et al*, 1991).

2.1.3 Jaringan Generatif

2.1.3.1 Bunga

Tanaman kopi umumnya akan mulai berbunga ± 2 tahun. Mula-mula bunga ini keluar dari ketiak daun yang terletak pada batang utama atau cabang reproduksi, tetapi bunga yang keluar dari tempat tersebut biasanya tidak berkembang menjadi buah, jumlahnya terbatas dan biasanya dihasilkan oleh tanaman-tanaman yang masih sangat muda. Bunga kopi berukuran kecil, mahkotanya berwarna putih dan berbau harum semerbak. Kelopak bunga berwarna hijau, pangkalnya menutupi bakal buah yang mengandung dua bakal biji.

Jumlah kuncup bunga pada setiap ketiak daun terbatas, sehingga setiap ketiak daun yang telah menghasilkan bunga dengan jumlah tertentu tidak akan menghasilkan bunga lagi, tetapi cabang primer dapat terus tumbuh memanjang membentuk daun baru, batangnya akan menghasilkan cabang primer sehingga bunga dapat terus dihasilkan (Najiyati & Danarti, 1991).

2.1.3.2 Buah

Buah terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri atas 3 bagian, yaitu lapisan kulit luar (*eksocarp*), lapisan daging (*mesocarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endocarp*) yang tipis tetapi keras.

Buah kopi umumnya mengandung dua butir biji, tetapi kadang-kadang hanya mengandung satu butir atau bahkan tidak berbiji (hampa) sama sekali. Biji ini terdiri atas kulit biji dan lembaga. Lembaga atau sering disebut endosperm merupakan bagian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat minuman kopi (Najiyati & Danarti, 1991).

2.2 Faktor Pendukung Pertumbuhan Kopi

2.2.1 Iklim

Seperti halnya tanaman lain, pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tanaman kopi antara lain adalah ketinggian tempat, curah hujan, sinar matahari, angin dan tanah. Ketinggian tempat sebenarnya tidak berpengaruh langsung terhadap tanaman kopi, tetapi berpengaruh terhadap tinggi rendahnya suhu. Faktor suhu ini mempengaruhi pembentukan bunga dan buah serta kepekaan terhadap serangan penyakit. Kopi arabika menghendaki ketinggian tempat antara 500 - 1.700 m dpl. Jika kopi jenis ini ditanam di dataran kurang dari 500 m dpl biasanya berproduksi dan bermutu rendah serta mudah terserang penyakit karat daun *Hemileia vastatrix* (Najiyati & Danarti, 1991). Di Indonesia kopi arabika ini bisa produktif dan bertahan terhadap *Hemileia vastatrix*, apabila ditanam pada ketinggian 1.000 - 1.750 m dpl, dengan suhu 16 - 20 °C (AAK, 1989).

Kopi umumnya tidak menyukai sinar matahari langsung dalam jumlah yang besar, tetapi menghendaki sinar yang difus. Adanya sinar matahari yang cukup banyak akan merangsang terbentuknya kuncup bunga, sehingga jika kopi mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun secara terus-menerus, maka tanaman

akan membentuk bunga sepanjang tahun dan berakibat mutu buah menjadi rendah. Jadi tanaman kopi umumnya menghendaki sinar matahari dalam jumlah banyak pada awal musim kemarau atau akhir musim penghujan. Pada saat itu tanaman sedang bersiap-siap menghasilkan kuncup bunga sehingga perlu dirangsang sinar matahari (Najiyati & Danarti, 1991). Sinar matahari yang masuk diatur sehingga cukup untuk merangsang pembentukan primordia bunga yang terbentuk pada akhir musim hujan dan awal musim kemarau. Pengaturan naungan dapat mengurangi kelembaban udara selama musim hujan, sehingga mengurangi jumlah buah yang gugur. Oleh karena itu, naungan perlu diatur dengan pemangkasan 50% pada awal musim hujan (Hulupi *et al.*, 1995). Intensitas cahaya matahari yang penuh mendorong ke arah pertumbuhan generatif (berbunga, berbuah) dan sebaliknya intensitas yang kurang mendorong pertumbuhan vegetatif. Oleh karena itu, kopi yang ditanam pada naungan yang terlalu gelap atau di daerah yang selalu hujan dan berawan menyebabkan tanaman tumbuh subur, tetapi bunga dan buahnya jarang (Hartobudoyo, 1989).

Pengaruh curah hujan terhadap tanaman kopi, yang penting bukanlah intensitas terjadinya hujan, melainkan pemerataan atau pembagian curah hujan tersebut dalam masa satu tahun. Batas minimal dalam satu tahun sekitar 1.000 - 2.000 mm, sedangkan yang optimal sekitar 1.750 - 2.500 mm. Di Indonesia curah hujan mencapai 2.500 - 3.500 mm (AAK, 1989).

2.2.2 Tanah

Selain faktor-faktor iklim di atas, secara umum tanaman kopi menghendaki tanah yang gembur, subur, dan kaya bahan organik. Untuk itu tanah di sekitar tanaman harus sering ditambah dengan pupuk organik agar sistem perakarannya tetap tumbuh baik dan dapat menyerap unsur hara sebagaimana mestinya. Tanaman ini juga menghendaki tanah yang agak masam, yaitu untuk kopi arabika pH tanah yang dikehendaki adalah 5 - 6,5 sedangkan kopi robusta pH 4,5 - 6,5. Apabila kurang

dari angka tersebut kopi masih dapat tumbuh, tetapi kurang optimal dalam menyerap beberapa unsur hara (Najiyati & Danarti, 1991).

2.2.3 Budidaya

Kopi arabika umumnya diperbanyak secara generatif (dengan benih), karena lebih mudah dan memerlukan pembibitan yang lebih singkat. Oleh karena itu, perbanyak dengan benih merupakan pilihan utama. Secara teknis perbanyak secara generatif lebih mudah dibandingkan secara vegetatif. Akan tetapi perbanyak yang dilakukan secara vegetatif akan menghasilkan bahan tanaman yang secara genetis sama dengan tanaman induknya (Wardani & Winaryo, 1998)

Kopi robusta cocok ditanam pada ketinggian 0 – 700 m dpl, sedangkan kopi arabika pada ketinggian 700 – 2000 m dpl. Jika ditinjau dari laju pertumbuhan dan awal berbuahnya, kedua jenis tersebut sama-sama ideal ditanam di dataran rendah, tetapi berdasarkan kerentanannya terhadap penyakit karat daun dan mutu seduhan, masing-masing jenis kopi lebih baik ditanam pada ketinggian tempat seperti yang disebutkan di atas.

Berdasarkan perbedaan ketinggian tempat yang ideal tersebut, maka faktor pertama yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan kopi arabika adalah ketersediaan lahan dengan ketinggian tempat 700 – 2000 mdpl. Luas lahan dengan ketinggian tempat tersebut di seluruh Indonesia diperkirakan seluas 15.600.900 ha. Hanya sebagian kecil dari lahan tersebut (yang tersebar di Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku dan Irian jaya) yang telah dimanfaatkan untuk budidaya kopi arabika.

Hama dan penyakit yang menyerang kopi arabika di Indonesia sampai saat ini dapat dikendalikan dengan baik, artinya kehilangan hasil yang dapat diselamatkan masih bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan biaya pengendaliannya. Hama utama yang menyerang kopi arabika adalah bubuk buah (*Hypothenemus hampei*), sedangkan

penyakitnya adalah karat daun yang disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix* (Abdoellah & Atmawinata, 1998).

2.3 Peranan Bahan Organik

2.3.1 Bahan Organik dan Kesuburan Tanah

Sumber primer bahan organik baik yang berasal dari jaringan tanaman yang berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah ataupun dari sampah organik, maupun yang berasal dari hewan ataupun manusia yang telah mengalami dekomposisi. Bahan organik tanah sangat berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktifitas biologi tanah, dan ketersediaan hara bagi tanaman (Hakim *et al*, 1986).

Bahan organik sebagai sumber energi sangat penting artinya bagi mikrobia tanah. Sebagian dari mikrobia tanah sangat berperan dalam mekanisme kelarutan unsur hara di dalam tanah. Pemberian pupuk kimia yang diberikan ke tanah untuk tanaman, sebagian terbuang oleh proses pencucian, penguapan dan fiksasi apabila aktivitas mikrobia dalam tanah rendah. Untuk itu, apabila aktivitas dan populasi mikrobia tanah ditingkatkan, maka efisiensi penyediaan unsur hara akan meningkat (Hermawan *et al*, 1999).

Sifat sumber bahan organik yang penting diperhatikan adalah kadar karbon dan C/N-nya. Kadar karbon di dalam bahan organik menunjukkan nilai fungsinya untuk memperbaiki sifat fisika tanah, sedangkan nisbah C/N menunjukkan tingkat kematangan bahan organik tersebut untuk siap diberikan ke pertanaman. Seperti telah diketahui bahwa kegunaan utama bahan organik adalah memperbaiki sifat fisika tanah dan peran ini dimiliki oleh unsur karbon yang terkandung dalam bahan organik tersebut. Kadar karbon yang disyaratkan untuk sumber bahan organik yang baik minimum 10%.

Bahan organik tidak mutlak diperlukan di dalam nutrisi tanah, tetapi untuk nutrisi tanaman yang efisien, peranannya tidak dapat ditawar lagi. Sumbangan bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman merupakan resultante pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik mempunyai peranan kimia dalam menyediakan unsur N, P dan S untuk tanaman, peranan biologis di dalam mempengaruhi aktivitas organisme mikroflora dan mikrofauna, serta peranan fisik di dalam memperbaiki struktur tanah (Indranada, 1994).

Pada umumnya bahan organik dapat memperbaiki kemampuan tanah menyimpan air, meningkatkan infiltrasi tanah, dan memperbaiki drainase, sehingga bahan organik dapat menyebabkan struktur tanah menjadi lebih sesuai untuk pertumbuhan kebanyakan tanaman. Unsur karbon yang banyak terdapat dalam bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah, sehingga makin tinggi kadar bahan organik tanah, makin tinggi pula mikroorganismenya, sehingga kegiatan mikroorganisme tanah meningkat, yang secara tidak langsung memperbaiki sifat fisika maupun kimia tanah (Abdoellah, 1996).

2.3.2 Kompos dan Pengomposan

Pupuk kompos adalah pupuk organik hasil peruraian mikrobiologis atas bahan organik dapat lapuk yang mempunyai nisbah C/N tinggi menjadi rendah. Bahan organik yang terakhir ini sudah dalam bentuk humus yang stabil. Peruraian bahan organik seperti pupuk kandang (kotoran hewan) dilakukan oleh mikrobia dalam perut ternak, sedangkan kompos dilakukan di alam bebas. Mikroorganisme yang ikut aktif dalam proses peruraian tersebut termasuk bakteri, jamur, aktinomisetes yang tersebar di alam. Dalam peruraian tersebut hara dilepas dan menjadi lebih tersedia bagi tanaman (Baon, 1996).

Apabila sisa-sisa tanaman segar ditambahkan ke dalam tanah, nitrogen dalam tanaman ini dapat terdekomposisi dan termineralisasikan oleh mikroorganisme dan segera tersedia bagi tanaman, atau unsur N ini tidak termineralisasikan (tidak

terdekomposisi) dan tidak tersedia bagi tanaman. Ada dua kemungkinan apabila semua faktor faktor yang mempengaruhi optimum (seperti oksigen, temperatur, kelembaban), faktor pembatas di dalam proses ini tinggal nisbah karbon organik terhadap N total di dalam tanaman tersebut (Indranada, 1994).

Residu tanaman yang dimasukkan ke dalam tanah atau dikumpulkan sebagai kompos, di bawah kondisi lembab dan aerasi yang menguntungkan, maka bahan tersebut akan diserang oleh mikroorganisme yang beragam, antara lain bakteri, jamur, aktinomisetes dan protozoa. Hasil akumulasi mikroorganisme dari bagian residu tanaman yang terdiri atas unsur-unsur kimia terutama C dan N dengan cepat dibebaskan dalam bentuk yang tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Proses tersebut pada mulanya berlangsung secara perlahan. Kecepatan dekomposisi tergantung pada sifat dan kondisi dimana dekomposisi itu berlangsung (Sutedjo *et al*, 1991).

Menurut Buckman (1982), senyawa dalam jaringan tumbuhan dapat digolongkan menurut mudahnya terdekomposisi sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| 1. Gula, pati dan protein sederhana | (cepat terurai) |
| 2. Protein kompleks | ↑ |
| 3. Hemiselulosa | ↕ |
| 4. Lignin, lemak dan lilin | (lambat terurai) |

Semua senyawa itu terdekomposisi secara serentak, meskipun demikian kecepatan dekomposisi tetap seperti yang tercantum di atas, menurun dari atas ke bawah. Meskipun ada perbedaan dalam dekomposisi berbagai senyawa organik, kesamaan hasil akhir sangat menarik.

Bahan organik yang nisbah C/N-nya di atas 20 akan menimbulkan persaingan antara tanaman dan jasad renik tanah dalam mendapatkan unsur nitrogen. Di samping itu selama proses pengomposan dapat timbul bahan yang dapat merugikan tanaman (Wibawa, 1996). Pengomposan merupakan proses peruraian secara mikrobiologis setumpuk bahan organik untuk menjadi bahan organik yang relatif stabil yang disebut kompos atau humus. Apabila persyaratan untuk peruraian terpenuhi, maka

pengomposan biasanya hanya memerlukan waktu beberapa minggu (Baon, 1996). Apabila nisbah C/N dari bahan organik yang dibenamkan ke dalam tanah lebih dari 20, mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi tersebut sulit memperoleh nitrogen dari bahan organik itu sendiri sehingga akan menyerap unsur ini dari sekitarnya (Indranada, 1994).

Syarat-syarat yang dimiliki pupuk organik, yaitu zat N atau zat lemasnya harus terdapat dalam bentuk persenyawaan organik, sehingga harus mengalami peruraian menjadi senyawa N yang mudah diserap oleh tanaman. Pupuk tersebut tidak meninggalkan sisa asam organik dan mempunyai kadar persenyawaan C organik yang kompleks, seperti hidrat arang (Sutedjo *et al*, 1991). Hasil terpenting dari penguraian bahan-bahan dalam kompos ialah unsur hara yang terikat dalam senyawa organik yang sukar larut diubah menjadi senyawa organik yang larut sehingga berguna bagi tanaman (Lingga, 1992).

Menurut Riperton *et al* dan Wilson dalam Abdoellah (1992), banyaknya unsur hara yang terangkut oleh produksi satu ton kopi pasar arabika dengan kerapatan tanaman 1350 pohon/ha adalah seperti terlihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 : Unsur Hara yang Terangkut oleh Produksi Satu Ton Kopi Arabika (Abdoellah, 1992).

Jenis kulit kopi	N (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K ₂ O (Kg)
Kulit tanduk	2.27	0.30	1.87
Pulpa (Kulit daging buah)	15.33	3.67	27.40

Jika data tersebut dikonversikan dalam Urea, TSP dan KCL, maka akan setara dengan 38 - 39 kg Urea, 8.63 kg TSP dan 48.78 kg KCL masing-masing per ha/th ; pada kopi robusta setara dengan 65 kg Urea, 9 kg TSP dan 61 kg KCL /ha/th yang hilang terangkut panen. Semakin tinggi produksi kopi semakin banyak unsur hara yang hilang terangkut.

2.3.3 Aktivator Pengomposan

Pengomposan bahan-bahan yang mempunyai C/N tinggi memerlukan waktu yang lama. Oleh sebab itu, diperlukan usaha-usaha untuk meningkatkan aktivitas mikrobia di dalam tumpukan bahan kompos antara lain dengan pemberian aktivator. Pemberian aktivator dapat mempercepat pengomposan sampai hanya beberapa minggu, bahkan dilaporkan dengan menggunakan "digester" kompos matang dapat diperoleh hanya dalam waktu satu minggu. Lama pengomposan berpengaruh terhadap kadar hara di dalam kompos (Winaryo *et al*, 1995). Aktivator pengomposan ada dua, yaitu aktivator hayati dan anorganik.

2.3.3.1 Aktivator Hayati

Kompos bioaktif didefinisikan sebagai kompos yang diproduksi dengan bantuan mikrobia lignoselulotik terpilih yang tetap bertahan di dalam kompos dan berkemampuan sebagai agensia hayati pengendali penyakit jamur akar, jika kompos yang bersangkutan diaplikasikan ke dalam media tumbuh. Atas dasar definisi ini, proses produksi kompos bioaktif melibatkan mikroba penghancur selulosa dan lignin sebagai aktivator hayati (bioaktivator). Proses pelapukan makin intensif dengan makin besarnya kontak antara partikel bioaktif dan partikel bahan organik yang dikomposkan (Goenadi *et al*, 1998).

Bakteri heterotropik meliputi mayoritas besar organisme-organisme dalam tanah, pertumbuhannya tergantung pada bahan-bahan organik sebagai sumber energinya terutama berhubungan dengan dekomposisi selulosa dan hemiselulosa, zat-zat karbohidrat, protein dan bahan-bahan nitrogen lainya serta lemak sebagai bahan makanannya. Bakteri ini sangat berbeda dari fisiologi, jumlah dan kepentingannya. Salah satu bakteri pelapuk selulosa aerobik di dalam tanah adalah *Cytophaga*. Bakteri ini hanya memanfaatkan selulosa sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidupnya (Sutedjo *et al*, 1991)

Aktivator hayati yang digunakan dalam pengomposan pada penelitian sebelumnya adalah StarbiO Plant dan OrgaDec. StarbiO Plant adalah suatu produk bioteknologi temuan Lembah Hijau Research Station, berisi koloni bakteri-bakteri terpilih pengurai bahan organik dan pengaktif mikrobia tanah. Aplikasi StarbiO Plant pada proses dekomposisi bahan organik atau kotoran ternak mampu menghasilkan produk pupuk organik berkualitas dan berdaya guna atau lazim disebut *Fine compost*. Dosis pemakaian 250 g StarbiO Plant untuk 100 kg pupuk kandang atau bahan kompos. Kadar air yang diperlukan 50-60 % selama proses pengomposan (Anonim, 1999).

OrgaDec singkatan dari Organic Decomposer, merupakan aktivator pengomposan yang diformulasikan dengan bahan aktif mikrobia Indonesia yang mempunyai kemampuan menghancurkan bahan organik mentah dalam waktu relatif singkat dan bersifat antagonis terhadap beberapa penyakit akar. Mikrobia yang digunakan adalah *Trichoderma pseudokonigii* dan *Cytophaga* sp., yang keduanya memiliki kemampuan tinggi dalam menghasilkan enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan. Dosis aplikasi OrgaDec untuk jenis bahan organik lunak adalah 0,5 % (b/b), sedang untuk bahan organik keras 1,25% (b/b). Bahan organik yang telah dicampur rata dengan OrgaDec dipertahankan dalam kondisi lembab dan ditutup dengan lembaran plastik kedap air (Anonim, 1999). Bioaktivator yang dikembangkan mengandung inokulum ganda. Sebagai bahan aktif pada mulanya digunakan fungus *Trichoderma pseudokonigii*. Dalam perkembangan selanjutnya diketahui bahwa kerja bioaktivator meningkat dengan tambahan bahan aktif berupa bakteri *Cytophaga* sp. (Goenadi *et al*, 1998).

2.3.3.2 Aktivator Anorganik

Aktivator anorganik adalah bahan kimia yang ditambahkan untuk mempercepat proses dekomposisi. Proses perombakan dapat dipercepat dengan menambahkan unsur hara misalkan nitrogen dan/atau fosfor untuk memenuhi

kebutuhan mikrobial. Bakteri atau jamur akan menggunakan nitrogen dan fosfor tersedia yang lain di dalam tanah. Nitrogen adalah unsur hara yang memiliki konsentrasi paling besar dalam mengendalikan kecepatan dekomposisi bahan organik, sebab nitrogen digunakan untuk membuat protein dalam populasi mikrobial yang baru (Indranada, 1994).

Kebutuhan hara oleh tanaman sama seperti yang dibutuhkan oleh mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik. Nitrogen merupakan hara yang konsentrasinya paling mengendalikan kecepatan dekomposisi bahan organik, sebab nitrogen digunakan untuk pembentukan protein pada populasi bakteri dan jamur yang baru. Bakteri dan jamur, seperti sistem kehidupan yang lain di alam, akan berkembang cepat apabila cukup tersedia makanan. Makin besar populasi, makin cepat pula dekomposisi yang terjadi. Sedangkan apabila jumlah nitrogen tidak cukup tersedia, maka perkembangan mikroorganisme akan terhambat (Setyobudi, 1996). Apabila nisbah C/N dari bahan yang tersedia terlalu tinggi, maka nisbah C/N-nya dapat diperkecil dengan penambahan bahan yang kaya dengan nitrogen, misalnya pupuk N (Indranada, 1994).

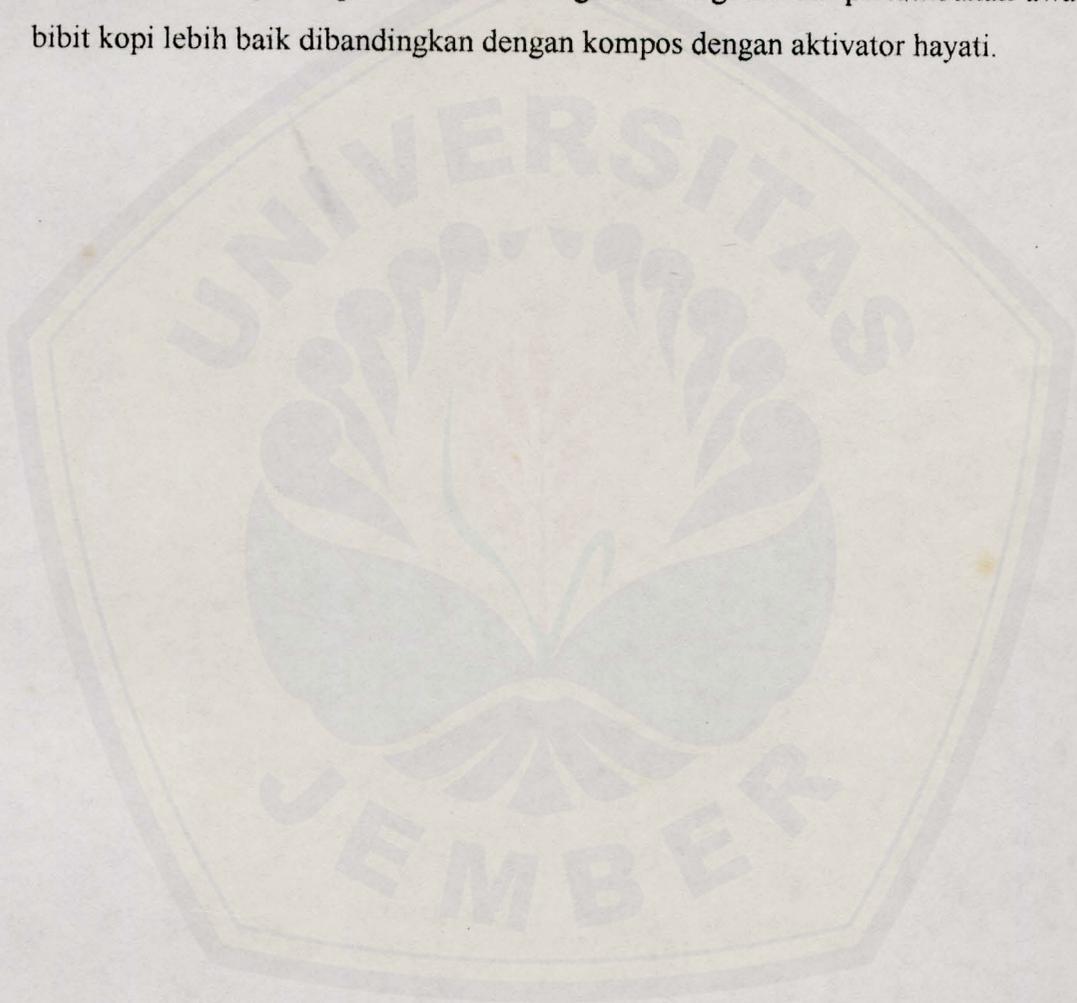
Penggunaan kompos dari bahan-bahan yang mempunyai C/N ratio yang tinggi dapat menghambat penyerapan N oleh tanaman. Mikroorganisme tidak saja memerlukan N untuk hidupnya, tetapi juga perlu unsur hara seperti P, K, Ca, Mg dan sebagainya. Jika tingkat dekomposisi sudah lanjut akan terjadi pembebasan unsur-unsur hara (Anas, 1992).



MILIK PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JEMBER

2.4 Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara bahan baku kompos dan aktivator pengomposan terhadap pertumbuhan awal bibit kopi.
2. Terdapat komposisi bahan kompos yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan awal bibit kopi arabika.
3. Kompos kulit kopi dengan aktivator anorganik menghasilkan pertumbuhan awal bibit kopi lebih baik dibandingkan dengan kompos dengan aktivator hayati.



III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Kaliwining, Jember dengan ketinggian tempat 45 m dpl, suhu rata-rata 26,5 °C, kelembaban relatif 83,9 %, dan curah hujan rata-rata selama 20 tahun terakhir 1885 mm/tahun. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2000 - September 2000.

3.2 Tanah

Hasil analisis tanah Glei Humik asal Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, adalah seperti tertera dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Karakteristik kimia tanah yang digunakan dalam percobaan ini (Data dari Laboratorium Tanah, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao)

Unsur	Kadar
pH (H ₂ O)	5,95
C organik	1,46 (%)
N organik	0,17 (%)
C/N	8,5
P Bray I	18 (ppm)
K tertukar	0,66 (me/100 g)
Ca tertukar	10,51 (me/100 g)
Mg tertukar	8,79 (me/100 g)
SO ₄	26,5 (ppm)
Cu	14,5 (ppm)
Zn	10 (ppm)
Fe	2,5 (ppm)
Mn total	100 (ppm)

3.3 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kopi arabika (*Coffea arabica* L) varietas C 50, tanah, pupuk ZA dan kompos kulit kopi (kulit buah dan

kulit tanduk) hasil pengomposan dengan aktivator hayati (StarbiO Plant dan OrgaDec) dan anorganik (pupuk ZA dan pupuk TSP).

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah : pot plastik (20x15 cm), timbangan analitik, Leaf Area Meter, bak perkecambahan, mikrometer, penggaris, oven serta perlengkapan lain yang digunakan saat penelitian.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan secara faktorial 3 x 5 (dua faktor) dengan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Bahan kompos yang menjadi obyek penelitian ini diperoleh dari hasil perlakuan dua faktor, yaitu bahan baku kompos dengan 3 aras dan aktivator pengomposan dengan 5 aras.

Faktor I adalah bahan baku kompos (A) dengan taraf :

- A1 = kulit buah kopi (pulpa) dan kulit tanduk dengan nisbah 1 : 1
- A2 = kulit tanduk (cangkang)
- A3 = kulit buah kopi (pulpa)

Faktor II adalah aktivator pengomposan (C) :

- C1 = kontrol (tanpa bahan pengompos)
- C2 = Starbio Plant (dosis sesuai anjuran 2 %)
- C3 = ZA (sesuai jumlah untuk pengomposan 3 %)
- C4 = TSP (1 % sesuai aturan pengomposan)
- C5 = Orgadec (sesuai dosis anjuran 1 %)

Untuk melihat adanya pengaruh kompos terhadap bibit kopi, juga disertakan pot-pot kontrol (tanpa kompos) dengan 3 ulangan.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak Duncan 5%.

3.4.2 Model Matematis

Model matematis rancangan percobaan ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + C_i + A_j + (CA)_{ij} + E_{ijk}$$

Dimana :

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada observasi ke-k pada kombinasi perlakuan-ij (taraf ke-i pada faktor kompos dengan aktivator pengomposan dan taraf ke-j dari faktor kompos dari komposisi bahan baku)
- μ = rata-rata umum
- R_k = pengaruh ulangan ke-k pada perlakuan pemberian kompos pada bibit kopi
- C_i = pengaruh aditif ke-i dari kompos dengan aktivator pengomposan pada bibit kopi
- A_j = pengaruh aditif taraf ke-j dari kompos dengan komposisi bahan baku pada bibit kopi
- $(CA)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara faktor ke-i dari kompos dengan aktivator pengomposan dan kompos dari faktor komposisi bahan taraf ke-j dan taraf ke-m pada bibit kopi
- E_{ijk} = pengaruh galat ke-k pada kompos yang mendapat perlakuan pemberian aktivator pengomposan taraf ke-i dan komposisi bahan baku taraf ke-j yang diberikan pada bibit kopi

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Penyiapan Bahan Tanam

Bahan tanam yang digunakan, yaitu kecambah tanaman kopi arabika varietas C 50 yang berumur kurang lebih dua bulan di persemaian. Benih yang disemaikan diambil dari biji kopi arabika yang telah masak fisiologis. Selama di persemaian

kelembaban media dijaga dengan melakukan penyiraman secara rutin. Kecambah yang dipindahkan mempunyai pertumbuhan yang normal dan seragam.

3.5.2 Penyiapan Tempat

Tempat media pertumbuhan yang digunakan adalah polibeg yang diisi dengan tanah dan kompos (sesuai perlakuan yang diberikan) dengan perbandingan antara tanah dengan kompos = 3 : 1 (perbandingan volume) sampai penuh. Sehari sebelum ditanami, media diberi air sampai dengan kapasitas lapang.

3.5.2 Cara Kerja

Kecambah yang telah berumur sekitar dua bulan di bedengan persemaian dipilih yang mempunyai pertumbuhan normal dan seragam kemudian dipindahkan ke polibeg memakai cetok atau solet agar tidak merusak akar-akarnya. Bibit ditanam dengan cara memasukkan dalam lubang tepat di tengah sampai pada leher akar.

Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman yang disesuaikan dengan kelembaban lingkungan, sedangkan penggemburan tanah dilakukan setiap bulan. Pemupukan diberikan sebanyak dua kali saat bibit berumur 1 dan 2 bulan di polibeg dengan dosis masing-masing 2 g/pohon, dengan cara membenamkan pupuk ZA dekat perakaran bibit. Sedangkan penyiangan gulma dilakukan dengan tangan agar tidak merusak perakaran bibit kopi.

Pengamatan dilakukan mulai bulan pertama sampai pada bulan keenam setelah bibit ditanam di polibeg dengan interval waktu setiap bulan.

3.6 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah :

1. Tinggi tanaman (cm) diukur mulai daun kepelan sampai pucuk tunas, dilakukan setiap bulan. (H)
2. Jumlah daun (helai), tiap bulan. (N)

3. Luas daun (cm^2) diukur pada bulan pertama dan bulan terakhir (menggunakan Leaf Area Meter). (A)
4. Diameter batang (cm) diukur dengan menggunakan mikrometer, 1 cm di bawah daun kepelan dilakukan setiap bulan. (G)
5. Berat segar tajuk dan akar (g) pada akhir percobaan.
6. Berat kering tajuk dan akar (g) pada akhir percobaan. (R)
7. Konsentrasi unsur hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg), akhir percobaan.
8. Laju pertumbuhan relatif (g/g/hari), akhir percobaan.

$$RGR = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

(Gardner *et al*, 1991).

9. Laju asimilasi bersih ($\text{g/cm}^2/\text{hari}$), akhir percobaan.

$$NAR = \frac{(W_2 - W_1) \cdot (\ln L_{A2} - \ln L_{A1})}{(T_2 - T_1) \cdot (L_{A2} - L_{A1})}$$

(Gardner *et al*, 1991).

Dimana :

W₂ dan W₁ = berat kering bibit pada umur 2) dan 1) hari

L_{A2} dan L_{A1} = luas daun pada umur 2) dan 1) hari

T₂ dan T₁ = umur bibit pada umur 2) dan 1) hari

10. Indeks Vigor

$$\text{Indeks Vigor} = \frac{\log N + \log A + \log H + \log R + \log G}{\log T}$$

(Adenikinju, 1974).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Pertumbuhan Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam, faktor tunggal perlakuan macam bahan kompos yang diberikan pada media tanam berpengaruh sangat nyata pada parameter pertumbuhan jumlah daun, berat kering, indeks vigor, diameter batang dan tinggi tanaman. Faktor tunggal bahan kompos berpengaruh nyata pada berat basah, luas daun, laju pertumbuhan relatif dan berpengaruh tidak nyata pada laju asimilasi bersih (Tabel 4.1). Pada uji Duncan 5% antara bahan kompos, terdapat perbedaan pengaruh yang nyata, kecuali laju asimilasi bersih dengan nilai rata-rata tertinggi pada bahan kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah.

Tabel 4.1 : Rangkuman Sidik Ragam Pada Parameter Pertumbuhan

SK	db	LD	JD	DB	TT	BB
Blok	2	2.32 ns	0.92 ns	3.54 *	2.62 *	1.90 ns
Perlakuan	14	4.15 **	2.76 *	4.40 **	4.53 **	4.17 **
B. Kompos (A)	2	5.29 *	5.77 **	6.57 **	8.69 **	5.39 *
Aktivator (C)	4	2.00 ns	2.24 ns	1.54 ns	2.23 ns	2.25 ns
AXC	8	4.93 **	2.26 ns	5.29 **	4.67 **	4.83 **
SK	db	BK	LPR	LAB	IV	
Blok	2	3.05 ns	2.56 ns	3.46 *	5.78 **	
Perlakuan	14	4.99 **	4.58 **	1.89 ns	5.44 **	
B. Kompos (A)	2	6.99 **	4.33 *	0.85 ns	7.99 **	
Aktivator (C)	4	3.25 *	3.33 *	3.33 *	3.11*	
AXC	8	5.38 **	5.31 **	1.44 ns	5.97 **	
Galat	28					
Total	44					

Keterangan : ns : berbeda tidak nyata * : berbeda nyata ** : berbeda sangat nyata

- 1. Luas daun (LD) (cm²/tanaman)
- 2. Jumlah daun (JD) (helai/tanaman)
- 3. Diameter batang (DB) (mm)
- 4. Tinggi tanaman (TT) (cm)
- 5. Berat basah (BB) (gram/tanaman)
- 6. Berat kering (BK) (gram/tanaman)
- 7. Laju pertumbuhan relatif (LPR) (g/g/hari)
- 8. Laju asimilasi bersih (g/cm²/hari)
- 9. Indeks vigor (IV)

Tabel 4.2 : Rangkuman Uji Jarak Duncan 5% pada Faktor Tunggal (Asal Bahan Kompos) pada Parameter Pertumbuhan

B. Kompos	LD	JD	TT	DB	BB
A1	652 a	20,0 a	25,2 a	3,8 a	27,5 a
A2	447 b	16,9 b	19,4 b	3,2 b	17,5 b
A3	573 a	18,8 ab	22,4 ab	3,4 ab	23,2 a
B. Kompos	BK	LPR	LAB	IV	
A1	5,4 a	0,17 a	4,4 a	5,4 a	
A2	3,7 b	0,15 b	4,2 a	4,9 b	
A3	4,7 ab	0,16 ab	4,2 a	5,1 ab	

Keterangan : Seperti Tabel 4.1: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

A1 : Campuran kulit tanduk dan kulit buah

A2 : Kulit tanduk

A3 : Kulit buah

Tabel 4.3 : Rangkuman Uji Jarak Duncan 5% pada Faktor Tunggal (Aktivator Pengomposan) pada Parameter Pertumbuhan

Aktivator	LD	JD	TT	DB	BB
C1	595 a	20,5 a	24,9 a	3,6 a	25,3 a
C2	604 a	18,9 ab	22,5 ab	3,5 ab	22,9 ab
C3	477 b	17,3 b	19,8 b	3,2 b	19,2 b
C4	600 a	18,7 ab	22,8 ab	3,4 ab	24,5 a
C5	513 ab	17,6 ab	21,5 ab	3,4 ab	21,7 ab
Aktivator	BK	LPR	LAB	IV	
C1	5,4 a	0,17 a	4,6 a	5,3 a	
C2	4,9 ab	0,16 a	4,4 a	5,1 a	
C3	3,7 c	0,14 b	3,5 b	4,8 b	
C4	4,8 ab	0,16 a	4,4 a	5,2 a	
C5	4,2 bc	0,16 a	4,2 a	5,1 a	

Keterangan: Seperti Tabel 4.1: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

C1 : Tanpa aktivator

C4 : pupuk TSP

C2 : StarbiO Plant

C5 : OrgaDec

C3 : Pupuk ZA

Tanaman dengan perlakuan kompos dari campuran kulit tanduk dan kulit buah mempunyai rata-rata jumlah daun 20 helai; berat kering 5,4 gram; indeks vigor 5,4; diameter batang 3,8 mm; tinggi tanaman 25,3 cm; berat basah 27,5 gram; luas

daun 652 cm²; laju pertumbuhan relatif 0,17 g/g/hari dan laju asimilasi bersih 4,4 g/cm²/hari (Tabel 4.2).

Tabel 4.4 : Rangkuman Uji Jarak Duncan 5% pada Interaksi Bahan Kompos dan Aktivator Pengomposan pada Parameter Pertumbuhan

Perl.	LD	JD	TT	DB	BB
A1C1	603 bcdef	20,7 abcd	26,9 ab	3,6 abcd	27,9 abcd
A1C2	641 abcde	18,7 abcde	23,7 abcd	3,6 abcd	23,4 bcde
A1C3	701 abcd	20,8 abc	25,4 abc	3,7 abc	29,3 abc
A1C4	801 ab	21,3 ab	27,7 ab	3,9 a	33,5 a
A1C5	517 cdefg	18,7 abcde	20,1 abcde	3,5 abcde	23,2 bcde
A2C1	476 efg	18,7 abcde	21,4 bcde	3,5 abcde	18,9 cdef
A2C2	352 gh	16,0 de	16,0 ef	2,9 ef	13,2 fg
A2C3	521 cdefg	17,3 bcde	22,5 abcde	3,6 abcd	20,8 cdef
A2C4	786 defg	16,7 cde	19,1 cde	3,1 cdef	18,5 def
A2C5	398 fgh	16,0 de	17,8 def	2,9 def	16,2 efg
A3C1	706 abc	22,0 a	26,4 ab	3,8 ab	29,2 abc
A3C2	817 a	22,0 a	27,9 a	4,0 a	32,3 ab
A3C3	208 h	14,0 e	11,4 f	2,4 f	7,6 g
A3C4	512 cdefg	18,0 abcde	21,7 abcde	3,3 bcde	21,3 cdef
A3C5	623 abcdef	18,0 abcde	24,7 abcd	3,6 abc	25,4 abcd
Perl.	BK	LPR	LAB	IV	
A1C1	5,5 abcd	0,17 abc	4,7 abc	5,2 abcd	
A1C2	5,3 abcd	0,17 abc	4,6 abc	5,3 abcd	
A1C3	4,9 abcde	0,17 abcd	3,5 cd	5,5 abc	
A1C4	6,3 ab	0,18 ab	4,5 abc	5,6 a	
A1C5	4,8 bcdef	0,17 abcd	4,9 ab	5,2 abcde	
A2C1	4,4 def	0,16 bcd	4,2 abcd	5,1 bcde	
A2C2	2,7 fg	0,13 d	3,9 abcd	4,6 ef	
A2C3	4,5 def	0,17 abcd	4,1 abcd	5,1 bcde	
A2C4	3,8 defg	0,15 bcd	4,3 abcd	4,9 cde	
A2C5	3,2 efg	0,15 cd	3,6 bcd	4,9 de	
A3C1	6,3 abc	0,18 ab	4,9 a	5,6 ab	
A3C2	6,7 a	0,19 a	4,8 abc	5,5 abc	
A3C3	1,7 g	0,09 e	2,9 d	3,9 f	
A3C4	4,3 def	0,16 abcd	4,5 abc	5,2 abcde	
A3C5	4,7 bcdef	0,17 abcd	3,9 abcd	5,3 abcd	

Keterangan : Seperti Tabel 4.1: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata

Media tanam yang menggunakan kompos dengan aktivator pengomposan berpengaruh nyata pada berat kering, laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih dan indeks vigor, tetapi berpengaruh tidak nyata pada berat basah, jumlah daun, luas daun, diameter batang dan tinggi tanaman (Tabel 4.1). Pada perlakuan media tanam tanpa aktivator saat pengomposan nilainya tertinggi hampir pada semua parameter pertumbuhan dan setelah diuji Duncan 5% terdapat perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan (Tabel 4.3).

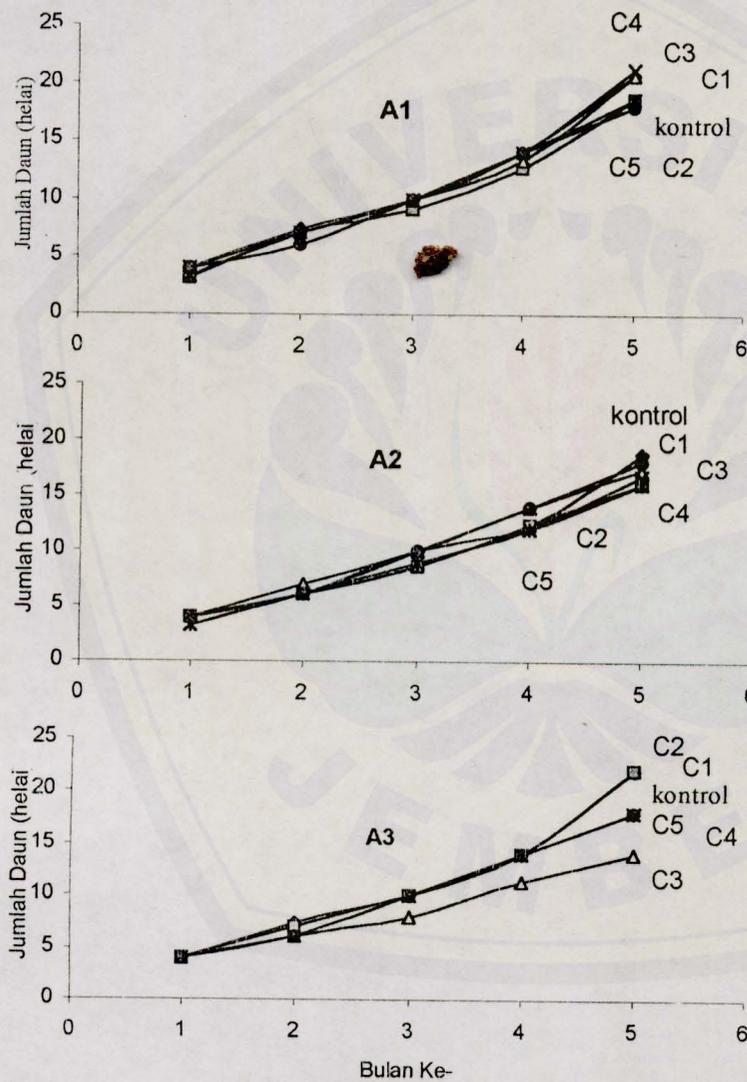
Sedangkan interaksi bahan kompos dan aktivator pengomposan berpengaruh sangat nyata pada berat kering, indeks vigor, diameter batang, tinggi tanaman, berat basah, luas daun, laju pertumbuhan relatif dan berpengaruh tidak nyata pada laju asimilasi bersih dan jumlah daun (Tabel 4.1) dengan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan kompos dari bahan kulit buah yang diberi Starbio Plant saat pengomposannya (Tabel 4.4).

Pada Gambar 4.1 media dengan perlakuan kompos dari campuran kulit buah dan kulit tanduk memberikan jumlah helaian daun yang lebih banyak daripada perlakuan kompos dari kulit tanduk atau kulit buah saja. Perbedaan mulai jelas terlihat pada bulan ke-5 karena kopi mulai membentuk cabang. Media dengan perlakuan kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah secara keseluruhan lebih cepat bercabang daripada dengan perlakuan bahan kompos yang lainnya.

Pengaruh faktor tunggal aktivator terhadap kompos yang diberikan dalam media tanam menghasilkan jumlah helaian daun yang bervariasi menurut aktivator pengomposan. Penggunaan StarbiO Plant saat pengomposan memberikan jumlah helaian daun lebih banyak daripada penggunaan aktivator lainnya. Kontrol yang digunakan sebagai pembanding, yaitu tanpa menambahkan kompos pada media tanam menghasilkan rata-rata jumlah helaian daun yang lebih banyak daripada bahan kulit tanduk maupun kulit buah saja.

Interaksi terbaik dijumpai pada perlakuan kompos kulit buah kopi tanpa aktivator serta kulit buah kopi yang dikombinasikan dengan StarbiO

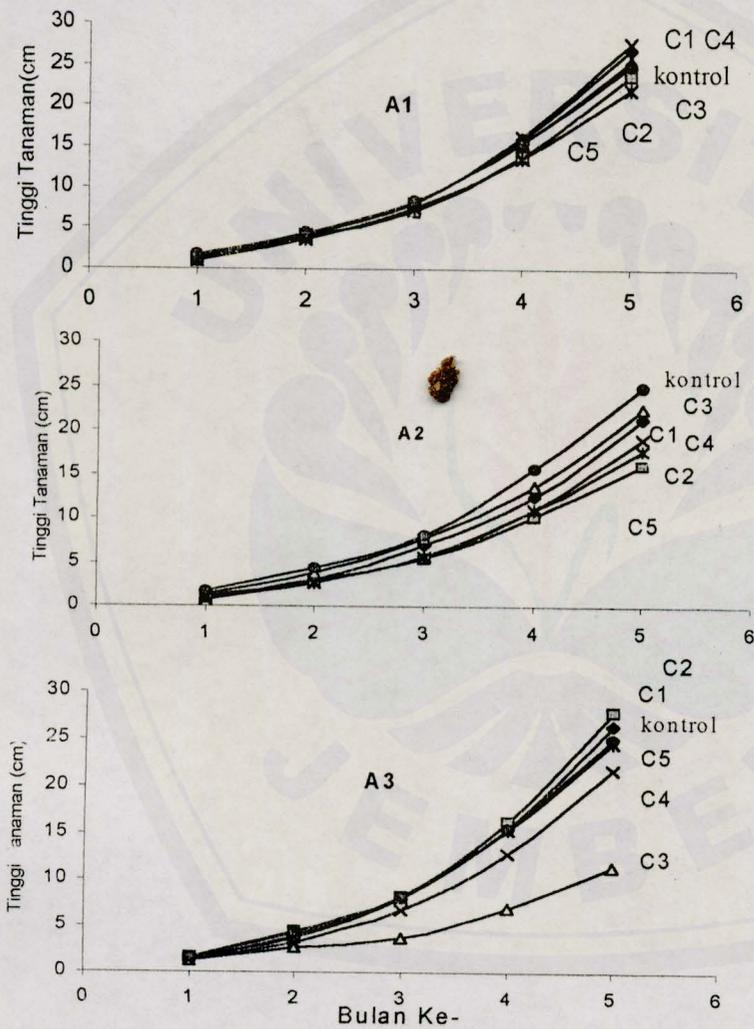
pengomposannya (Tabel 4.4). Pada kompos tersebut menghasilkan jumlah helaian daun yang lebih banyak daripada perlakuan kompos dengan kombinasi lainnya. Tanaman kopi pada perlakuan ini semuanya sudah bercabang pada bulan ke-5. Sedangkan jumlah helaian daun terkecil pada perlakuan kompos dari kulit buah dan pupuk ZA sebagai aktivator saat pengomposannya.



Keterangan : seperti Tabel 4.1

Gambar 4.1 Pengaruh Kompos terhadap Jumlah Helai Daun Kopi pada Umur 1 – 5 Bulan

Pada parameter tinggi tanaman, perlakuan kompos dari campuran kulit buah dan kulit tanduk menunjukkan tinggi tanaman lebih tinggi daripada perlakuan kompos dari kulit tanduk atau kulit buah saja. Hal ini terlihat pada Gambar 4.2 dengan tinggi tanaman rata-rata di atas 20 cm untuk perlakuan kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah. Pada kontrol menunjukkan tinggi tanaman lebih tinggi dari semua perlakuan bahan kulit kulit tanduk saja.



Keterangan : seperti Tabel 4.1

Gambar 4.2 Pengaruh Kompos terhadap Tinggi Tanaman Kopi pada Umur 1 – 5 Bulan

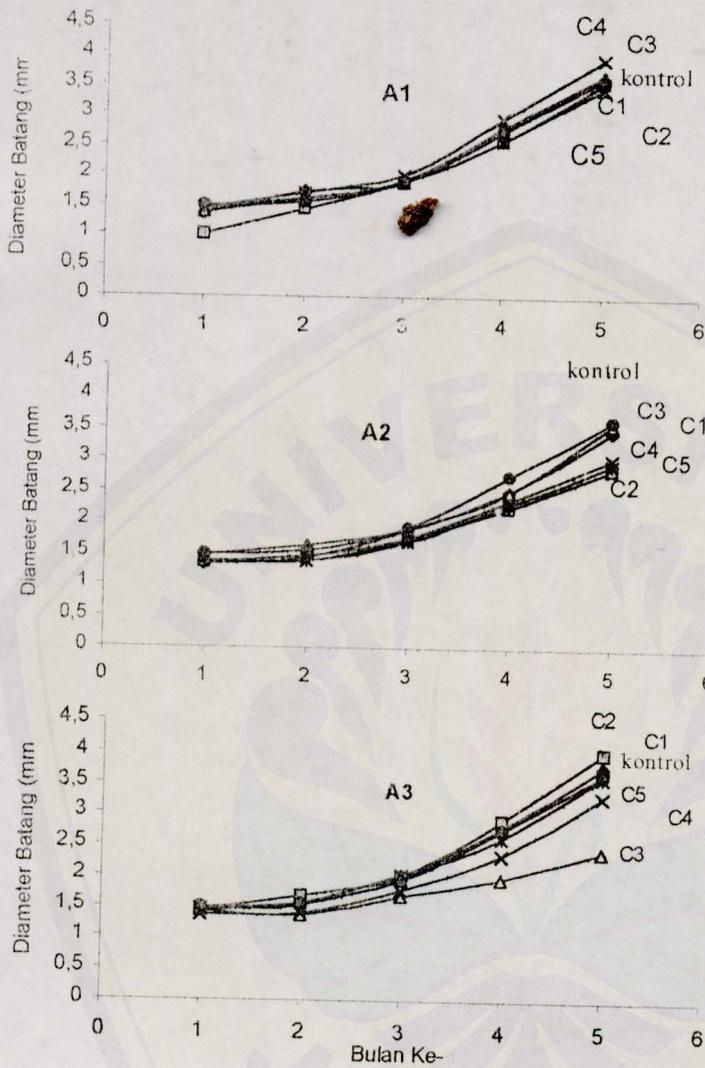
Perlakuan kompos dengan aktivator sebagai faktor tunggal saat pengomposan menunjukkan tanpa aktivator menghasilkan tinggi tanaman dan diameter yang lebih tinggi daripada perlakuan kompos dengan aktivator pupuk ZA, TSP, OrgaDec dan StarbiO Plant. Penggunaan aktivator ZA menghasilkan tanaman dengan tinggi rata-rata paling rendah, yaitu 19,8 cm (Tabel 4.3).

Sedangkan interaksi kompos untuk tinggi tanaman terbesar terlihat pada media dengan perlakuan kompos dari kulit buah yang dikombinasikan dengan StarbiO Plant saat pengomposannya, tetapi aktivator ini tidak menunjukkan tanaman yang lebih tinggi, apabila dikombinasikan dengan bahan kulit tanduk atau campuran kulit buah dan kulit tanduk. Tinggi tanaman terendah dijumpai pada perlakuan kompos dari bahan kulit buah dengan pupuk ZA.

Pada Gambar 4.3 perlakuan kompos dari bahan campuran kulit buah dan kulit tanduk memberikan diameter batang lebih besar daripada perlakuan kompos kulit tanduk atau kulit buah saja. Sedangkan perlakuan kompos kulit tanduk menunjukkan rata-rata diameter batang yang lebih rendah dari kontrol, yaitu dibawah 3,5 mm.

Tinggi tanaman terbesar diperoleh pada perlakuan kompos kulit buah yang dikombinasikan dengan StarbiO Plant. Kompos ini sama pengaruhnya terhadap jumlah helaian daun maupun tinggi tanaman kopi. Sampai pada bulan ke-5 diameter terkecil pada perlakuan kompos kulit buah dan pupuk ZA, yaitu 2,40 mm. Sedangkan pada kontrol sama dengan dua parameter sebelumnya dengan nilai rata-rata lebih tinggi daripada kulit buah maupun kulit tanduk saja.

Pengaruh waktu berkorelasi positif terhadap penambahan jumlah daun, diameter batang maupun tinggi tanaman. Pada bulan ke-3 sampai ke-5 terdapat penambahan jumlah daun yang lebih tinggi pada media dengan perlakuan kompos kulit buah dan StarbiO Plant, kompos kulit buah tanpa aktivator dan kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah dengan pupuk TSP sebagai aktivator pengomposannya daripada media yang lain.



Keterangan : seperti Tabel 4.1

Gambar 4.3 Pengaruh Kompos terhadap Diameter Batang Kopi pada Umur 1 – 5 Bulan

4.1.2 Konsentrasi Hara Makro (N, P, K, Ca, Mg) pada Jaringan Daun Kopi

Kopi yang ditanam pada media dengan kompos hasil campuran kulit tanduk dan kulit buah kopi mempunyai konsentrasi unsur P dan Ca tertinggi yaitu 3,03% P dan 1,02% Ca (Tabel 4.5). Tanaman memiliki konsentrasi 3,03% N; 2,97% K, 0,32% Mg pada perlakuan kompos kulit buah. Sedangkan konsentrasi unsur hara terendah dalam jaringan daun terdapat pada perlakuan kompos dari kulit tanduk.

Tabel 4.5 : Konsentrasi Rata-Rata Unsur Hara pada Daun Kopi

	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
A1	2,85	0,20	2,93	1,04	0,31
A2	2,77	0,17	2,86	0,98	0,32
A3	3,03	0,19	2,97	1,02	0,32
C1	3,03	0,19	3,07	1,06	0,31
C2	2,68	0,20	2,98	1,00	0,31
C3	2,87	0,17	2,59	0,87	0,30
C4	3,01	0,20	2,88	1,06	0,31
C5	2,82	0,17	3,11	1,05	0,32

Keterangan :

A1 : campuran kulit buah dan kulit tanduk

A2 : kulit tanduk (cangkang)

A3 : kulit buah kopi (pulpa)

C1 : kontrol (tanpa bahan pengompos)

C2 : StarbiO Plant

C3 : pupuk ZA

C4 : pupuk TSP

C5 : OrgaDec

Pada media tanam perlakuan kompos tanpa aktivator pengomposan, tanaman memiliki konsentrasi 3,03% N dan 1,06% Ca pada daunnya. Konsentrasi unsur P terbesar 0.20%, pada pemberian TSP dan StarbiO Plant serta konsentrasi K dan Mg tertinggi sebesar 3,11% dan 0,32% pada perlakuan kompos dengan aktivator OrgaDec saat pengomposan. Sedangkan konsentrasi unsur K, Ca dan Mg di daun terendah pada bahan kompos dengan aktivator pupuk ZA pada saat pengomposan.

Pengaruh media dengan perlakuan kompos dari kulit buah terlihat berbeda jelas dengan adanya penambahan aktivator saat pengomposan. Konsentrasi unsur P tertinggi pada bahan kompos kulit buah yang kombinasi dengan StarbiO Plant

sebesar 0.26% P. Pada daun tanaman kopi terdapat 3.45% N dan 1,15% Ca pada kombinasi kompos kulit buah dan kulit tanduk dengan pemberian TSP saat pengomposannya dan konsentrasi K dan Mg tertinggi terdapat pada kompos kulit buah yang diberikan OrgaDec saat proses pengomposan. Konsentrasi unsur N terendah terdapat pada perlakuan kompos campuran kulit buah dan kulit tanduk dengan penambahan StarbiO Plant saat pengomposannya.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Media dengan Bahan Kompos Berbeda

Kompos merupakan salah satu bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisika, biologi maupun kimia tanah. Selain bahan kompos, mutu kompos juga dipengaruhi oleh lama pengomposan. Hal tersebut terlihat pada hasil penelitian ini baik pengaruhnya terhadap kandungan unsur hara dalam jaringan daun maupun pada parameter pertumbuhan tanaman yang menunjukkan adanya perbedaan antara perlakuan macam bahan kompos.

Konsentrasi unsur P dan Ca dalam jaringan daun kopi terbaik terdapat pada banan kompos campuran kulit buah dan kulit tanduk. Pada kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah terdapat ruang pori yang cukup dari kulit tanduk, sehingga perakaran dapat berkembang. Pertumbuhan akar yang baik dapat berpengaruh terhadap serapan unsur P dari tanah oleh bibit kopi.

Pada perlakuan kompos kulit tanduk konsentrasi unsur nitrogen dalam daun lebih rendah daripada perlakuan yang lain, karena kompos ini termasuk miskin nitrogen (Sukasih, 2000), sehingga nitrogen kurang tersedia bagi tanaman. Tingkat pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun pada bahan ini menunjukkan nilai yang lebih rendah dari kontrol. Hal ini diduga masih terjadi dekomposisi lanjutan pada kompos dengan tingkat immobilisasi lebih dari mineralisasi, sehingga pertumbuhan tanaman tertekan.

Namun bahan ini juga dapat menghasilkan banyak humus yang dapat memperbaiki sifat fisika tanah. Menurut Tan (1991), bahan yang belum terlapuk berperan penting dalam fisika tanah atau stuktur tanah, tetapi secara kimia kurang penting. Selain itu, kulit tanduk mengandung sellulosa, lignin dan fenol yang berpengaruh pada mutu kompos dan akhirnya pada pertumbuhan tanaman. Sutedjo *et al* (1991) menyatakan bahwa dalam kondisi alami lignin cenderung berakumulasi karena zat tersebut lebih resisten daripada karbohidrat atau protein, sehingga lignin menyumbangkan humus dalam kompos.

Humus yang dihasilkan oleh kompos kulit tanduk akan meningkatkan daya serap tanah terhadap air, yang akan memenuhi kebutuhan air tanaman dan membantu melarutkan unsur hara dalam media tanah. Menurut Mas'ud (1992), dengan peningkatan lengas tanah akan meningkatkan difusi fosfor ke akar dan ini akan berakibat peningkatan laju penyerapan fosfat dalam larutan tanah.

Kandungan nitrogen yang tinggi dalam kulit buah kopi menyebabkan bahan kompos ini menghasilkan konsentrasi unsur N, K dan Mg yang tinggi pula pada daun kopi. Bahan kompos kulit buah akan banyak membantu menyuplai unsur hara bagi pada tanaman karena saat dekomposisi banyak unsur yang dibebaskan dan menjadi tersedia bagi tanaman. Pada bahan ini mineralisasi lebih tinggi dari immobilisasi, sehingga tidak mengganggu tanaman dalam pemanfaatan unsur untuk kebutuhan hidupnya.

Kompos kulit buah juga dapat menambah pori mikro pada tanah, tetapi tidak sampai menimbulkan pengaruh yang negatif. Menurut Goldworthy & Fisher (1992), tanah dengan drainase dan aerasi yang relatif kurang baik menyebabkan membusuknya akar-akar tanaman karena tidak cukupnya oksigen di dalam tanah, sehingga penetrasi akar lebih sulit yang dapat mengurangi serapan hara terutama bagi ion-ion immobil, misalnya fosfat. Menurut Foth (1998), akumulasi CO₂ dalam tanah sampai titik tertentu dapat mengakibatkan keracunan pada tanaman yang terjadi pada tanah dengan aerasi yang buruk.

Berdasarkan hasil sidik ragam, tanaman yang ditanam pada media dengan berbagai perlakuan bahan kompos berbeda nyata pada semua parameter pertumbuhannya, kecuali laju pertumbuhan relatif dan indeks vigor berpengaruh tidak nyata. Menurut Goldworthy & Fisher (1992), tanah yang ideal untuk media pembibitan adalah tanah yang mempunyai permeabilitas dan daya serap air yang cukup baik, aerasi yang menjamin pertukaran gas CO_2 dari tanah dengan O_2 dari udara untuk respirasi akar dan secara fisik tanah tersebut memungkinkan penetrasi akar secara normal.

4.2.2 Pengaruh Media dengan Kompos yang Menggunakan Aktivator Berbeda

Dalam penelitian ini aktivator yang digunakan dalam proses pengomposan, yaitu aktivator anorganik (pupuk ZA dan pupuk TSP), aktivator hayati (StarbiO Plant dan OrgaDec) dan sebagai kontrol kompos dibiarkan tanpa aktivator. Pupuk ZA dan TSP digunakan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen dan fosfat bagi mikroorganisme saat pengomposan sedangkan StarbiO Plant dan OrgaDec berisi mikroorganisme yang dapat mendekomposisi bahan kompos.

Konsentrasi unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) pada daun kopi dengan perlakuan kompos yang menggunakan aktivator berbeda menunjukkan konsentrasi unsur yang berbeda pula pada jaringan daunnya. Konsentrasi unsur N dan Ca tertinggi didapati pada perlakuan kompos tanpa aktivator; K dan Mg pada pemberian aktivator OrgaDec; sedangkan P pada pupuk TSP. Yang terakhir disebabkan ketersediaan fosfat dalam tanah meningkat dengan makin tingginya pemberian pupuk fosfat. TSP yang mudah larut dan diserap oleh tanaman.

Nilai konsentrasi unsur hara terendah, kecuali N terdapat pada pemberian pupuk ZA sebagai aktivator pengomposan. Diduga pupuk ini menyebabkan pH kompos menjadi masam dan berpengaruh pada media tanam. Padahal pada tanah masam banyak unsur kurang tersedia bagi tanaman yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Pada aktivator hayati, mikroorganisme diberikan pada kompos agar dekomposisi dapat lebih cepat berlangsung karena jumlah organisme yang melakukan dekomposisi lebih banyak, namun mikroorganisme juga memerlukan syarat-syarat tertentu agar dapat hidup dan berkembangbiak. Pada Orgadec terdapat *Trichoderma pseukoningi* dan *Cytophaga* sp. yang melakukan dekomposisi kompos. Menurut Sutedjo *et al* (1991), *Cytophaga* merupakan bakteri yang hanya menggunakan sellulosa untuk sumber energinya dan *Trichoderma pseukoningi* merupakan golongan jamur yang mempunyai kemampuan kuat untuk melapukkan sellulosa. Tetapi pada medium yang asam, biasanya pH dibawah 4,0 bakteri disingkirkan dan pada keasaman berkurang jumlah cendawan yang berkurang.

Foth (1998) menyatakan bahwa, mikroorganisme merupakan organisme pertama yang mengharcurkan bahan organik dan memerlukan makanan tertentu. Satu masalah timbul apabila kandungan nitrogen dari perombakan bahan organik rendah.

Penambahan aktivator anorganik untuk memenuhi kebutuhan hara bagi sintesis mikroorganisme tidak selamanya diperlukan, tergantung pada kandungan komposisi asal bahan kompos. Pada kandungan yang miskin unsur nitrogen penambahan ini diperlukan tetapi pada keadaan bahan kompos dengan kandungan nitrogen yang tinggi unsur ini tidak diperlukan. Menurut Rao (1994), penambahan pupuk asam seperti (sulfat amoniak) dapat menunjang perkembangan cendawan, tetapi bagi bakteri dan aktinomicetes merupakan pengganggu. Sedangkan menurut Sutedjo *et al* (1991), nitrogen dan fosfor perlu ditambahkan untuk membantu kegiatan mikroorganisme agar menghasilkan penghancuran yang lebih cepat pada bahan-bahan tanaman yang dikomposkan.

Pada parameter pertumbuhan, pengaruh aktivator terhadap kompos yang diberikan pada media tanam berpengaruh tidak nyata pada parameter pertumbuhan, kecuali indeks vigor dan laju pertumbuhan relatif berbeda nyata. Bahan kompos

tanpa aktivator saat pengomposan memberikan rata-rata konsentrasi unsur hara lebih tinggi daripada yang diberi aktivator. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa, dengan pertimbangan ekonomis pemanfaatan kompos kulit kopi tanpa aktivator memberikan keuntungan yang lebih besar karena dengan pemberian aktivator tertentu justru dapat mengurangi pertumbuhan dan konsentrasi unsur pada daun kopi.

Menurut Abdoellah (1996), unsur karbon yang banyak terdapat dalam bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah, sehingga makin tinggi kadar bahan organik tanah, makin tinggi pula populasi mikroorganisme yang secara tidak langsung dapat memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah.

4.2.3 Pengaruh Interaksi Bahan Kompos dan Aktivator

Pada dasarnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman tergantung dari air dan unsur hara di dalam tanah, iklim dan oleh faktor-faktor dari tanaman itu sendiri. Di samping itu, tanah menyediakan lingkungan untuk berfungsinya akar-akar tanaman, sehingga diperlukan ruang yang cukup bagi penyebaran perakaran.

Tanaman pada media tanam dengan kompos kulit buah yang dikombinasikan dengan Starbio Plant saat pengomposan memberikan konsentrasi unsur P dalam daun yang lebih tinggi daripada yang lainnya, sedangkan konsentrasi P dalam daun terendah didapati pada perlakuan kompos kulit buah dengan pupuk ZA sebagai aktivator saat pengomposannya. Menurut Gardner *et al* (1991), apabila ketersediaan P rendah, maka berat kering akar turun. Dengan terhambatnya perkembangan akar, berakibat kemampuan menyerap hara dari dalam tanah menjadi berkurang dan pada gilirannya pertumbuhan tanaman secara keseluruhan juga terhambat.

Kompos dari kulit buah kopi banyak mengandung nitrogen dan jika ditambahkan pupuk asam (pupuk ZA atau pupuk TSP) menyebabkan pH akan menjadi lebih rendah lagi. Engelstad (1997) menyatakan bahwa, secara umum bahan organik lebih cepat terdekomposisi pada tanah netral daripada di tanah masam.

Selain itu pada tanah masam, keracunan Al dan ion H^+ dapat membatasi penghancuran bahan organik oleh mikrobia.

Perlakuan kompos kulit buah kopi dengan penambahan pupuk ZA menghasilkan konsentrasi unsur P, K, Ca dan Mg terendah pada daun kopi daripada kombinasi yang lain. Sementara itu untuk konsentrasi N daun yang tertinggi terdapat pada kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah dengan TSP, sedangkan yang terendah pada penambahan StarbiO Plant dengan bahan kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah. Menurut Gardner *et al* (1991), pH tanah merupakan faktor utama yang mempengaruhi ketersediaan hara tanaman. Kebanyakan hara lebih banyak tersedia pada nilai pH 6,0-7,0. Unsur kalium, magnesium, kalsium lebih banyak tersedia dalam tanah basa. Defisiensi kalium, magnesium dan kalsium terjadi pada pemupukan nitrogen yang tinggi.

Konsentrasi Ca dan P yang rendah pada kulit buah dengan aktivator pupuk ZA menunjukkan rendahnya pH media tanam. Rao (1994) menyatakan bahwa tanah asam umumnya miskin Ca karena diendapkan oleh senyawa besi atau aluminium yang sulit dilarutkan oleh akar dan mikroorganisme, sehingga akan terjadi defisiensi fosfor oleh tanaman.

Menurut Wibawa (1996), tanaman memerlukan unsur hara P untuk proses pertumbuhannya. Rendahnya ketersediaan P dalam tanah mengakibatkan proses metabolisme dalam sel tidak berlangsung dengan baik. Pemberian P yang cukup perlu dilakukan pada tanaman muda di samping kompos yang merupakan salah satu anasir penting medium pembibitan yang cukup mengandung fosfat.

Pada perlakuan kulit buah dengan ZA saat pengomposan, tanaman di ulangan ke-2 dan ke-3 ujung dan tepi daunnya hangus, mulai dari daun yang tua ke daun yang muda. Menurut Gardner *et al* (1991), tanaman yang kekurangan kalium mengalami pertumbuhan lambat dan kerdil, mudah patah dan rebah, daun tua nampak hangus pada ujung dan tepinya. Kandungan unsur kalium normal pada daun kopi sebesar

2,1%-2,6% (John Bako Baon, Komunikasi Pribadi), sehingga tampaknya K bukanlah penyebabnya.

Mas'ud (1992) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi serapan hara oleh sel akar adalah pasokan unsur hara, pasokan O₂, CO₂, air, temperatur dan pH tanah. Pada perlakuan kulit buah dengan pupuk ZA, pH media tumbuh diduga rendah, sehingga transport kation dan anion menjadi terhambat.

Pemberian aktivator pupuk ZA pada perlakuan kompos kulit tanduk saat pengomposannya menyebabkan konsentrasi unsur N dan P dalam daun tanaman kopi lebih baik daripada pemberian aktivator yang lain, namun unsur Ca lebih rendah dari aktivator lain yang diberikan pada bahan kompos kulit tanduk.

Pada parameter pertumbuhan interaksi perlakuan bahan kompos dan aktivator berpengaruh sangat nyata pada semua parameter pertumbuhan, kecuali jumlah daun dan laju asimilasi bersih. Hampir semua parameter pertumbuhan yang diamati menunjukkan perlakuan kompos kulit buah dengan StarbiO Plant menghasilkan nilai rata-rata yang tertinggi. Konsentrasi unsur hara P, K dan Ca yang tinggi pada kombinasi ini mencerminkan tingkat pertumbuhan yang baik pula pada parameter pertumbuhan tanamannya. Begitu pula pada kombinasi kulit buah dengan ZA menghasilkan serapan unsur yang rendah, menunjukkan tingkat pertumbuhan yang kurang baik pada semua parameter pertumbuhannya.

Dilihat dari asal bahan kompos, kulit buah kopi kaya akan unsur nitrogen, kalium dan fosfor yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendekomposisinya dengan cepat dan melepaskan hara yang dapat diserap oleh tanaman, selain dapat memperbaiki kondisi fisik tanah yang lain. Rao (1994) menyatakan bahwa residu tanaman yang kaya akan nitrogen dan fosfor memungkinkan jasad renik dengan cepat melapukkannya, sehingga tanpa penambahan garam-garam anorganik, maka hara dalam residu tanaman tersebut akan dibebaskan dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Jenis bahan baku kompos berpengaruh terhadap konsentrasi unsur N, P, K, Ca dan Mg pada jaringan daun bibit kopi.
2. Kompos campuran kulit tanduk dan kulit buah menghasilkan tingkat pertumbuhan dan konsentrasi hara P dan Ca dalam daun yang lebih tinggi daripada bahan kompos yang lain.
3. Pengaruh aktivator pengomposan tidak nyata pada parameter pertumbuhan, kecuali berat basah, laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih dan indeks vigor. Sedangkan konsentrasi unsur N, P, K, Ca dalam daun kopi tertinggi dijumpai pada perlakuan kompos tanpa aktivator dan konsentrasi Mg tertinggi pada kompos dengan aktivator hayati saat pengomposannya.
4. Kompos dengan aktivator hayati cenderung menghasilkan rata-rata pertumbuhan lebih baik daripada aktivator anorganik. Konsentrasi K dan Mg dalam daun lebih tinggi pada kompos dengan aktivator hayati sedangkan konsentrasi unsur N, P dan Ca lebih tinggi pada kompos dengan penggunaan aktivator anorganik.
5. Terdapat interaksi pada semua parameter pertumbuhan, kecuali jumlah daun dan laju asimilasi bersih.
6. Kombinasi kulit buah kopi dan StarbiO Plant untuk kompos cenderung memberikan pengaruh paling baik terhadap parameter pertumbuhan bibit kopi, kecuali berat basah, laju asimilasi bersih dan indeks vigor.

5.2 Saran

Perlu penelitian lebih lanjut tentang efektifitas kompos kulit buah dan StarbiO Plant sebagai aktivator pengomposan terhadap pertumbuhan bibit kopi tanpa pemberian pupuk pada media pembibitan serta pengaruh campuran kulit buah dan kulit tanduk kopi terhadap sifat fisika tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK (1989). *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Abdoellah, S. (1992). Peningkatan efisiensi pemupukan pada perkebunan kopi dan kakao. *Pusat Penelitian Perkebunan*. Jember.
- Abdoellah, S. (1996). Bahan organik peranannya bagi perkebunan kopi dan kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan kakao*, 12 : 70-78
- Abdoellah, S. & O. Atmawinata (1998). Potensi dan peluang pengembangan kopi arabika di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 14 : 10-15
- Adenikinju, S. A. (1974). Analysis of growth pattern in cocoa seedlings as influenced by bean maturity. *Experimental Agriculture*, 10 :141-147
- Anas, I. (1992). *Mekanisme Pengomposan Kaitannya dengan Penyediaan Hara*. Laboratorium Bioteknologi Hutan PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Anonim (1999). *StarbiO Plant (Pengaktif Mikrobia Tanah Pengurai Bahan Organik)*. Lembah Hijau Multifarm Indonesia. Solo.
- Anonim (1999). *OrgaDec Aktivator Pengomposan*. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan. Bogor.
- Baon, J. B. (1996). Tata cara pengomposan belotong. *Warta Pusat penelitian Kopi dan Kakao*, 12 : 90-95
- Buckman, H. O. (1982). *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Danoesastro, H. (1973). *ZPT dalam Pertanian*. Yayasan Pembina Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Engelstad, O. P. (1997). *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Font, H. D. (1998). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gardner, P. F.; R. B. Pearce & R. L. Mitchell (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Goldworthy, P & Fisher (1992). *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Goenadi, D. H.; Y Away; Y Sukir; H. H. Yusuf; Gunawan & P. Aritonang (1998). *Teknologi Produksi Kompos Bioaktif Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Peningkatan Efisiensi Usaha Perkebunan. Bogor.
- Hakim, N.; M. Y. Nyakpa; A. M. Lubis; S.G. Nugroho; M. A. Diha; G. B. Hong; H. H. Bailey (1986). *Dasar-Dasar Ilmu tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hartobudoyo, S. (1989). *Perkembangan Hasil Penelitian Kopi dan Kakao yang dapat Dimanfaatkan untuk Propinsi-Propinsi Penghasil Kopi dan Kakao di Indonesia*. Balai Penelitian perkebunan Jember. Jember.
- Hermawan, S.; D. Cikman; L. Rochmalia; D. H. Goenadi & Y Away (1999). *Prosiding Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan untuk Praktek*. Unit penelitian Bioteknologi Perkebunan. Bogor.
- Hulupi ; S. Mawardi; S. Wiryodiputro; A. Wibawa; A. M. Nur; Y. D. Yuniarto (1995) *Teknik Budidaya Kopi Arabika*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember.
- Hulupi, R. (1997). Pengembangan kebun entres benih kopi arabika dan prosedur sertifikasi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember*, 3 : 217- 226
- Indranada, K. H. (1994). *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Lingga, P. (1992). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Bina Aksara. Jakarta.
- Mas'ud, P. (1992). *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Mulyana, W. (1982). *Bercocok Tanam Kopi*. Aneka Ilmu. Semarang.
- Najiyati, S & Danarti (1991). *Kopi : Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nur, A. M. (1998). Perbanyak kopi dengan teknik setek-sambung akar. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember*, 14 : 302-308

- Pujiyanto (1997). Penyediaan bahan organik di lahan perkebunan kopi dan kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 13 : 115-123
- Pujiyanto (1998). Persyaratan tumbuh tanaman kopi arabika. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember*, 14 : 128-133
- Rahardjo, P. (1999). Pertumbuhan bibit kopi arabika anjuran di dataran rendah. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 15 : 240-243
- Rao, N. S. S. (1994). *Mikrobiologi Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI- Press. Jakarta
- Salisbury, F. B. & C. W. Ross (1995). *Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.
- Sarwono (1994). Ragam Pupuk Organik sebagai Media Tanam. *Trubus*, 25 (294)
- Sasmita, K. R & S. S. Harjadi (1985). *Pertumbuhan Vegetatif*. Departemen Agronomi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setyobudi, B. (1996). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Siswoputranto, P. S. (1987). *Perkopian Indonesia Saat-Saat Ini*. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia. Jakarta.
- Situmorang, S. & Soenaryo (1973). *Budidaya dan Pengolahan Coklat*. Balai Penelitian Jember, Jember.
- Soeratno (1980). *Pembibitan Coklat*. Kumpulan Makalah Konferensi Coklat Nasional 1. Medan.
- Suginingsih & O. H. Suseno (1988). *Penjajagan Penggunaan Gambut dengan Limbah dan Pupuk TSP sebagai Media Tumbuh Semai Eucalyptus urophylla*. Makalah Seminar Gambut I. Yogyakarta.
- Sukasih, R. (2000). *Pengaruh Aktivator Pengomposan Hayati dan Anorganik serta Komposisi Bahan Baku terhadap Lama dan Mutu Kompos Kulit Kopi*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Suprijadji, G. (1985). Pembibitan coklat. *Warta Balai Penelitian Perkebunan Jember*, 2 : 5 – 9

- Sutedjo, M. M.; A. G. Kartasapoetra & R. D. S. Sastroatmodjo (1991). *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Tan, K. H. (1991). *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada UNiversity Press. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. (1991). *Taksonomi Tumbuhan*. Gajah mada University Press. Yogyakarta.
- Winaryo; Usman & S. Mawardi (1995). Pengaruh komposisi bahan baku dan lama pengomposan terhadap mutu kompos. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 11: 26 –32
- Wibawa, A. (1996). Pengelolaan bahan organik di perkebunan kopi dan kakao, *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12 : 96-100
- Wibawa, A. (1998). pengaruh pemupukan P terhadap pertumbuhan kakao di rumah kaca, *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12 : 17-30
- Wardani, S. & Winaryo (1998). Pengelolaan pembibitan kopi arabika. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 14 : 277-289

Lampiran 1.a Data Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	28	28,5	24,3	80,8	26,93
A1C2	29	22,8	19,3	71,1	23,70
A1C3	26,3	26,6	23,2	76,1	25,37
A1C4	29,2	27	26,8	83	27,67
A1C5	23,2	27,8	15,2	66,2	22,07
A2C1	16,4	25	22,9	64,3	21,43
A2C2	10,2	23,8	14	48	16,00
A2C3	23,5	24	20	67,5	22,50
A2C4	20	19	18,3	57,3	19,10
A2C5	17	21,5	15	53,5	17,83
A3C1	25,8	27,2	26,2	79,2	26,40
A3C2	27,7	28,5	27,5	83,7	27,90
A3C3	12	17,2	5	34,2	11,40
A3C4	24,3	19,2	21,6	65,1	21,70
A3C5	24,1	23,5	26,5	74,1	24,70
Total	336,7	361,6	305,8	1004	334,70
Kontrol	24	26	25	75,0	25,00

Lampiran 1.b Tabel Dua Arah Data Tinggi Tanaman

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	26,93	23,70	25,37	27,67	22,07	125,74	25,15
A2	21,43	16,00	22,50	19,01	17,83	95,77	19,35
A3	26,40	27,90	11,40	21,70	24,70	112,1	22,42
Total	74,76	67,6	59,27	68,38	64,60	333,61	66,72
Rata-rata	24,92	22,5	19,76	22,79	21,50	111,20	

Lampiran 1.c Sidik Ragam Data Tinggi Tanaman

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	104,188	52,094	3,6197 *	3,34	5,45
Perlakuan	14	916,272	65,448	4,5476 **	2,06	2,8
A	2	250,241	125,121	8,6939 **	3,34	5,45
C	4	128,379	32,0947	2,2301 ns	2,71	4,07
AC	8	537,752	67,219	4,6706 **	2,29	3,23
Galat	28	402,972	14,3919			
Total	44	1319,34				

Lampiran 2.a Data Jumlah Daun (helai)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	22	22	18	62	20,67
A1C2	22	18	16	56	18,67
A1C3	22	22	18	62	20,67
A1C4	24	18	22	64	21,33
A1C5	18	22	16	56	18,67
A2C1	16	18	22	56	18,67
A2C2	14	18	16	48	16,00
A2C3	18	18	16	52	17,33
A2C4	18	16	16	50	16,67
A2C5	16	16	16	48	16,00
A3C1	22	22	22	66	22,00
A3C2	22	22	22	66	22,00
A3C3	14	16	12	42	14,00
A3C4	18	18	18	54	18,00
A3C5	18	18	18	54	18,00
Total	284	284	268	836	278,67
Kontrol	18	22	18	58	19,33

Lampiran 2.b Tabel Dua Arah Data jumlah Daun

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	20,67	18,67	20,67	21,33	18,67	100,01	20,00
A2	18,67	16,00	17,33	16,67	16,00	86,67	17,34
A3	22,00	22,00	14,00	18,00	18,00	94,00	18,80
Total	61,34	56,67	52,00	56,00	52,67	280,68	56,14
Rata-rata	20,45	18,89	17,33	18,67	17,56	93,56	

Lampiran 2.c Sidik Ragam Data Jumlah Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	11,3778	5,68889	0,916 ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	239,644	17,1175	2,755 *	2,06	2,8
A	2	71,6444	35,8222	5,766 **	3,34	5,45
C	4	55,6444	13,9111	2,239 ns	2,71	4,07
AC	8	112,356	14,0445	2,261 ns	2,29	3,23
Galat	28	173,956	6,2127			
Total	44	413,6				

Lampiran 3.a Data Berat Basah Tajuk dan Akar (gram)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	34,82	25,53	23,21	83,56	27,85
A1C2	29,32	24,61	16,38	70,31	23,44
A1C3	31,02	26,17	30,6	87,79	29,26
A1C4	34,68	32,01	33,74	100,4	33,48
A1C5	24,3	33,68	12,2	70,18	23,39
A2C1	11,44	24,98	20,36	56,78	18,93
A2C2	6,09	23,91	9,54	39,54	13,18
A2C3	22,44	22,76	17,19	62,39	20,80
A2C4	22,19	17,8	15,59	55,58	18,53
A2C5	14,54	22,8	11,39	48,73	16,24
A3C1	27,14	31,38	29,05	87,57	29,19
A3C2	30,62	36,08	30,29	96,99	32,33
A3C3	7,64	14,08	1,18	22,90	7,63
A3C4	25,43	16,96	21,64	64,03	21,34
A3C5	24,74	22,31	29,21	76,26	25,42
Total	346,41	375,06	301,57	1023	341,01
Kontrol	24,55	17,34	28,26	70,15	23,38

Lampiran 3.b Tabel Dua Arah Data Berat Basah Tajuk dan Akar

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	27,85	23,44	29,26	33,48	23,39	137,42	27,48
A2	18,93	13,18	20,80	18,53	16,24	87,68	17,54
A3	29,19	32,33	7,63	21,34	25,42	115,91	23,18
Total	75,97	68,95	57,69	73,35	65,05	318,01	63,60
Rata-rata	25,32	22,98	19,23	24,45	21,68	106,00	

Lampiran 3.c Sidik Ragam Data Berat Basah Tajuk dan Akar

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,12104	0,060519	1,9 ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	1,85855	0,132753	4,17 **	2,06	2,8
A	2	0,3435	0,171751	5,4 *	3,34	5,45
C	4	0,28596	0,071491	2,25 ns	2,71	4,07
AC	8	1,22908	0,153635	4,83 **	2,29	3,23
Galat	28	0,89104	0,031823			
Total	44	2,74959				

Lampiran 4.a Data Diameter Batang (mm)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	3,85	3,54	3,48	10,87	3,62
A1C2	4,06	3,64	3,01	10,71	3,57
A1C3	3,75	3,77	3,56	11,08	3,69
A1C4	4,13	3,91	3,87	11,91	3,97
A1C5	3,68	3,95	2,81	10,44	3,48
A2C1	3,13	3,69	3,63	10,45	3,48
A2C2	2,66	3,49	2,45	8,60	2,87
A2C3	3,95	3,59	3,2	10,74	3,58
A2C4	2,98	3,38	2,84	9,20	3,07
A2C5	2,90	3,25	2,68	8,83	2,94
A3C1	3,68	3,78	3,85	11,31	3,77
A3C2	4,10	4,03	3,88	12,01	4,00
A3C3	2,48	2,82	1,9	7,20	2,40
A3C4	3,65	2,93	3,28	9,86	3,29
A3C5	3,59	3,39	3,89	10,87	3,62
Total	52,59	53,16	48,33	154,1	51,36
Kontrol	3,74	3,45	3,71	10,90	3,63

Lampiran 4.b Tabel Dua Arah Data Diameter Batang

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	3,62	3,57	3,69	3,97	3,48	18,33	3,67
A2	3,48	2,87	3,58	3,07	2,94	15,94	3,19
A3	3,77	4,00	2,40	3,29	3,62	17,08	3,42
Total	10,87	10,44	9,67	10,33	10,04	51,35	10,27
Rata-rata	3,62	3,48	3,22	3,44	3,35	17,12	

Lampiran 4.c Sidik Ragam Data Diameter Batang

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,92892	0,46446	3,54 *	3,34	5,45
Perlakuan	14	8,08368	0,577406	4,4 **	2,06	2,8
A	2	1,724413	0,862207	6,58 **	3,34	5,45
C	4	0,805658	0,201415	1,54 ns	2,71	4,07
AC	8	5,553609	0,694201	5,3 **	2,29	3,23
Galat	28	3,6708	0,1311			
Total	44	11,75448				

Lampiran 5.a Data Luas Daun (cm²)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	675,06	597,32	536,73	1809	603,04
A1C2	848,27	607,97	467,84	1924	641,36
A1C3	631,44	691,39	780,97	2104	701,27
A1C4	846,17	735,79	821,41	2403	801,12
A1C5	549,36	634,37	368,48	1552	517,40
A2C1	292,96	580,87	555,24	1429	476,36
A2C2	185,98	574,88	295,31	1056	352,06
A2C3	544,71	571,71	448,86	1565	521,76
A2C4	584,76	447,42	428,02	1460	486,73
A2C5	341,78	535,29	319,91	1197	398,99
A3C1	674,32	833,03	610,86	2118	706,07
A3C2	818,6	929,04	704,89	2453	817,51
A3C3	225,89	337,78	61,71	625,4	208,46
A3C4	539,09	465,67	532,38	1537	512,38
A3C5	557,31	558,02	755,75	1871	623,69
Total	8315,7	9100,6	7688,4	25105	8368,20
Kontrol	582,60	890,70	750,28	2223,58	741,19

Lampiran 5.b Tabel Dua Arah Data Luas Daun

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	603,04	641,36	701,27	801,21	517,40	3264,28	652,86
A2	476,36	352,06	521,76	486,73	398,99	2235,90	447,18
A3	706,07	817,51	208,46	512,38	623,69	2868,11	573,62
Total	1785,47	1810,93	1431,63	1800,32	1540,08	8368,29	1673,66
Rata-rata	595,16	603,64	477,21	600,11	513,36	2789,43	

Lampiran 5.c Sidik Ragam Data Luas Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,10325	0,05162	2,32 ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	1,28942	0,0921	4,15 **	2,06	2,8
A	2	0,23526	0,11763	5,29 *	3,34	5,45
C	4	0,17786	0,04446	2 ns	2,71	4,07
AC	8	0,8763	0,10954	4,93 **	2,29	3,23
Galat	28	0,6221	0,02222			
Total	44	1,91152				

Lampiran 6.a Data Berat Kering Tajuk dan Akar (gram)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	7,43	4,19	4,88	16,5	5,50
A1C2	6,32	5,15	4,55	16,02	5,34
A1C3	5,96	5,28	3,56	14,8	4,93
A1C4	7,21	6,12	5,56	18,89	6,30
A1C5	5,24	6,55	2,5	14,29	4,76
A2C1	2,43	5,09	5,63	13,15	4,38
A2C2	1,45	4,58	2,09	8,12	2,71
A2C3	4,13	4,76	4,63	13,52	4,51
A2C4	4,5	3,64	3,19	11,33	3,78
A2C5	2,74	4,61	2,38	9,73	3,24
A3C1	5,76	7,01	5,97	18,74	6,25
A3C2	7,17	6,5	6,51	20,18	6,73
A3C3	1,7	2,8	0,54	5,04	1,68
A3C4	5,29	3,38	4,36	13,03	4,34
A3C5	4,85	4,4	4,84	14,09	4,70
Total	72,18	74,06	61,19	207,4	69,14
Kontrol	4,75	3,45	4,80	13,00	4,33

Lampiran 6.b Tabel Dua Arah Data Berat Kering Tajuk dan Akar

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	5,50	5,34	4,93	6,30	4,76	26,83	5,37
A2	4,38	2,71	4,51	3,78	3,24	18,62	3,72
A3	6,25	6,73	1,68	4,35	4,70	23,71	4,74
Total	16,13	14,78	11,12	14,43	12,70	69,16	13,83
Rata-rata	5,38	4,93	3,71	4,81	4,23	23,05	

Lampiran 6.c Sidik Ragam Data Berat Kering Tajuk dan Akar

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,0605	0,0303	3,051 ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	0,69389	0,0496	4,998 **	2,06	2,8
A	2	0,13879	0,0694	6,998 **	3,34	5,45
C	4	0,12901	0,0323	3,252 *	2,71	4,07
AC	8	0,42821	0,0535	5,397 **	2,29	3,23
Galat	28	0,27767	0,0099			
Total	44	0,97367				

Lampiran 7.a Data Laju Pertumbuhan Relatif (g/g/hari)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	0,19	0,16	0,17	0,52	0,17
A1C2	0,18	0,17	0,17	0,52	0,17
A1C3	0,18	0,17	0,15	0,50	0,17
A1C4	0,19	0,18	0,18	0,55	0,18
A1C5	0,17	0,19	0,14	0,50	0,17
A2C1	0,13	0,17	0,18	0,48	0,16
A2C2	0,11	0,16	0,13	0,40	0,13
A2C3	0,16	0,17	0,17	0,50	0,17
A2C4	0,16	0,15	0,15	0,46	0,15
A2C5	0,14	0,17	0,13	0,44	0,15
A3C1	0,18	0,19	0,18	0,55	0,18
A3C2	0,19	0,19	0,19	0,57	0,19
A3C3	0,12	0,14	0,09	0,27	0,09
A3C4	0,17	0,15	0,16	0,48	0,16
A3C5	0,17	0,16	0,17	0,50	0,17
Total	2,44	2,52	2,279	7,24	2,41
Kontrol	0,17	0,18	0,16	0,51	2,17

Lampiran 7.b Tabel Dua Arah Data Laju Pertumbuhan Relatif

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,84	0,17
A2	0,16	0,13	0,17	0,15	0,15	0,76	0,15
A3	0,18	0,19	0,09	0,16	0,17	0,79	0,16
Total	0,51	0,49	0,43	0,49	0,49	2,39	4,30
Rata-rata	0,17	0,16	0,14	0,16	0,16	7,17	

Lampiran 7.c Sidik Ragam Data Laju Pertumbuhan Relatif

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,002009	0,0010045	2,56 ns	3,34	5,45
Perlakuan	14	0,025173	0,0017981	4,583 **	2,06	2,8
A	2	0,003397	0,0016985	4,329 *	3,34	5,45
C	4	0,005115	0,0012788	3,259 *	2,71	4,07
AC	8	0,016661	0,0020826	5,308 **	2,29	3,23
Galat	28	0,010985	0,0003923			
Total	44	0,036158				

Lampiran 8.a Data Laju Asimilasi Bersih (g/cm²/hari)

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	5,49	4,18	4,34	14,01	4,67
A1C2	3,78	5,43	4,47	13,68	4,56
A1C3	4,23	3,88	2,39	10,5	3,50
A1C4	4,18	5,34	3,83	13,35	4,45
A1C5	4,98	6,48	3,24	14,7	4,90
A2C1	3,22	4,69	4,51	12,42	4,14
A2C2	2,88	4,08	4,65	11,61	3,87
A2C3	3,62	3,85	4,889	12,36	4,12
A2C4	3,86	5,45	3,64	12,95	4,32
A2C5	3,29	4,38	3,12	10,79	3,60
A3C1	4,51	5,01	5,39	14,91	4,97
A3C2	5,16	4,41	4,79	14,36	4,79
A3C3	2,82	3,5	2,51	8,83	2,94
A3C4	4,99	4,21	4,3	13,5	4,50
A3C5	4,13	4,39	3,38	11,9	3,97
Total	61,14	69,28	59,449	189,9	63,29
Kontrol	4,02	4,45	4,12	12,59	4,20

Lampiran 8.b Tabel Dua Arah Data Laju Asimilasi Bersih

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	4,67	4,56	3,50	4,45	4,90	22,90	4,42
A2	4,14	3,87	4,12	4,32	3,60	21,05	4,21
A3	4,97	4,79	2,94	4,50	3,97	21,17	4,23
Total	13,78	13,22	10,56	13,27	12,47	65,12	13,02
Rata-rata	4,59	4,41	3,52	4,42	4,16	21,71	

Lampiran 8.c Sidik Ragam Data Laju Asimilasi Bersih

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	0,04371	0,0219	3,459 *	3,34	5,45
Perlakuan	14	0,16755	0,012	1,894 ns	2,06	2,8
A	2	0,01069	0,0053	0,846 ns	3,34	5,45
C	4	0,08427	0,0211	3,334 *	2,71	4,07
AC	8	0,07259	0,0091	1,436 ns	2,29	3,23
Galat	28	0,17694	0,0063			
Total	44	0,34448				

Lampiran 9.a Data Indeks Vigor

Perlakuan	I	II	III	Total	Rata-rata
A1C1	5,61	5,47	4,90	15,98	5,33
A1C2	5,61	5,35	4,97	15,93	5,31
A1C3	5,53	5,46	5,39	16,38	5,46
A1C4	5,66	5,55	5,61	16,82	5,61
A1C5	5,36	5,51	4,57	15,44	5,15
A2C1	4,62	5,33	5,23	15,18	5,06
A2C2	4,02	5,32	4,38	13,72	4,57
A2C3	4,96	5,25	5,02	15,23	5,08
A2C4	5,05	5,01	4,89	14,95	4,98
A2C5	4,81	5,21	4,59	14,61	4,87
A3C1	5,47	5,67	5,55	16,69	5,56
A3C2	5,71	5,7	5,04	16,45	5,48
A3C3	4,12	4,73	3,05	11,90	3,97
A3C4	5,32	4,98	5,19	15,49	5,16
A3C5	5,32	5,17	5,48	15,97	5,32
Total	77,17	79,71	73,86	230,70	76,91
Kontrol	5,16	5,20	5,01	15,37	5,12

Lampiran 9.b Tabel Dua Arah Data Indeks Vigor

	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Rata-rata
A1	5,33	5,31	5,46	5,61	5,15	26,86	5,37
A2	5,06	4,57	5,08	4,98	4,87	24,56	4,91
A3	5,56	5,48	3,97	5,16	5,32	25,49	5,09
Total	15,95	15,36	14,51	15,75	15,34	76,91	15,38
Rata-rata	5,32	5,12	4,84	5,25	5,11	25,64	

Lampiran 9.c Sidik Ragam Data Indeks Vigor

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%
Ulangan	2	1,147338	0,57367	5,78 **	3,34	5,45
Perlakuan	14	7,555698	0,53969	5,44 **	2,06	2,8
A	2	1,585738	0,79287	7,99 **	3,34	5,45
C	4	1,234564	0,30864	3,11 *	2,71	4,07
AC	8	4,735396	0,59192	5,97 **	2,29	3,23
Galat	28	2,776796	0,09917			
Total	44	10,33249				

Lampiran 10. Data Konsentrasi Unsur (N, P, K, Ca dan Mg) pada Jaringan Daun Kopi

	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
A1C1	3,19	0,2	3,06	1,05	0,31
A1C2	2,27	0,17	3,09	1,01	0,31
A1C3	2,68	0,20	2,10	0,86	0,29
A1C4	3,45	0,24	3,17	1,15	0,31
A1C5	2,68	0,19	3,23	1,13	0,31
A2C1	2,86	0,17	2,91	1,09	0,32
A2C2	2,86	0,16	2,91	0,99	0,31
A2C3	2,90	0,16	2,92	0,88	0,31
A2C4	2,53	0,17	2,70	0,94	0,31
A2C5	2,68	0,17	2,86	0,94	0,32
A3C1	3,04	0,20	3,23	1,05	0,31
A3C2	2,90	0,26	2,95	1,01	0,30
A3C3	3,04	0,15	2,74	0,86	0,31
A3C4	3,04	0,20	2,78	1,09	0,32
A3C5	3,15	0,16	3,23	1,09	0,33

Lampiran 11. Data Bulanan Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	I	II	III	IV	V
A1C1	1,23	4,17	8,00	15,90	26,90
A1C2	0,93	3,80	7,13	13,90	23,70
A1C3	1,43	4,13	8,17	15,50	25,30
A1C4	1,03	4,10	8,07	16,10	27,60
A1C5	1,05	3,73	7,57	13,60	22,00
A2C1	0,93	3,00	6,97	12,40	21,40
A2C2	1,10	2,8	5,53	10,20	16,00
A2C3	1,37	3,77	7,67	13,50	22,50
A2C4	0,73	2,73	5,60	10,90	19,10
A2C5	0,90	2,67	5,67	10,90	17,80
A3C1	1,27	4,00	8,00	15,50	26,40
A3C2	1,60	4,40	8,23	16,30	27,90
A3C3	1,20	2,67	3,73	7,00	11,40
A3C4	1,23	3,23	6,70	12,90	21,70
A3C5	1,53	3,83	7,97	15,40	24,70
Kontrol	1,67	4,30	8,20	15,60	25,00

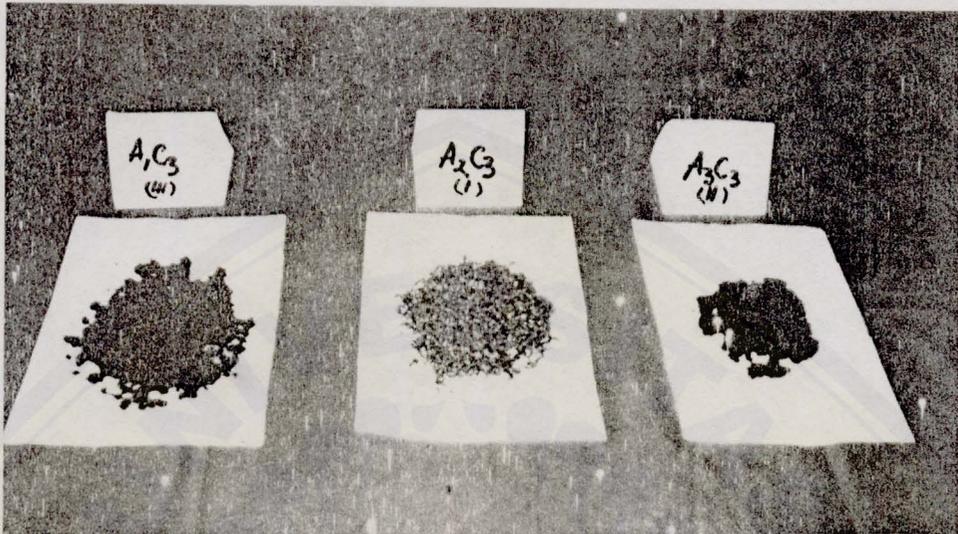
Lampiran 12. Data Bulanan Diameter Batang (cm)

Perlakuan	I	II	III	IV	V
A1C1	1,35	1,74	1,89	2,75	3,62
A1C2	0,99	1,42	1,88	2,58	3,57
A1C3	1,38	1,62	1,90	2,81	3,69
A1C4	1,42	1,69	2,00	2,94	3,96
A1C5	1,43	1,62	1,89	2,58	3,48
A2C1	1,33	1,42	1,89	2,48	3,46
A2C2	1,35	1,46	1,76	2,23	2,88
A2C3	1,45	1,62	1,9	2,48	3,58
A2C4	1,37	1,39	1,76	2,36	3,04
A2C5	1,37	1,38	1,68	2,30	2,94
A3C1	1,42	1,51	1,97	2,78	3,77
A3C2	1,43	1,67	2,00	2,90	4,00
A3C3	1,42	1,37	1,67	2,96	2,40
A3C4	1,36	1,41	1,79	2,33	3,29
A3C5	1,47	1,54	2,03	2,64	3,60
Kontrol	1,48	1,54	1,93	2,76	3,63

Lampiran 13. Data Bulanan Jumlah Daun (helai)

Perlakuan	I	II	III	IV	V
A1C1	4	7,3	10	14	20,7
A1C2	3	7	9	12,07	18,7
A1C3	4	7	10	13,3	20,7
A1C4	4	7	10	14	21,3
A1C5	3,3	7	10	14	18,07
A2C1	4	6	10	12,3	18,7
A2C2	4	6	8,6	12,3	16
A2C3	4	7	10	14	17,03
A2C4	3,3	6	9	12	16,7
A2C5	3,3	6	9	12	16
A3C1	4	7,3	10	14	22
A3C2	4	7	10	14	22
A3C3	4	6	8	11,3	14
A3C4	4	6	10	14	18
A3C5	4	6	10	14	18
Kontrol	4	6	10	14	18

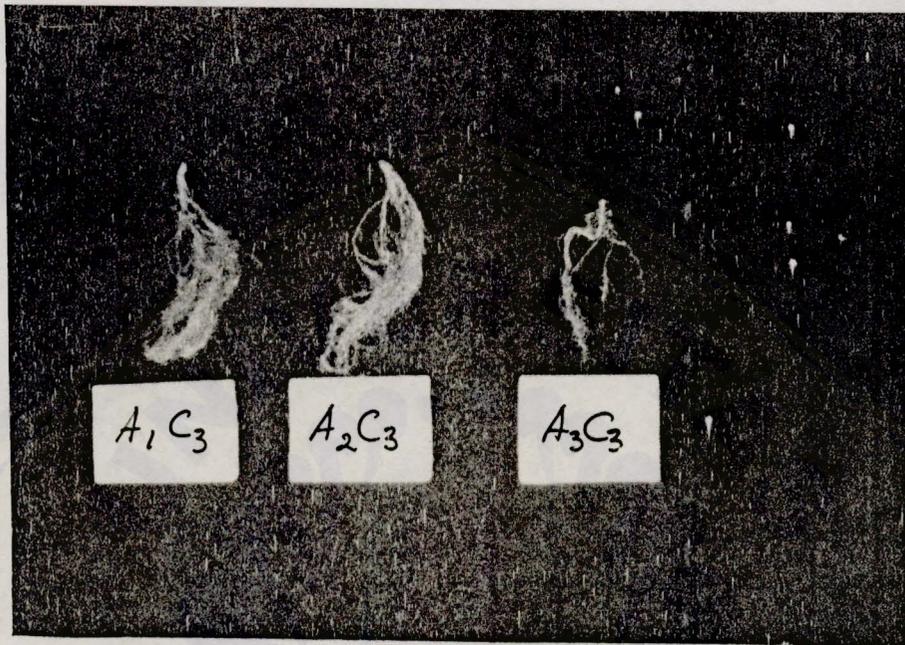
Lampiran 14. Foto Penelitian



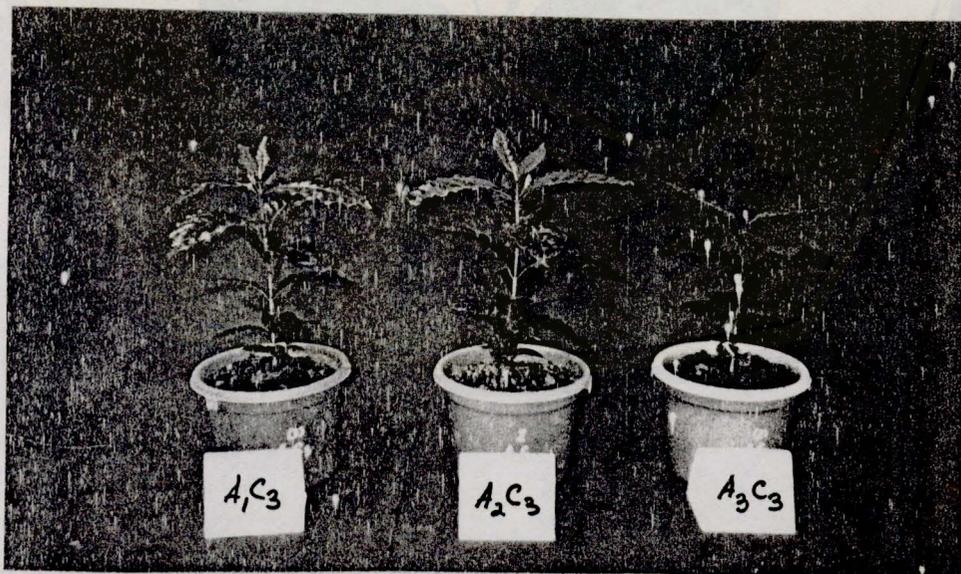
Kompos dari bahan kulit buah kopi dan kulit tanduk



Bibit kopi pada perlakuan kompos asal kulit buah



Akar bibit kopi pada perlakuan kompos kulit buah kopi



Bibit kopi dengan kompos dengan aktivator pupuk ZA

