

**DINAMIKA TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TANAH SERTA
DAMPAKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN KOPI DALAM SISTEM AGROFORESTRI**

Oleh
ELFRIN NISA AZMI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**DINAMIKA TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TANAH SERTA
DAMPAKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN KOPI DALAM SISTEM AGROFORESTRI**

Oleh
ELFRIN NISA AZMI
155040207111077

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS BRAWIJAYA
JURUSAN TANAH
MALANG**

2019

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 29 Juli 2019

Elfrin Nisa Azmi





*Skripsi ini saya persembahkan
untuk kedua orang tua dan
adik-adik saya*

repository.ub.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Dinamika Temperatur Dan Kelembaban Tanah Dan Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kopi Dalam Sistem Agroforestry

Nama Mahasiswa : Elfrin Nisa Azmi

NIM : 155040207111077

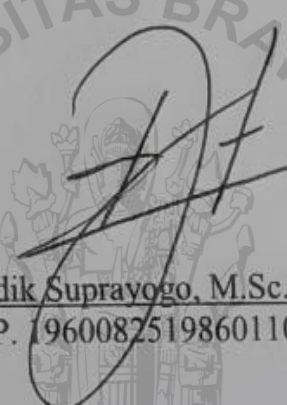
Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Manajemen Sumberdaya Lahan

Laboratorium : Fisika

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

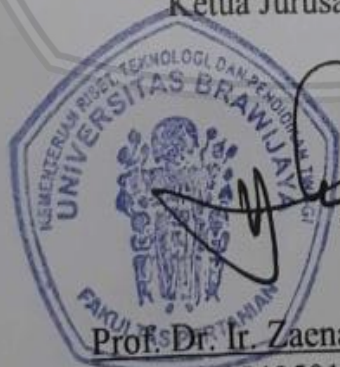

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Ir. Didik Suprayogo, M.Sc.Ph.D.

NIP. 196008251986011002

Mengetahui

Ketua Jurusan Tanah



Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 195405011981031006

Tanggal Persetujuan : 29 JUL 2019

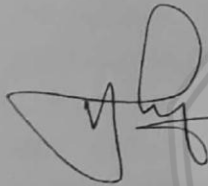
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

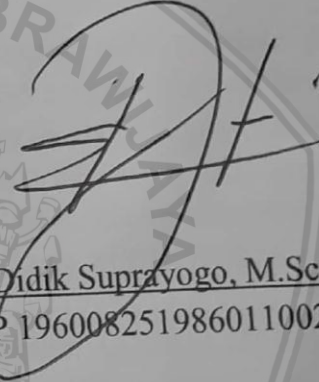
MAJELIS PENGUJI

Penguji I




Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP 195405011981031006

Penguji II



Ir. Didik Suprayogo, M.Sc., Ph.D.
NIP 196008251986011002

Penguji III

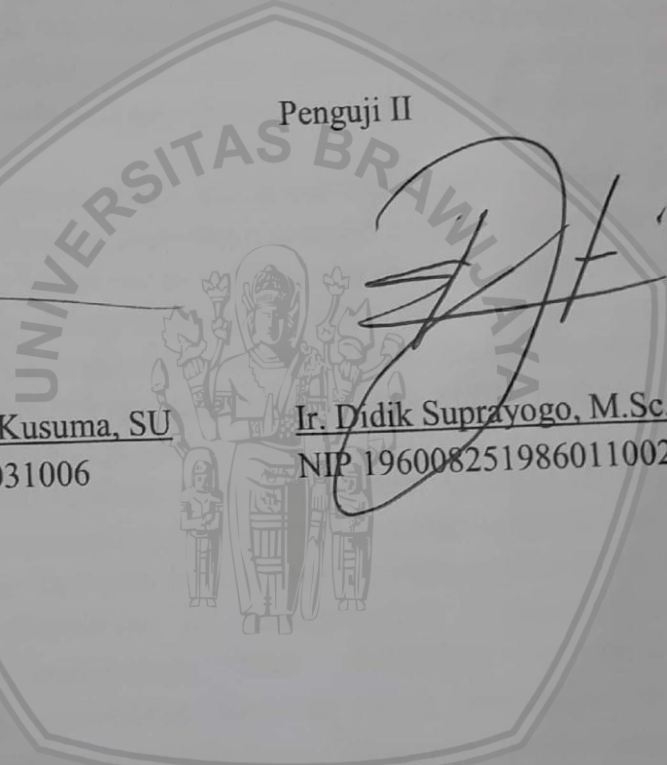


Dr. Ir. Retno Suntari, MS
NIP 195805031983032002

Penguji IV



Novalia Kusumarimi, SP., MP.
NIP 198911082015042001



Elfrin Nisa Azmi. 155040207111077. Dinamika Temperatur dan Kelembaban Tanah Serta Dampaknya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi Dalam Sistem Agroforestri. Dibawah bimbingan Didik Suprayogo sebagai Pembimbing Utama.

RINGKASAN

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan antara pepohonan dan tanaman pertanian yang bertujuan dapat meningkatkan pendapatan petani, tetapi tetap mempertahankan keseimbangan ekosistem. Kerindangan vegetasi pohon penabung akan mempengaruhi kadar air dan temperatur tanah. pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh kadar air, karena kadar air dapat mempengaruhi kelembaban dan suhu tanah. Kisaran suhu udara optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi adalah 18°C-21°C, sedangkan suhu tanah optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi 21°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya gugur bunga tanaman kopi.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan pinus – kopi dan produksi kopi di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus. Membandingkan kadar air di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus. Membandingkan suhu tanah di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus. Untuk mengetahui hubungan kadar air dengan pertumbuhan kopi dan produksi biji kopi. Untuk mengetahui hubungan fluktuasi suhu tanah terhadap produksi kopi.

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Oktober 2018 hingga April 2019 di UB Forest. Rancangan penelitian ini dilakukan dengan survei lapangan pada lahan agroforestri berbasis kopi – pinus. Metode penelitian menggunakan rancangan tersarang. Penelitian ini menggunakan 5 manajemen lahan yaitu agroforestri dengan manajemen tidak dilakukan perawatan, dilakukan pemangkasan cabang, perebahan tanaman kopi, pemangkasan cabang dan pemupukan dan penjarangan pohon pinus. Parameter pengamatan yang diukur kadar air tanah, suhu tanah, DBH tanaman kopi dan pohon pinus, jumlah biji kopi, biomassa tanaman kopi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan jenis manajemen memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Agroforestri dengan manajemen penjarangan pada pohon pinus menghasilkan total biomassa tanaman kopi tertinggi dibandingkan agroforestri dengan manajemen yang tidak dilakukan perawatan. Akan tetapi agroforestri dengan manajemen pemangkasan serta pemberian pupuk memiliki nilai produksi yang tertinggi dibandingkan dengan manajemen yang tidak dilakukan perawatan. Kadar air memiliki korelasi positif terhadap nilai biomassa dan produksi biji kopi. Kadar air yang mencukupi bagi tanaman akan berdampak pada nilai biomassa tanaman, selain itu dengan dilakukan pemangkasan terhadap cabang-cabang yang tidak produktif akan zat makanan atau hara dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan cabang-cabang yang masih produktif. Sehingga nantinya tanaman kopi dapat tumbuh dengan optimal dengan nilai produksi yang tinggi. Namun suhu memiliki nilai korelasi negatif terhadap biomassa tanaman kopi dan produksi biji kopi.

Elfrin Nisa Azmi. 155040207111077. Dynamics of Temperature and Soil Moisture and Its Impact on Coffee Plant Growth and Production in the Agroforestry System. Dibawah bimbingan Didik Suprayogo sebagai Pembimbing Utama.

SUMMARY

Agroforestry is a land use system that combines trees and agricultural crops that aim to increase farmers income, but still maintain an ecosystem balance. The agroforestry model that has been developed in Indonesia is coffee-based agroforestry systems. Shade vegetation trees will affect soil moisture and soil temperature. The growth and development of a plant is greatly influenced by soil moisture, because soil moisture can affect humidity and soil temperature. The optimal temperature range for coffee plant growth is 18°C-21°C, while the optimal soil temperature for coffee plant growth is 21°C. Too high a temperature can cause the fall of coffee plant flowers.

This study aims to compare the growth of pine-coffee and coffee production in several differences in coffee-pine-based agroforestry management. Compare water levels in several differences in coffee-pine-based agroforestry management. Comparing soil temperatures in several differences in coffee-pine-based agroforestry management. To determine the relationship of water content with coffee growth and coffee bean production. To determine the relationship of land temperature fluctuations to coffee production.

This research was conducted from October 2018 to April 2019 in UB Forest. The research method was carried out by using the nested research design. This research use 5 land management which is no management, laid down stems, pruned stems, pruned stems + fertilizer and thinning of pine trees. Observation parameters measured were soil moisture, soil temperature, DBH of coffee plant and pine trees, number of coffee beans and biomass coffee.

The results of this study indicate that different types of management provide significantly different results on the growth and production of coffee plants. Agroforestry with thinning management in pine trees produces the highest total coffee biomass compared to agroforestry with management not being treated. However, agroforestry with pruning management and fertilizer application has the highest production value compared to management that is not treated. Water content has a positive correlation with biomass value and coffee bean production. Sufficient water content for plants will have an impact on the value of plant biomass, in addition to pruning branches that are not productive for food or nutrients can be utilized for the growth of branches that are still productive. So that later coffee plants can grow optimally with high production values. However, temperature has a negative correlation with the coffee plant biomass and coffee bean production.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya limpahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “DINAMIKA TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TANAH DI SISTEM AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KOPI”.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya berterima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan motivasi terhadap penulisan skripsi ini sehingga dapat menyelesaikannya.
2. Ir. Didik Suprayogo, M.Sc.Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan masukan dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS., selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, khususnya Jurusan Tanah yang telah memberikan ilmunya selama dalam perkuliahan.
5. Ramalia Kartika, Diandra Ayu Ariesta, M. Arif F, Yusuf Agung selaku teman-teman tim penelitian di UB Forest yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga segala bimbingan, bantuan dan semangat yang telah diberikan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa selama penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik sangat diharapkan.

Malang, 29 Juli 2019

Elfrin Nisa Azmi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 22 April 1997 sebagai putri pertama dari 3 bersaudara dari Bapak Dedy Demilia dan Ibu Silva Irani. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kenari 07 pg pada tahun 2003 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Jakarta pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 sampai tahun 2015 penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 1 Jakarta. Selama dari tahun 2009 – 2015 penulis juga menjadi seorang atlet Nasional pada bidang atletik. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, melalui jalur SPMK. Penulis pernah melaksanakan magang kerja di PT. Petrokimia Gresik.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Hipotesis	5
1.4. Manfaat	5
1.5. Alur Pikir Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Agroforestri	7
2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kopi	8
2.3. Kadar Air	9
2.4. Faktor yang mempengaruhi Kadar Air	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Rancangan Penelitian	12
3.4. Pendekatan Penelitian	13
3.5. Variabel Pengamatan	14
3.6. Tahapan Penelitian	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Kondisi Manajemen Lahan	18
4.2. Pertumbuhan Pohon Pinus	19
4.3. Pertumbuhan Tanaman Kopi	21
4.4. Dinamika Kadar Air Tanah	23
4.5. Suhu Tanah	27
4.6. Hubungan Suhu dengan Biomassa Tanaman Kopi	29
4.7. Hubungan Kadar Air Tanah dengan Biomassa Tanaman Kopi	30
4.8. Hubungan Biomassa Tanaman Kopi dengan Produksi Kopi	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39



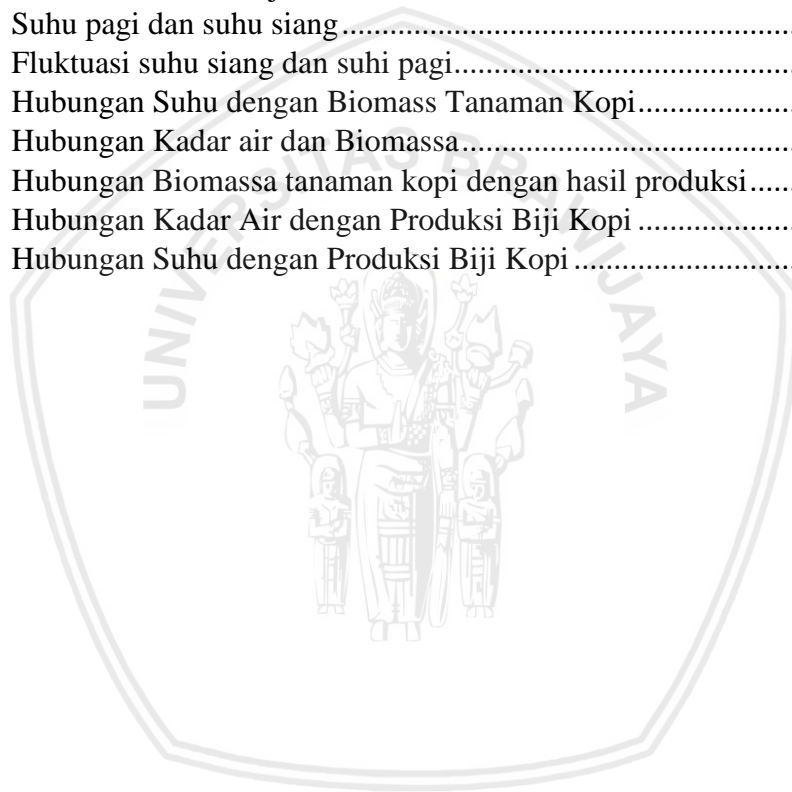
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Plot Manajemen Lahan	12
2	Variabel Pengamatan	14
3	Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi.....	23



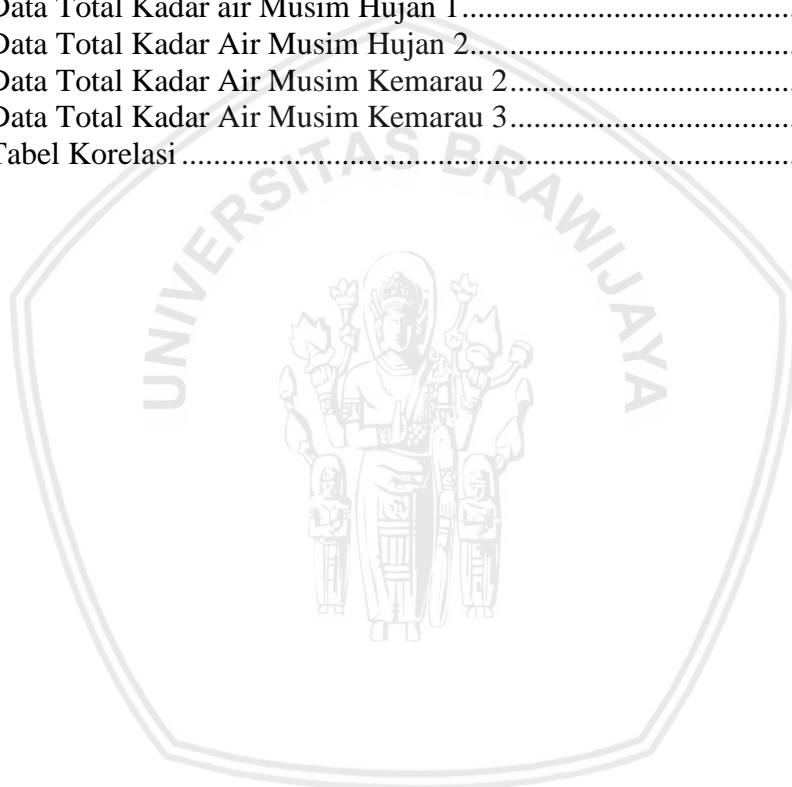
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Alur Pikir Penelitian.....	6
2	Peta Lokasi UB Forest	11
3	Diagram Sistematis Alur Pelaksanaan Penelitian	13
4	Sketsa Pengambilan Sampel Tanah	15
5	DBH Pohon Pinus	19
6	Biomassa Pohon Pinus	21
7	Kadar air musim kemarau	25
8	Kadar air musim hujan	26
9	Suhu pagi dan suhu siang	28
10	Fluktuasi suhu siang dan suhi pagi.....	28
11	Hubungan Suhu dengan Biomass Tanaman Kopi.....	29
12	Hubungan Kadar air dan Biomassa.....	30
13	Hubungan Biomassa tanaman kopi dengan hasil produksi.....	31
14	Hubungan Kadar Air dengan Produksi Biji Kopi	32
15	Hubungan Suhu dengan Produksi Biji Kopi	33



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Tabel Anova Biomassa	39
2	Tabel Anova DBH.....	39
3	Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 1	40
4	Tabel Anova Kadar Air Musim Hujan 1	41
5	Tabel Anova Kadar Air Musim Hujan 2.....	42
6	Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 2.....	43
7	Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 3.....	44
8	Suhu	44
9	Data Total Kadar Air Musim Kemarau 1	45
10	Data Total Kadar air Musim Hujan 1.....	45
11	Data Total Kadar Air Musim Hujan 2.....	45
12	Data Total Kadar Air Musim Kemarau 2.....	45
13	Data Total Kadar Air Musim Kemarau 3.....	46
14	Tabel Korelasi	46



1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Kopi Arabika, *Coffea arabica L.*, dikenal peka terhadap perubahan iklim, (Davis *et al.*, 2012). Kopi Arabika dibudidayakan dengan menggunakan berbagai skema pengelolaan, dari naungan pohon-pohon yang lebat dalam sistem agroforestri yang khas, hingga ditanam secara monokultur (Siles *et al.*, 2010a). Agroforestri salah satu alternatif yang ditawarkan untuk mengurangi permasalahan yang timbul akibat adanya alih guna lahan. Faktanya, *Coffea arabica* beradaptasi terhadap naungan dalam sistem agroforestri, dengan daun yang dapat mempertahankan kinerja fotosintesis yang tinggi di bawah ketersediaan cahaya rendah (Franck dan Vaast, 2009), membuatnya sangat cocok untuk sistem yang sangat teduh. Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan antara pepohonan dan tanaman pertanian yang bertujuan dapat meningkatkan pendapatan petani, tetapi tetap mempertahankan keseimbangan ekosistem. Model agroforestri yang sudah dikembangkan di Indonesia yaitu sistem agroforestri berbasis kopi. Pada sistem agroforestri ini terdapat perpaduan antar pohon pinus dan tanaman kopi. Agroforestri salah satu pengelolaan lahan yang dapat menyimpang karbon yang perlu untuk dikembangkan (Van Noordwijk *et al.*, 2008).

Agroforestri memberikan manfaat tambahan yang tidak dihasilkan oleh pertanaman kopi monokultur dibawah sinar matahari penuh, termasuk menjadi tempat perlindungan bagi biota hutan (Moguel dan Toledo, 1999), mengurangi tekanan untuk konversi hutan lebih lanjut menjadi pertanian tanaman semusim (Noponen *et al.*, 2013), menstabilkan kondisi iklim mikro (Lin, 2007; Siles *et al.*, 2010a), dan melindungi tanah (Siebert, 2002). Di sisi lain, pohon peneduh dapat bersaing dengan kopi untuk sumber daya seperti cahaya, air dan unsur hara tanah (Siles *et al.*, 2010a). Selain itu, keberadaan pohon rindang mengurangi pergerakan udara dan meningkatkan kelembaban, yang mungkin mendukung penyakit jamur (Smith, 1981).

Kerindangan vegetasi pohon peneduh akan mempengaruhi kadar air dan temperatur tanah. Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh kadar air, karena kadar air dapat mempengaruhi kelembaban dan

temperatur tanah. Selain itu dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi dari tanaman kopi yang tidak optimal apabila kelembaban dan temperatur tanah tidak dijaga. Suhu tanah yang melebihi batas optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi dapat menyebabkan gugur bunga sehingga menyebabkan produksi kopi yang tidak optimal.

Tanaman kopi membutuhkan penangung agar mempengaruhi cahaya yang masuk sehingga akan mengatur dan menjaga kelembaban tanah dan untuk membantu dalam proses pembungaan. Kelembaban tanah juga berhubungan dengan kualitas sifat fisik tanah seperti kadar air, temperatur, berat isi tanah. Pola manajemen lahan mempunyai pengaruh terhadap temperatur dan kelembaban tanah. UB forest merupakan hutan produksi yang terletak di Desa Summersari Kecamatan Karang Ploso yang sudah mengalami alih guna lahan menjadi agroforestri berbasis tanaman kopi dan pohon pinus. Masing-masing memiliki manajemen lahan yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi kualitas sifat fisik tanah. Semakin tinggi kerapatan pohon maka kondisi fisik tanah tanah akan lebih baik dari adanya perbaikan tingkat perakaran maupun agregat tanahnya (Hartati, 2003). Oleh karena itu dari setiap lahan memiliki sistem manajemen yang berbeda, sehingga memiliki dampak yang berbeda terhadap sifat fisik tanah.

Kisaran suhu udara optimal untuk pertumbuhan kopi Arabika adalah 18-21°C (Alegre, 1959, dalam Ehrenbergerová *et al.*, 2017), dan untuk fotosintesisnya adalah 18-24°C). Pada suhu udara di atas 24°C, fotosintesis bersih menurun, mendekati nol pada 34°C (Nunes *et al.*, 1968). Mes (1957, dalam Ehrenbergerová *et al.*, 2017) mengamati perkembangan bunga yang kurang dan sejumlah besar bunga yang gugur akibat suhu udara yang tinggi (30°C di siang hari dan 24°C di malam hari). Peningkatan suhu waktu malam adalah hal yang paling signifikan variabel iklim yang bertanggung jawab atas berkurangnya hasil *Coffea arabica* antara tahun 1961 dan 2012 di dataran tinggi Tanzania utara. Memproyeksikan berdasarkan hal ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1°C pada suhu malam hari di atas kisaran optimal akan menghasilkan kehilangan hasil tahunan sebesar $137 \pm 168,7$ kg/ha (Craparo *et al.*, 2015). Penutup naungan mempengaruhi fluktuasi iklim mikro lebih dramatis daripada itu mempengaruhi nilai rata-rata pengukuran iklim dan kelembaban tanah (Lin, 2007). Dibandingkan

dengan kopi monokultur, dibawah Inga spp. Pohon (salah satu spesies utama yang digunakan untuk naungan dalam sistem agroforestri Amerika Selatan), suhu maksimum daun kopi telah terbukti berkurang hingga 5°C dan suhu udara minimum pada malam hari meningkat hingga 0,5°C, dengan ini pohon rindang demikian melindungi terhadap variasi harian besar dalam suhu udara yang merugikan fisiologi kopi (Siles *et al*, 2010a).

Adanya tutupan naungan dalam sistem agroforestri berpotensi mengurangi penguapan tanah dan transpirasi kopi (Lin, 2010). Lin (2010) mengemukakan bahwa tanah lapisan atas (0-30 cm) lebih kering di daerah yang tidak ternaungi dan di kedalaman (100-200 cm), tetapi juga menemukan bahwa, secara keseluruhan air tanah lebih banyak tersedia di area yang tidak ternaungi (Cannavo *et al*, 2011), membandingkan dua plot yang berdekatan, satu sistem agroforestri Kopi-Inga densiflora dan lainnya kopi monokultur, menemukan pengurangan transpirasi kopi dan penguapan tanah, seperti yang diprediksi oleh Lin (2010). Namun, Cannavo *et al* (2011) juga mendeteksi total transpirasi lebih tinggi (misal efek gabungan dari kopi dan pohon rindang) dan intersepsi curah hujan yang lebih tinggi dalam sistem agroforestri dibandingkan dengan kopi monokultur. Evapotranspirasi aktual yang lebih tinggi dalam sistem agroforestri juga menghasilkan drainase yang lebih rendah daripada monokultur (Siles *et al.*, 2010b; Cannavo *et al.*, 2010). Para pakar juga menunjukkan bahwa limpasan lebih rendah dan infiltrasi air lebih tinggi di plot ternaungi. Itu masalah intersepsi curah hujan dipelajari lebih lanjut oleh Vaast *et al* (2014), yang mengemukakan bahwa kanopi kopi dan pohon rindang untuk menahan 15-25% curah hujan, dengan pohon kopi menahan bagian terbesar dari curah hujan (9-12%).

Sistem agroforestri yang terdapat pada UB forest yaitu perpaduan antara pohon pinus dan tanaman kopi. Terdapat dua jenis tanaman kopi yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Hairiah (2003) menyatakan bahwa terdapat dua sistem agroforestri yaitu sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks. Agroforestri sederhana merupakan sistem yang menerapkan dua jenis pohon sampai dengan lima jenis pohon yang berfungsi sebagai penabung dari tanaman inti sedangkan agroforestri kompleks merupakan sistem yang menerapkan lebih dari

lima jenis pohon yang berfungsi sebagai penabung dari tanaman inti (De Foresta *et al*, 2000).

Sistem agroforestri dengan berbagai pola manajemen pengolahan lahan yang berbeda-beda akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman kopi dan kualitas tanah. Kegiatan manajemen tanaman kopi di UB Forest yang dilakukan petani agar terjadi peningkatan produksi kopi yaitu melalui (1) pemangkasan yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk organik, (2) pemangkasan, (3) perebahan batang kopi. Selain itu Perhutani melakukan praktek manajemen terhadap pohon pinus yaitu berupa penjarangan satu baris pinus setelah usia 10 tahun. Dengan keberagaman yang terdapat dalam sistem agroforestri tersebut dapat menyebabkan interaksi antara tanaman kopi dengan pohon pinus yang berbeda-beda. Kondisi ini menciptakan pertanyaan penelitian (1) apakah semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka pertumbuhan dan produksi kopi semakin meningkat, namun pertumbuhan pinus semakin menurun, (2) apakah semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka kadar air dalam tanah semakin meningkat, (3) apakah semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka suhu tanah semakin menurun, (4) apakah semakin tinggi kadar air maka semakin meningkat pertumbuhan tanaman kopi dan produksi kopi biji kopi, dan (5) apakah semakin tinggi fluktuasi suhu tanah maka produksi kopi menurun. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan antara dinamika temperatur dan kelembaban tanah pada berbagai sistem manajemen penggunaan lahan agroforestri berbasis kopi dengan jenis kopi arabika dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Evaluasi ini dilakukan agar dapat memberikan informasi terkait temperatur dan kelembaban tanah dengan berbagai manajemen pengolahan lahan agroforestri yang berbeda-beda, sehingga informasi tersebut dapat menjadi suatu perencanaan untuk pengelolaan di UB forest yang berkelanjutan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membandingkan pertumbuhan pinus – kopi dan produksi kopi di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus.

2. Membandingkan kadar air di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus.
3. Membandingkan suhu tanah di beberapa perbedaan manajemen agroforestri berbasis kopi – pinus.
4. Untuk mengetahui hubungan kadar air dengan pertumbuhan kopi dan produksi biji kopi.
5. Untuk mengetahui hubungan fluktuasi suhu tanah terhadap produksi kopi.

1.3. Hipotesis

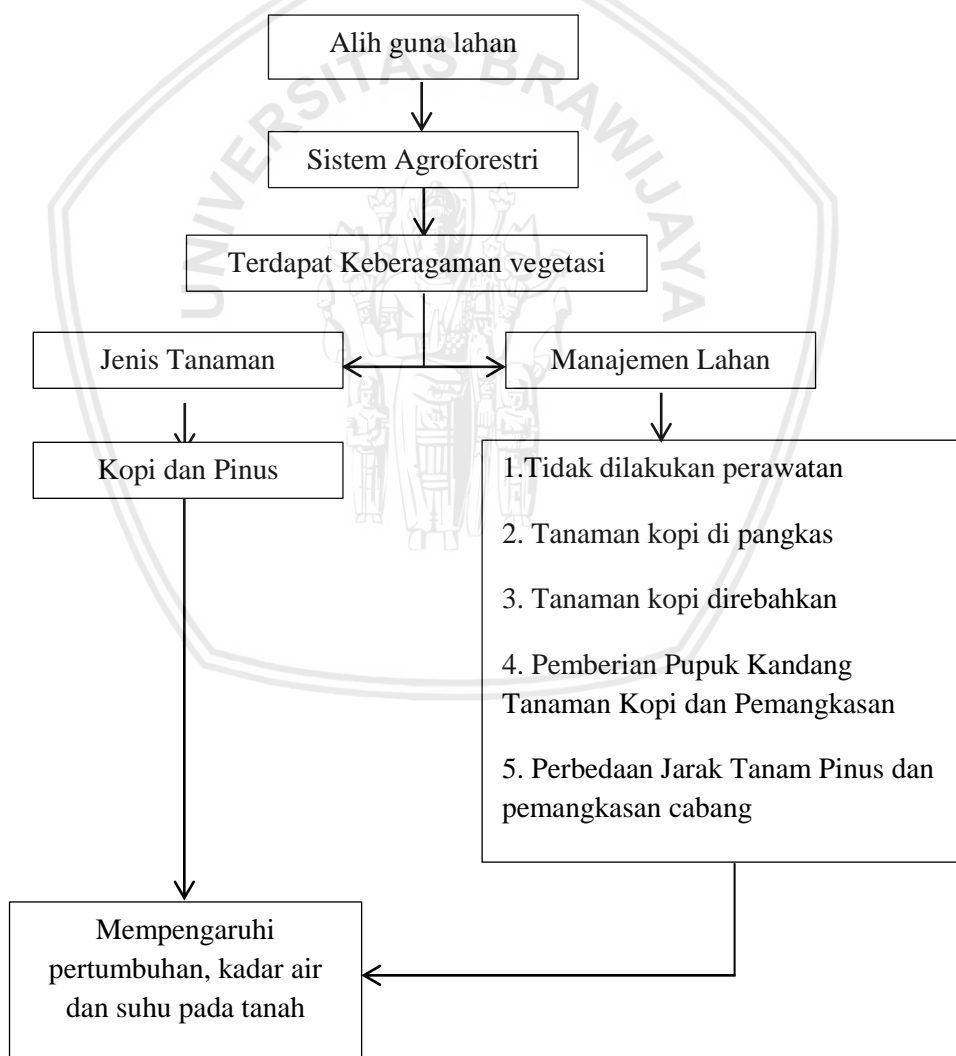
2. Semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka pertumbuhan dan produksi kopi semakin meningkat, namun pertumbuhan pinus semakin menurun.
3. Semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka kadar air semakin meningkat.
4. Semakin intensif manajemen kopi dari sistem agroforestri berbasis kopi – pinus maka suhu tanah semakin menurun.
5. Semakin tinggi kadar air maka semakin meningkatnya pertumbuhan tanaman kopi dan produksi biji kopi.
6. Semakin tinggi fluktuasi suhu tanah maka produksi kopi menurun.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dinamika temperatur dan kelembaban tanah di sistem agroforestri berbasis kopi dan dampaknya terhadap produksi kopi yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan agroforestri berbasis kopi.

1.5. Alur Pikir Penelitian

Alih guna lahan mengakibatkan adanya perubahan lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi dan adanya berbagai manajemen pengolahan lahan kopi (Gambar 1). Berbagai manajemen kopi yang dilakukan berupa tidak dilakukan perawatan, tanaman kopi di pangkas, tanaman kopi direbahkan, pemberian pupuk kandang tanaman kopi dan pemangkasan, perbedaan jarak tanam pinus. Dari berbagai manajemen tersebut akan mempengaruhi terhadap temperatur dan kelembaban tanah tersebut sehingga nantinya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kopi dari setiap manajemen pengolahan lahan yang dilakukan.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agroforestri

Agroforestri merupakan salah satu sistem penggunaan lahan alternatif yang mungkin dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat adanya alih guna lahan, dimana dari penggunaan lahan agroforestri dapat mengembalikan fungsi hutan yang hilang akibat adanya alih guna lahan. Sistem agroforestri memiliki berbagai macam nilai positif terhadap lingkungan dan kualitas tanah diantaranya menjaga sifat fisik tanah, dapat mempertahankan cadangan karbon, menjaga kesuburan tanah dan dapat mempertahankan keanekaragaman hayati (Widianto *et al.*, 2003). Hairiah (2003) menyatakan bahwa sistem agroforestri merupakan suatu sistem penggunaan lahan dimana didalamnya ada kegiatan kehutanan, pertanian dan peternakan yang dikombinasikan secara bersama-sama, selain itu sistem agroforestri tidak hanya menguntungkan dari segi ekologi saja, tetapi juga memberikan keuntungan dari segi ekonomi maupun sosialnya. Sistem agroforestri sederhana berbasis kopi merupakan tanaman penayang kurang dari lima jenis tanaman penayang, sedangkan sistem agroforestri kompleks berbasis kopi adalah terdapat lebih dari lima jenis tanaman penayang (Supriadi, 2015).

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan antara tanaman berkayu (pepohonan, bambu, perdu, rotan dan lainnya) dengan tanaman pertanian (tanaman semusim), terkadang ada juga komponen ternak atau hewan lainnya dan didalamnya terdapat kegiatan campur tangan manusia sehingga terbentuk interaksi ekologis dan dapat meningkatkan keuntungan ekonomi, lingkungan dan sosial bagi semua pengguna lahan (Huxley, 1999). Pada dasarnya agroforestri terdiri dari 3 komponen pokok yaitu kehutanan, pertanian dan peternakan. Terdapat beberapa bentuk kombinasi tersebut antara lain yaitu 1) Agropastura yaitu kombinasi antara komponen atau kegiatan pertanian dengan komponen peternakan, 2) Silvopastura terdiri dari komponen atau kegiatan kehutanan dengan peternakan, 3) Agrosilvopastura terdiri dari komponen ketiga komponen tersebut yaitu komponen atau kegiatan pertanian dengan kehutanan dan peternakan dan 4) Agrisilvikultur terdiri dari komponen atau kegiatan kehutanan dengan komponen pertanian.

Pada lokasi penelitian di Desa Sumpersari Kecamatan Karang Plosos termasuk dalam agroforestri agrisilvikultur dimana terdiri dari komponen kehutanan (pepohonan, bambu, palem, perdu, dll) dengan komponen pertanian (Hairiah *et al*, 2003) dengan komoditas yang terdapat pada lahan tersebut kopi arabika dan pinus.

2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan tanaman yang memiliki akar tunggang, terdapat beberapa akar kecil yang tumbuh ke samping yang sering disebut sebagai akar lateral. Pada akar lateral terdapat akar rambut, bulu-bulu akar dan tudung akar (Panggabean, 2011). Kopi Arabika memiliki tinggi 5 m sampai 6 m dan memiliki diameter 7 cm saat tingginya setinggi dada orang dewasa. Selain itu, kopi arabika memiliki dua jenis cabang, yaitu *Plagiogeotropic* cabang yang memiliki sudut orientasi yang berbeda dengan batang utama, sedangkan cabang *orthogeotropic* cabang yang tumbuh secara vertikal (Hiwot, 2011). Daun kopi Arabika memiliki warna hijau gelap dan mengkilap berbentuk lonjong atau oval. Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang dapat memberikan devisa bagi negara serta dapat membuka lapangan pekerjaan dan dapat penghasilan bagi petani (Najiyati dan Danarti, 1990)

Ketinggian tempat yang cocok untuk pertumbuhan tanaman kopi arabika yang sesuai berada pada sekitar 1.000 - 1.700 mdpl. Jika berada dibawah ketinggian 1.000 mdpl maka tanaman kopi mudah terserang oleh penyakit *Hemilia vastatrix* dan jika berada lebih dari 1.700 mdpl akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika menjadi tidak optimal. Hiwot (2011) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor iklim yang paling penting karena sangat mempengaruhi dari pertumbuhan tanaman kopi tersebut. Suhu yang ideal pada tanaman kopi Arabika berkisar antara 15°C hingga 24°C. Jika suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan keguguran bunga sehingga dalam pembentukan buah akan berkurang, pertumbuhan lambat, tanaman kerdil dan tidak ekonomis (Puslitkoka, 2006).

Tanaman kopi arabika menghendaki tanah yang gembur, subur dan mengandung humus yang tinggi. Selain itu, drainase pada lahan kopi juga harus baik dikarenakan pada tanaman kopi Arabika tidak bisa dalam tanah yang

tergenang air sehingga akan berdampak pada hasil produksi dan jika terjadi dalam jangka waktu yang panjang akan membuat tanaman kopi Arabika mati (Hiwot, 2011). pH yang sesuai untuk tanaman kopi Arabika berkisar antara 5,5-6,5.

2.3. Kadar Air

Kadar air salah satu kebutuhan utama dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman, karena kadar air akan mempengaruhi kelembaban tanah. Hanafiah (2012) menyatakan bahwa kadar air tanah merupakan selisih masukan air dari presipitasi dari hujan dan kabut yang terinfiltrasi ke dalam tanah ditambah hasil kondensasi oleh tanah dan tanaman serta adsorpsi oleh tanah dikurangi air yang hilang melalui evapotranspirasi, perkolasi, aliran permukaan dan rembesan lateral. Pada berbagai manajemen pengolahan lahan yang berbeda, perubahan kadar air tanah akan berbeda pula. Perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah juga dipengaruhi dengan penggunaan lahan yang berbeda memiliki sistem tutupan kanopi yang berbeda, sistem perakaran yang berbeda dan seresah yang berbeda yang akan mempengaruhi sifat fisik tanah dibawahnya (Ayu *et al.*, 2013). Selain itu berbagai manajemen pengolahan lahan juga akan mempengaruhi. Kadar air tanah akan menentukan jumlah air hujan yang diinfiltrasikan dan jumlah limpasan permukaan. Kelembaban tanah dapat ditingkatkan dengan praktik-praktik manajemen pertanian seperti pemanfaatan residu tanaman dan tanpa olah tanah dan dapat berdampak pada kelembaban, respirasi tanah serta hubungan antara laju respirasi tanah dengan suhu tanah, tetapi hasil berbeda-beda hal ini disebabkan karena adanya perbedaan iklim, sistem penanaman dan jenis tanah.

2.4. Faktor yang mempengaruhi Kadar Air

Faktor –faktor yang mempengaruhi kadar air tanah yaitu tekstur tanah, iklim, topografi dan gaya gravitasi. Struktur tanah merupakan sifat yang paling penting karena berpengaruh terhadap infiltrasi, aerasi tetapi juga terhadap ketersediaan hara bagi tanaman, perombakan bahan organik tanah. struktur tanah dipengaruhi oleh pengolahan tanah, adanya perubahan iklim dan aktivitas biologi, selain itu struktur tanah juga berperan dalam menahan air di dalam tanah. struktur tanah yang baik dengan agregat yang stabil dapat menurunkan limpasan

permukaan, aerasi yang baik dan dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi (Handayani dan Bambang, 2002).

2.5. Metode Gravimetri

Pemisahan air dengan pemanasan biasa disebut dengan gravimetrik dan merupakan metode pengukuran secara langsung. Jumlah air yang dipisahkan ditentukan dengan mengukur perubahan massa/berat setelah pemanasan dan pengukuran kuantitatif dari hasil reaksi. Dalam menentukan kadar air tanah yang paling sederhana menggunakan metode gravimetri. Pada prinsipnya dalam pengukuran kehilangan air dengan menimbang sampel tanah sebelum dan sesudah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C-110°C selama 24 jam. Hasilnya dinyatakan dalam persentase air dalam tanah, yang dapat dinyatakan dalam persentase berat basah, berat kering. Dari masing-masing persentase dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{(T_b+C)-(T_o+C)}{T_o-C} = \dots g \cdot g^{-1}$$

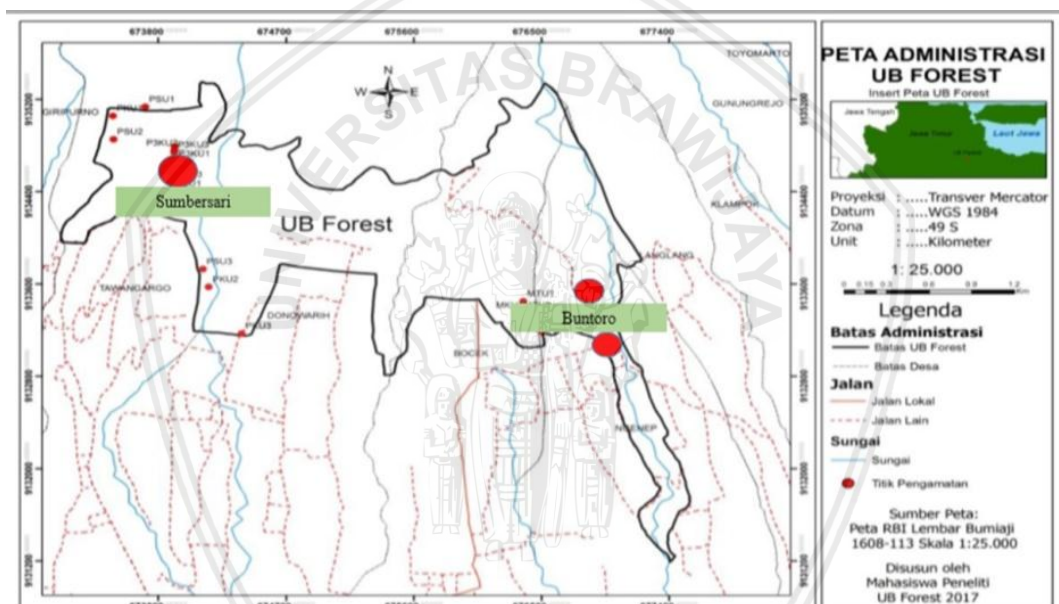
Keterangan:

- T_b : Berat tanah basah (Sebelum di oven)
- T_o : Berat tanah setelah Oven
- C : Berat Cawan

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di UB Forest yang terletak di lereng gunung Arjuno, Kecamatan Karang Ploso, Kabupaten Malang (Gambar 2). Secara geografis Desa Sumpersari terletak pada ketinggian 700 m – 1000 m diatas permukaan air laut. Lokasi penelitian dilakukan pada lahan agroforestri berbasis kopi. Tanaman yang mendominasi di UB Forest adalah tanaman berkayu seperti pinus dengan tanaman musiman dibawahnya seperti kopi, sayuran dan talas. Penelitian dilaksanakan mulai bulan november 2018 sampai Februari 2019. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.



Gambar 2. Peta Lokasi UB Forest

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian meliputi 1) meteran untuk mengukur keliling pohon kopi dan pinus; 2) bor tanah untuk mengambil sampel tanah sebanyak 4 kedalaman; 3) pisau lapang untuk mempermudah mengeluarkan sampel tanah pada bor tanah; 4) Termometer tanah untuk mengukur suhu tanah minimum dan maksimum; 5) tali rafia untuk menandakan pohon kopi dan pohon pinus; 6) kantong plastik 1 kg sebagai wadah sampel tanah yang akan diamati di laboratorium; 7) kantong plastik besar untuk membawa sampel tanah dari lapang ke laboratorium; 8) oven untuk mengeringkan sampel tanah dalam pengukuran kadar air; 9) Timbangan untuk menimbang sampel tanah sebelum dilakukan

pengeringan dengan oven dan sesudah dilakukan pengeringan menggunakan oven; 10) alat tulis untuk mencatat hasil; 11) kamera untuk dokumentasi. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi sampel tanah yang diperoleh melalui cara pengambilan menggunakan bor tanah sebanyak 4 kedalaman.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan rancangan tersarang (*nested*) dengan satu faktor penelitian yaitu tindakan manajemen kopi. Ada terdapat 5 (lima) lokasi penelitian perlakuan manajemen kopi dalam sistem agroforestri berbasis pinus-kopi dengan umur pohon pinus 25 tahun dan umur kopi 6 tahun (Tabel 1) yaitu:

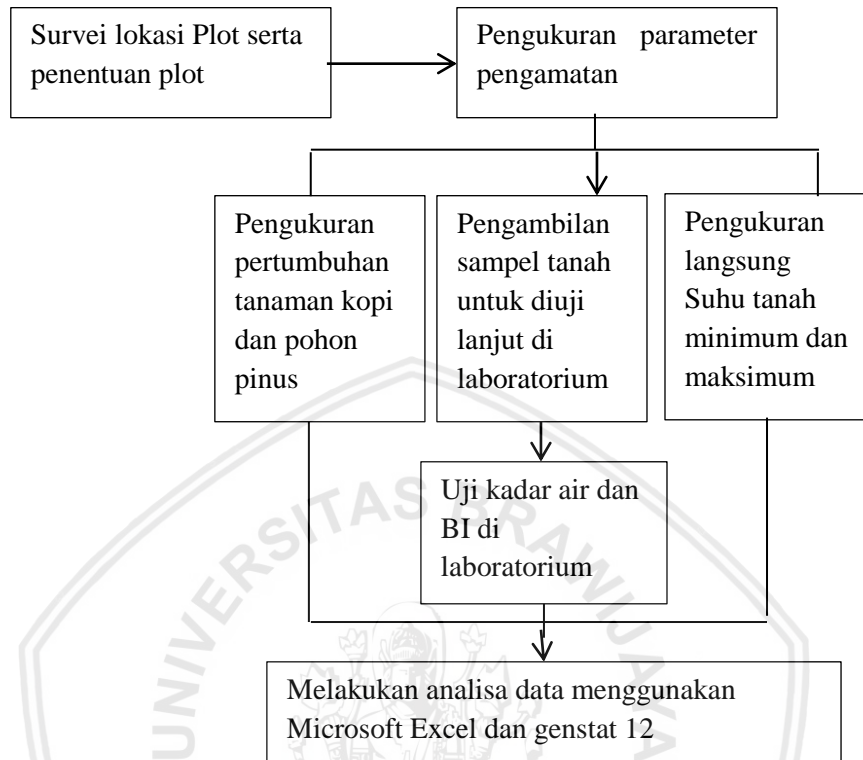
- 3.3.1. Hutan Pinus dengan jarak tanam pohon 3m x 2m + tanaman kopi tahun tidak dilakukan perawatan
- 3.3.2. Hutan Pinus dengan jarak tanam pohon 3m x 2m + tanaman kopi dengan dilakukan perawatan batang kopi direbahkan
- 3.3.3. Hutan Pinus dengan jarak tanam pohon 3m x 2m + tanaman kopi dengan dilakukan perawatan batang kopi dilakukan pemangkasan
- 3.3.4. Hutan Pinus dengan jarak tanam pohon 3m x 2m + tanaman kopi dengan dilakukan perawatan batang kopi berupa pemangkasan dan pemupukan dalam setiap 1 tahun sekali menggunakan pupuk kandang sebanyak 4kg per tanaman.
- 3.3.5. Hutan pinus dengan jarak tanam 6m x 2m + tanaman kopi dengan dengan tidak dilakukan perawatan.

Tabel 1. Plot Manajemen Lahan

Manajemen lahan.	Plot	Ulangan	Kode
1.	Kopi tidak dirawat + pinus jarak tanam 3x2 m	1	LC1
		2	LC2
		3	LC3
2.	Kopi direbahkan + pinus jarak tanam 3x2 m	1	KR1
		2	KR2
		3	KR3
3.	Kopi dilakukan pemangkasan + pinus dengan jarak tanam 3x2 m	1	MC1
		2	MC2
		3	MC3
4.	Kopi dipupuk dan dipangkas + pinus jarak tanam 3x2 m	1	PK1
		2	PK2
		3	PK3
5.	Kopi tidak dirawat + pinus jarak tanam 6m x 2 m	1	KT1
		2	KT2
		3	KT3

3.4. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram Sistematis Alur Pelaksanaan Penelitian

3.5. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan yaitu pengamatan pada temperatur tanah minimum dan maksimum serta kelembaban tanah (Tabel 2).

Tabel 2. Variabel Pengamatan

Objek	Parameter	Metode Pengukuran	Waktu
Pertumbuhan	DBH kopi dan pinus	Menggunakan meteran	11 – 15 November 2018
	Jumlah bakal buah kopi	<i>Non-destructive</i>	
	Biomassa tanaman kopi	Metode Allometrik	29 Mei 2018
Tanah	Temperatur	Menggunakan termometer tanah	26 Januari – 9 Februari 2019
	Kadar air	Menggunakan Metode Gravimetri	28 Oktober 2018 – 14 April 2019

3.6. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu penentuan lokasi plot pengamatan, Pengukuran parameter pengamatan.

3.6.1. Penentuan Lokasi Plot Pengamatan

Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan hasil survei lapangan dan memilih lahan pinus dan tanaman kopi yang memiliki pertumbuhan dapat mewakili dalam plot tersebut. Pada penelitian ini menggunakan 5 plot dengan memilih tanaman kopi dan pinus dengan pertumbuhan yang baik. Tanaman kopi pada 5 plot pengamatan memiliki umur yang sama yaitu 6 tahun dan umur pinus 25 tahun. Dari kelima plot penelitian tersebut masing-masing memiliki manajemen pengolahan lahan yang berbeda-beda.

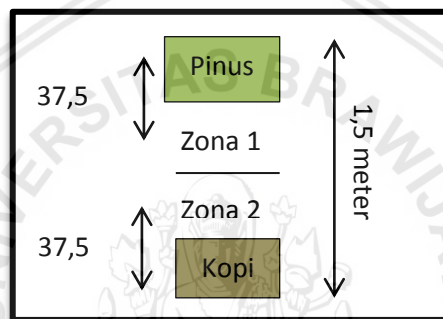
3.6.2. Pengukuran Parameter Pengamatan

a. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Kopi dan Pinus

Setiap plot pengamatan dipilih sebanyak 30 tanaman kopi dan 30 pohon pinus yang memiliki pertumbuhan baik dan dapat mewakili dari keseluruhan plot tersebut. Pengambilan sampel tanaman kopi dan pinus dipilih secara acak di setiap manajemennya. Pengamatan dilakukan dengan mengukur keliling pohon kopi dan pinus menggunakan meteran dan mengukur tinggi tanaman kopi menggunakan klinometer.

b. Pengambilan Sampel Tanah Utuh

Pengambilan sampel tanah utuh dilakukan untuk menganalisa kadar air tanah. Pengambilan sampel untuk kadar air tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah pada empat kedalaman dan dilakukan dalam dua zona dengan tiga kali ulangan. Jarak dari pohon pinus ke tanaman kopi diukur terlebih dahulu lalu diambil jarak tengahnya, setelah itu dari pohon pinus (zona 1) diukur sampai ke titik tengah, kemudian baru lakukan dan lakukan pengeboran tanah. Begitu pula dengan tanaman kopi (zona 2) (Gambar 4).



Gambar 4. Sketsa Pengambilan Sampel Tanah

c. Pengukuran Temperatur Tanah Minimum dan Maksimum

Pengukuran temperatur tanah dilakukan dua kali yaitu pada pukul 06.00 pagi dan pada pukul 14.00 WIB pada masing-masing zona dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Dilakukan pengukuran suhu pada pukul tersebut dikarenakan suhu minimum tanah terdapat pukul 06.00 pagi dan suhu maksimum tanah berada pukul 14.00 WIB. Pengukuran ini menggunakan alat termometer tanah yang ditancapkan pada kedalaman 10 cm, kemudian didiamkan sekitar 5 menit. Hal ini dilakukan agar mengetahui suhu minimum dan suhu maksimum pada tanah.

d. Pengukuran Biomassa Tanaman Kopi

Pertumbuhan kopi dan pinus ditunjukkan oleh biomassa tanaman. Penentuan biomass tanaman dilakukan dengan mengukur diameter batang kopi dan pinus pada 120 cm diatas permukaan tanah (DBH). Pada setiap lokasi, pohon pinus dan kopi diukur

secara acak dengan 11 tanaman. Nilai DBH dikonversi menjadi biomassa kopi atau pinus menggunakan metode allometrik dengan persamaan untuk pinus (Waterloo, 1995):

$$DW = 0,0417*(DBH)^{2,6576}$$

Dan untuk kopi (Arifin, 2001):

$$DW = 0,281*(DBH)^{2,06}$$

Dimana DW = berat kering biomassa (kg tanaman^{-1}), DBH = diameter setinggi dada (cm), sedangkan untuk produksi kopi, jumlah biji per pohon dihitung secara manual. Pengamatan biji kopi dilakukan pada tanggal 29 Mei 2018. Setiap tanaman sampel dihitung jumlah biji kopi, kemudian setiap 1 biji kopi di asumsikan 6 gram biji kering, maka dapat ditentukan untuk produksi biji per pohon.

e. Uji Kadar Air di Laboratorium

Setelah sampel tanah sudah diambil, maka dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kadar air tanah. dalam melakukan uji kadar air tanah menggunakan metode gravimetri. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu oven, cawan yang berfungsi sebagai wadah, label untuk menandai sampel, timbangan analitik untuk menimbang berat sampel tanah, alat tulis untuk mencatat hasil dan kamera sebagai alat untuk dokumentasi. Tanah sebelum di oven ditimbang terlebih dahulu dan setelah itu masukkan sampel tanah yang sudah ditimbang ke dalam oven dan diamkan selama 24 jam pada suhu 110°C . Setelah di oven selama 24 jam, biarkan sampel hingga dingin lalu ditimbang kembali agar dapat mengetahui berat kering sampel tanah dari masing-masing plot dengan manajemen pengolahan yang berbeda.

3.7. Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dengan pertumbuhan tanaman sebagai peubah bebas. Analisis yang digunakan untuk menguji variasi dari parameter yang diamati adalah analisis varian dengan menggunakan uji F pada taraf 5%. Selanjutnya apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter

yang diukur maka dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan menggunakan *software* Genstat 12. Untuk menentukan hubungan antara kadar air dan suhu terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi dilakukan analisis korelasi dan regresi dengan menggunakan *Microsoft Excel* 2010.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Manajemen Lahan

4.1.1 Pemangkasan tanaman kopi

Terdapat beberapa kegiatan pemeliharaan tanaman kopi salah satunya yaitu berupa pemangkasan. Pemangkasan yang dilakukan terdapat manajemen pinus+kopi (MC), pinus+kopi dengan pemberian pupuk kandang dengan kotoran kambing (PK), pinus+kopi dengan penjarangan pohon pinus (KT) dan pinus+kopi yang direbahkan (KR) Teknik yang penting upaya dalam meningkatkan produksi kopi adalah pemangkasan. Pemangkasan dilakukan untuk mencapai produksi yang optimal. Selain itu manfaat pemangkasan agar menciptakan bentuk pohon yang optimal tidak tumbuh terlalu tinggi sehingga baik unsur hara dan kadar air yang terdapat didalam tanah dapat dimanfaatkan dengan optimal oleh tanaman kopi dan memudahkan dalam perawatan serta dapat membentuk cabang-cabang produksi yang baru. Dari beberapa manajemen agroforestri berbasis kopi-pinus, tindakan perawatan tanaman kopi dilakukan dengan pemangkasan batang dan pemangkasan cabang-cabang yang sudah tidak produktif.

4.1.2 Jarak tanam

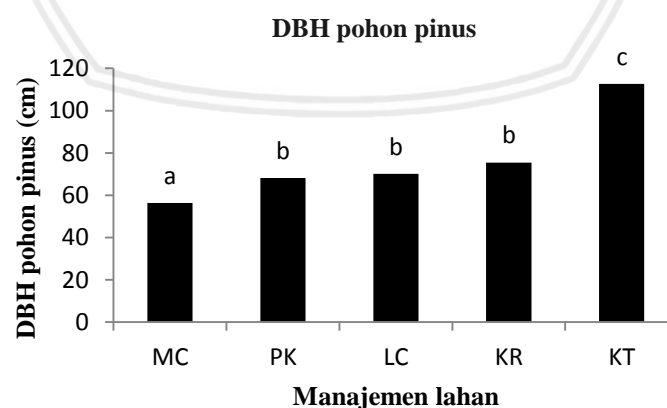
Jarak tanam merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Dari beberapa manajemen di sistem agroforestri berbasis kopi-pinus terdapat perbedaan jarak tanam yang dilakukan. Agroforestri dengan manajemen pinus+kopi yang dilakukan perawatan berupa pemangkasan cabang serta dilakukannya penjarangan pada pohon pinus yaitu dengan jarak tanam 6m x 2m (KT), sedangkan agroforestri dengan manajemen lahan pinus + kopi yang lainnya menggunakan jarak tanam 3m x 2m. Dengan adanya dilakukan jarak tanam yang tepat dapat mengurangi terjadinya kompetisi antar tanaman sehingga kompetisi antar tanaman rendah, baik itu dari intensitas cahaya matahari maupun dari unsur hara dan kadar air dari dalam tanah. sehingga diharapkan bahwa dengan dilakukannya penjarangan dengan jarak tanam 6m x 2m pada pinus dari sistem agroforestri berbasis kopi+pinus dapat memberikan pertumbuhan dari tanaman kopi dan pertumbuhan pohon pinus yang optimal, sehingga nilai produksi biji kopi yang tinggi.

4.1.3 Pemupukan

Salah satu dari manajemen lahan agroforestri berbasis kopi-pinus terdapat perlakuan berupa penggunaan pupuk kandang kotoran kambing dalam melakukan perawatan tanaman kopi. Kombinasi pinus+kopi yang dilakukan perawatan pemangkasan cabang yang sudah tidak produktif dan pemberian pupuk kandang kotoran kambing sebanyak 4kg per tanaman (PK). Pemupukan menggunakan pupuk kandang dilakukan agar dapat mempertahankan serta memperbaiki kesuburan tanah dan struktur tanah, sehingga produktivitas tanah dapat meningkat, pertumbuhan tanaman optimal serta menghasilkan nilai produksi biji kopi yang meningkat.

4.2 Pertumbuhan Pohon Pinus

Hasil analisis DBH (*Diameter at Breast Height*) pohon pinus menunjukkan bahwa nilai DBH pinus tertinggi adalah pada manajemen lahan pinus+kopi yang dilakukan pemangkasan serta dilakukan penjarangan jarak tanam pinus 6m x 2m (KT) dengan sebesar 112,64 cm. Nilai DBH terendah terdapat pada manajemen lahan pinus+kopi dilakukan perawatan berupa pemangkasan dengan jarak tanam 3m x 2m (MC) (Gambar 5). Namun, DBH pohon pinus pada manajemen lahan PK, LC dan KR tidak berbeda nyata. Nilai ini menunjukkan daya tumbuh pohon pinus pada manajemen pemberian jarak tanam 6m x 2m lebih tinggi dibandingkan dengan manajemen dengan jarak tanam 3m x 2m.



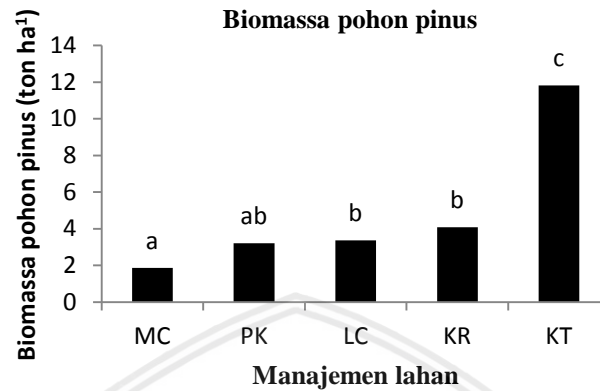
Gambar 5. DBH Pohon Pinus

(Keterangan: LC= Pinus+kopi tidak dirawat jarak tanam 3x2 m; KR= Pinus+Kopi yang direbahkan jarak tanam 3m x 2m; MC= Pinus+Kopi yang dipangkas jarak tanam 3m x 2m; PK= Pinus+Kopi yang dipupuk dengan jarak tanam 3m x 2m; KT= Pinus+Kopi dengan jarak tanam 6m x 2m)

Manajemen lahan KT yang dilakukan pemangkasan pada tanaman kopi dengan jarak tanam 6m x 2m memiliki nilai DBH yang lebih besar daripada manajemen yang lainnya. Hal ini dikarenakan adanya jarak tanam yang berbeda antara manajemen pada lahan KT dengan manajemen lahan lainnya. Dengan jarak tanam tersebut kompetisi yang terjadi antar tanaman pada manajemen lahan KT lebih rendah dibandingkan dengan manajemen lahan lainnya baik dari intensitas cahaya maupun dari unsur hara dan kadar air, sehingga intensitas cahaya, kadar air dan unsur hara dapat dimanfaatkan dengan optimal oleh pohon pinus. Hal ini didukung oleh pendapat Pudjiharta (2005) dengan adanya pengaturan jarak tanam pada pinus akan memaksimalkan pertumbuhan pinus tersebut, hal ini juga dapat mengatasi permasalahan dalam kekurangan air yang disebabkan karena terjadinya kompetisi penyerapan kadar air dan hara antara tanaman kopi dan pohon pinus.

Hasil analisis biomassa pohon pinus menunjukkan bahwa nilai biomassa pohon pinus tertinggi adalah pada manajemen lahan dengan pinus + kopi dilakukan perawatan pemangkasan cabang dengan jarak tanam 6m x 2m (Gambar 6). Dengan ini menunjukkan biomassa pohon pinus pada manajemen lahan ini lebih tinggi dibandingkan dengan manajemen lahan lainnya. Namun, biomassa pohon pinus tidak berbeda nyata antara manajemen lahan PK, LC dan KR Nilai biomassa berbanding lurus dengan diameter pohon. Kusmana *et al*, 1992 (dalam Hendra, 2002) mengemukakan bahwa semakin tinggi nilai DBH pohon tersebut akan mempengaruhi nilai biomassa pohon tersebut. Biomassa pohon akan meningkat sampai umur tertentu (umur dinyatakan oleh perwakilan kelas diameter) dan kemudian pertambahan biomasnya akan menurun sampai akhirnya berhenti berproduksi (mati). Biomassa pohon dipengaruhi dengan intensitas cahaya, semakin tinggi intensitas cahaya maka laju fotosintesis dan laju respirasi akan meningkat. Hal ini dapat mempengaruhi laju pembentukan biomassa pada pohon.

Berikut merupakan grafik biomassa pohon pinus pada setiap manajemen lahan:



Gambar 6. Biomassa Pohon Pinus

(Keterangan: LC= Pinus+kopi tidak dirawat jarak tanam 3mx2 m; KR= Pinus+Kopi yang direbahkan jarak tanam 3m x 2m; MC= Pinus+Kopi yang dipangkas jarak tanam 3m x 2m; PK= Pinus+Kopi yang dipupuk dengan jarak tanam 3m x 2m; KT= Pinus+Kopi dengan jarak tanam 6m x 2m)

Biomassa pohon pinus terendah terdapat pada manajemen lahan MC, adanya perbedaan jarak tanam dan semakin intensif manajemen lahan mempengaruhi nilai biomassa pohon pinus. Biomassa pohon dinyatakan sebagai berat kering bahan yang nilainya berbeda-beda setiap pohon, selain dipengaruhi oleh faktor luar seperti intensitas cahaya, ketersediaan air dan unsur hara faktor lain yang mempengaruhi adalah sifat dari tanaman itu sendiri karena biomassa terbentuk selama masa pertumbuhan (Isa, 2009). Chanan (2011) mengemukakan bahwa dimana pohon dengan diameter lebih dari 30 cm memiliki kandungan biomassa lebih tinggi.

4.3 Pertumbuhan Tanaman Kopi

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa manajemen lahan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap DBH kopi, biomassa tanaman kopi dan produksi tanaman kopi. Manajemen Pinus + Kopi yang dilakukan perawatan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT) memiliki nilai DBH tertinggi dan biomassa kopi. Sedangkan untuk produksi kopi tertinggi terdapat pada manajemen Pinus + Kopi yang dilakukan perawatan berupa pemangkasan cabang yang tidak produktif serta pemberian pupuk dengan jarak tanam 3m x 2m (PK) (Tabel 3). Dari hasil analisis DBH kopi dapat dilihat bahwa semakin besar nilai DBH tanaman kopi maka

berbanding lurus terhadap nilai biomassa tanaman kopi yang akan berpengaruh terhadap produksi tanaman kopi. Kusmana *et al*, 1992 (dalam Hendra, 2002) mengemukakan bahwa semakin tinggi nilai DBH tanaman tersebut akan mempengaruhi nilai biomassa yang ada didalam tanaman tersebut. Biomassa pohon akan meningkat sampai umur tertentu (umur dinyatakan oleh perwakilan kelas diameter) dan kemudian penambahan biomasnya akan menurun sampai akhirnya berhenti berproduktivitas (mati).

Hasil analisis keragaman nilai dapat dilihat nilai produksi tertinggi dengan manajemen lahan pinus + kopi yang dilakukan perawatan berupa pemangkasan cabang yang tidak produktif serta dilakukan pemberian pupuk kandang (PK) yaitu sebesar 1447 kg/ha. Pada manajemen lahan PK adanya pemberian pupuk kandang 4kg/tanaman dilakukan untuk mempertahankan dan memperbaiki kesuburan tanah, sehingga produktivitas tanah dapat meningkat dan diperoleh hasil tanaman yang optimal. Penambahan pupuk organik ke dalam tanah merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan memperbaiki struktur tanah. pupuk kandang meningkatkan unsur hara di tanah dan kemudian diserap oleh tanaman kopi dan memacu produksi kopi yang meningkat dibandingkan tanpa adanya manajemen yang kebutuhan unsur haranya tidak tercukupi untuk tanaman kopi sehingga produksi kopi lebih rendah. Menurut Poudel *et al* (2010) penggunaan pupuk organik pada tanaman kopi berpengaruhnya terhadap produksi kopi arabika. Pupuk organik mampu memperbaiki pembentukan akar, penyerapan hara dan perkembangan biomassa hijauan tanaman secara langsung. Dengan semakin intensif manajemen kopi yang dilakukan dalam sistem agroforestri berbasis kopi-pinus maka akan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi dan produksi biji kopi.

Tabel 3. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi

Perlakuan	Pertumbuhan		
	DBH Kopi (cm)	Biomassa Kopi (ton/pohon)	Produksi Kopi (kg/ha)
LC	8,2 a	0,022 a	376 a
KR	8,9 ab	0,026 ab	922 c
MC	7,84 a	0,02 a	822 b
PK	10,7 bc	0,038 bc	1447 e
KT	11,6 c	0,041 c	1189 d

Keterangan: Angka yang didampingin huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

4.4 Dinamika Kadar Air Tanah.

Berdasarkan hasil uji ANOVA dengan sumber keragaman (SK) kedalaman memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air tanah, namun antar zona pada setiap manajemen tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air (Lampiran 3). Masing-masing kedalaman pada setiap manajemen memiliki nilai yang signifikan. Bila dilihat di grafik (Gambar 10) dinamika kadar air tanah yang diambil pada berbagai manajemen lahan setiap minggu dimulai dari musim kemarau lalu musim hujan hingga kembali pada musim kemarau lagi maka terlihat kadar air tanah semakin tinggi jika kedalaman tanah semakin dalam. Hal ini dikarenakan terdapatnya ruang pori pada tanah sehingga air akan bergerak mengisi ruang yang kosong, ruang pori tanah yang kosong tidak hanya diisi dengan air tetapi juga terdapat udara didalamnya.

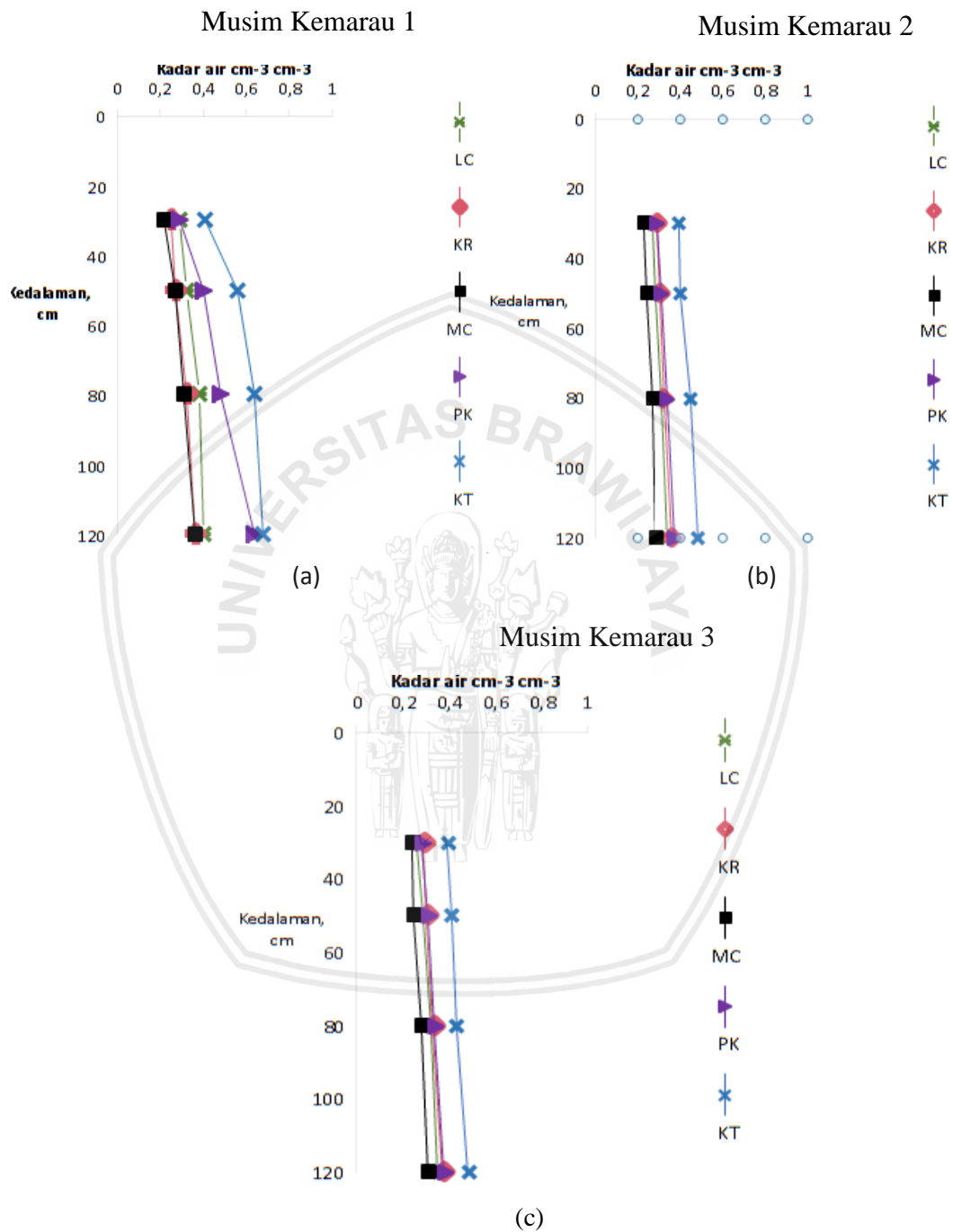
Hasil analisis kadar air pada saat musim kemarau ke musim hujan terjadi kenaikan, hal ini dikarenakan pada saat musim hujan terjadi peningkatan karena terjadi hujan. Kemudian dari musim hujan ke musim kemarau hasil kadar air tanah kembali mengalami penurunan, dimana curah hujan pada musim kemarau sudah menurun sehingga mengakibatkan kadar air tanah yang menurun kembali. Kadar air tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Semakin tercukupi kebutuhan air maka pertumbuhan tanaman akan semakin optimal. Saat musim kemarau kadar air tanah akan menurun dibandingkan dengan musim hujan. Sehingga tanaman yang lebih efisien dalam memanfaatkan sumber air yang minimum akan tumbuh dengan lebih baik.

Pada musim kemarau 1 dengan kedalaman 1 yang memiliki kadar air paling tinggi yaitu pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT) dengan nilai kadar air sebesar $0,41 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$

dan dengan nilai kadar air terendah pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 3m x 2m (MC) (Gambar 7 dan Gambar 8). Nilai kadar air tertinggi pada musim kemarau ke-1 dengan kedalaman ke 4 yaitu terdapat pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT) yaitu kadar air sebesar $0,68 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ dan kemudian dengan manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan perawatan berupa pemangkasan serta pemberian pupuk kandang sebesar 4 kg/pohon yaitu kadar air sebesar $0,53 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Nilai kadar air terendah di kedalaman 4 terdapat pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 3m x 2m (MC). Selama musim hujan kadar air tertinggi terdapat pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT) yaitu kadar air sebesar $0,88 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, sedangkan nilai kadar air terendah selama musim hujan terdapat pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang direbahkan dengan jarak tanam 3m x 2m (KR) yaitu kadar air sebesar $0,44 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Hal ini dipengaruhi dengan bedanya manajemen lahan. Selain itu, tutupan lahan juga dapat mempengaruhi kelembaban tanah serta dapat menjaga suhu tanah.

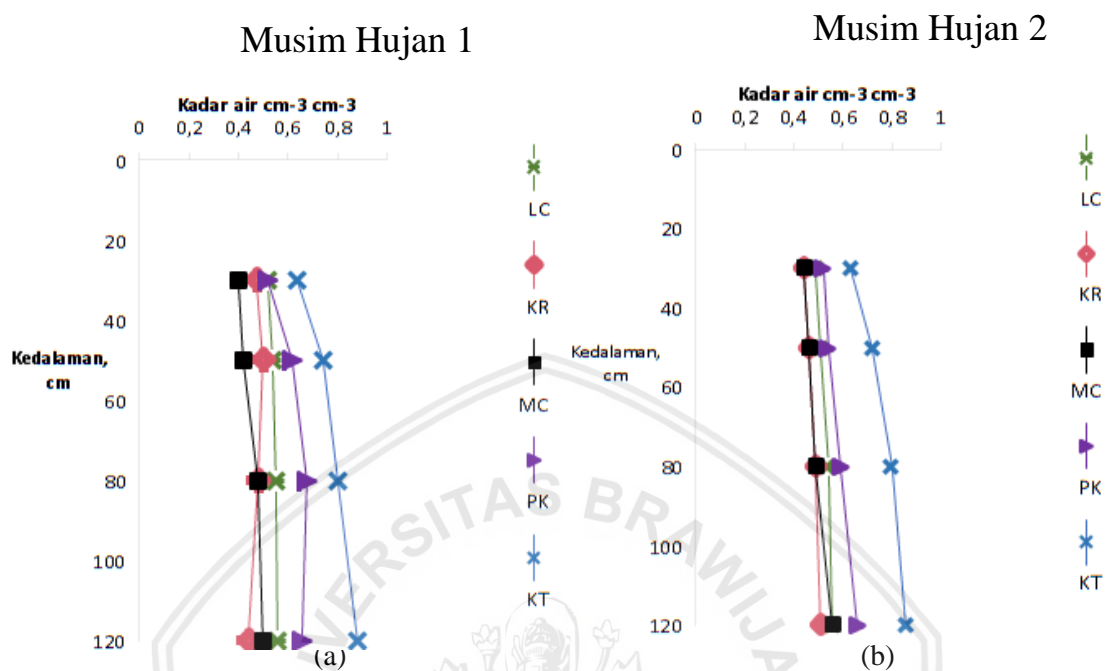
Perebahan yang dilakukan pada tanaman kopi, permukaan tanah pada lahan tersebut menjadi lebih tertutupi sehingga sinar matahari yang menembus ke permukaan tanah semakin rendah maka hal tersebut dapat menjaga kelembaban tanah sehingga kadar air semakin meningkat. Dengan adanya pohon penayang intersepsi curah hujan yang lebih tinggi dalam sistem agroforestri, sehingga air yang terlimpas lebih rendah. Selain itu, pengaturan jarak tanam juga dapat mempengaruhi adanya kadar air di dalam tanah. Jarak tanam yang sesuai dapat mengurangi kompetisi antar tanaman terhadap kadar air. Sehingga antara tanaman kopi dengan pohon pinus dapat memaksimalkan kadar air di dalam tanah untuk pertumbuhan yang optimal. Jadi, semakin intensif manajemen kopi yang dilakukan seperti pemangkasan cabang yang tidak produktif, pemberian pupuk serta dilakukan penjarangan pada pohon pinus dalam sistem agroforestri berbasis kopi-pinus maka kadar air semakin meningkat dibandingkan dengan tidak dilakukan manajemen.

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan dinamika kadar air tanah di musim kemarau pada tanggal 28 Oktober 2018, 7 April 2019 dan 14 April 2019:



Gambar 7. Kadar air musim kemarau

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan dinamika kadar air di musim hujan pertama pada tanggal 4 dan 18 November 2018:



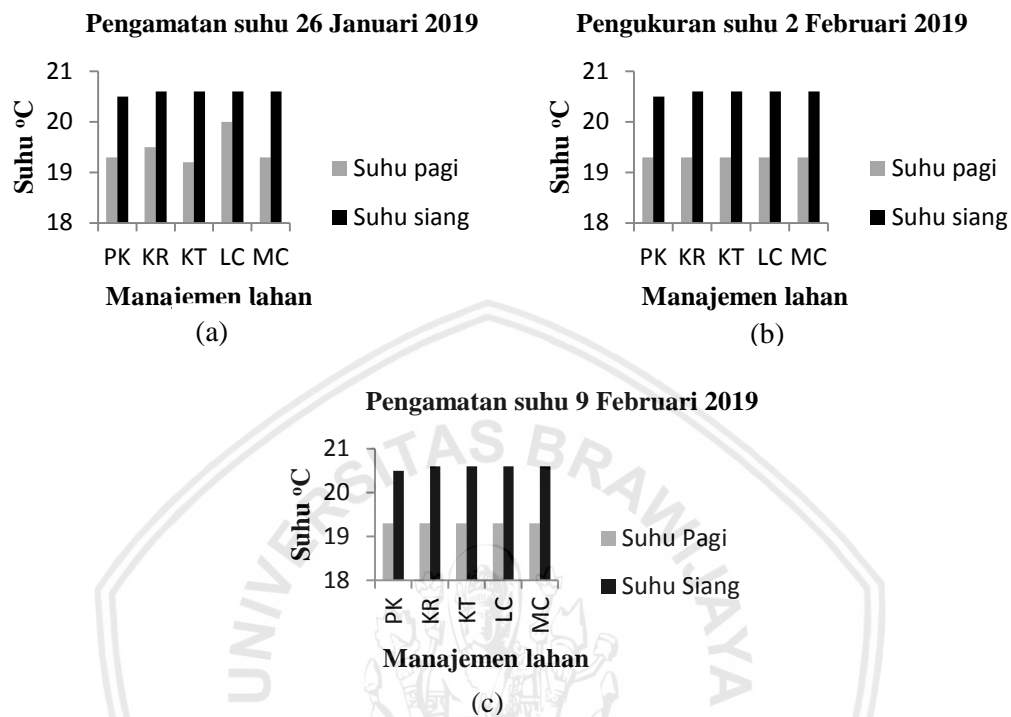
Gambar 8. Kadar air musim hujan

4.5 Suhu Tanah

Berdasarkan hasil uji ANOVA dengan sumber keragaman (SK) manajemen lahan memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap suhu tanah (lampiran 8). Bila dilihat dari grafik terlihat suhu tertinggi terdapat pada manajemen lahan Pinus + Kopi dengan tidak dilakukan perawatan (LC), sedangkan suhu terendah pada manajemen lahan lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT). Hal ini dikarenakan pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan pemangkasan dengan jarak tanam 6m x 2m (KT) memiliki seresah yang sangat tebal diatas permukaan, selain itu pada manajemen lahan Pinus + Kopi yang dilakukan perawatan berupa pemangkasan batang serta dilakukan pemupukan (PK) sehingga memiliki rata-rata suhu tanah yang tidak berbeda jauh dengan manajemen lahan KT. Hal tersebut dikarenakan banyaknya tanaman liar yang tidak dipangkas serta dengan dilakukannya pemupukan pada lahan PK dapat tetap menjaga suhu serta kelembaban tanah tersebut. Menurut Bote suhu tanah yang cocok untuk tanaman kopi berkisar antara $19^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$. Hal ini sesuai dengan suhu tanah pada lokasi yakni berkisar antara $19^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$.

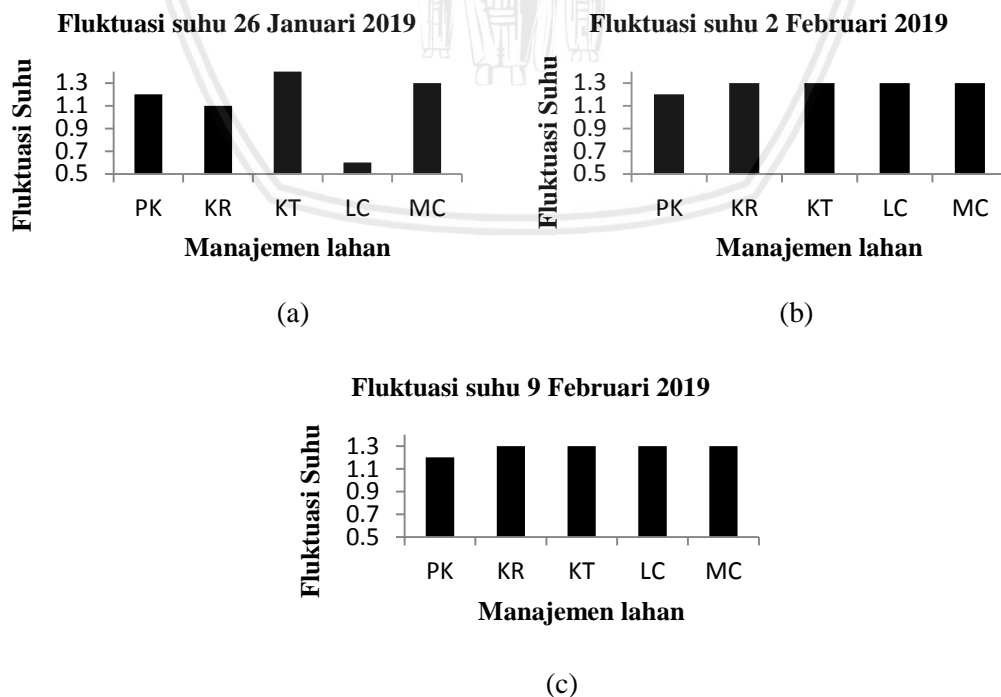
Suhu udara juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi. Silva *et al* (2004) menyatakan bahwa suhu dapat membatasi pengembangan dari tanaman kopi karena pertumbuhan kopi sangat dipengaruhi dengan suhu rendah dan tinggi. Jika suhu diatas 23°C maka akan mempercepat pematangan buah dan jika suhu $>30^{\circ}\text{C}$ dapat membuat pertumbuhan tanaman tertekan serta pertumbuhan vegetatif tanaman kopi terhambat jika suhu udara menurun dibawah $15^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}$. Dengan adanya tanaman penayang proses pematangan buah diperlambat sehingga dapat mengurangi kelebihan produksi dan kerusakan pada akar, daun dan cabang (Supriadi dan Pranowo, 2015). Ada beberapa faktor yang membuat tinggi rendahnya suhu tanah salah satunya yaitu terdapat dari faktor luar antara lain intensitas matahari, curah hujan, kecepatan angin dan kelembaban udara. Pohon penayang dapat mempengaruhi suhu tanah, semakin lebar kanopi pohon penayang, maka intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam lahan semakin rendah, sehingga suhu tanah rendah. Sedangkan untuk faktor dalam meliputi faktor tanah yang meliputi struktur tanah, kadar air tanah, kandungan bahan organik, pH tanah dan warna tanah. Makin tinggi suhu maka semakin cepat pematangan pada tanaman (Ardhana dan Gede, 2012). Adanya manajemen lahan kopi dari sistem

agroforestri berbasis kopi-pinus yang intensif maka suhu tanah semakin menurun dan jika semakin tinggi fluktuasi suhu tanah maka pertumbuhan tanaman kopi dan produksi kopi semakin menurun.



Gambar 9. Pengamatan suhu pagi dan siang

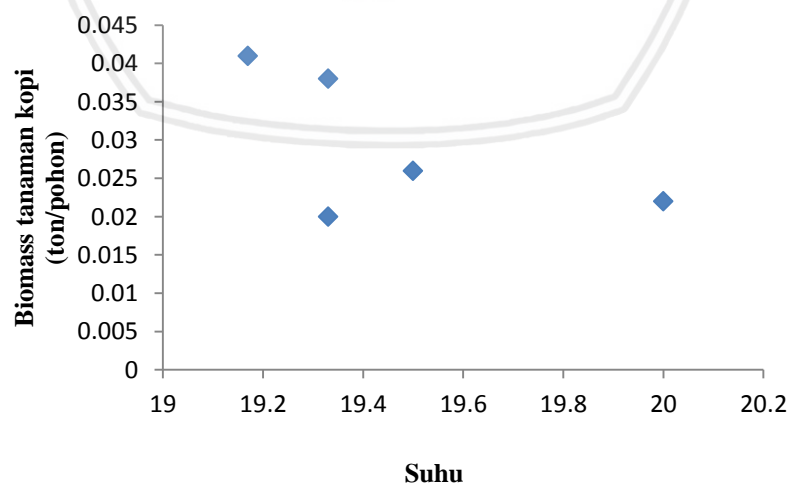
Berikut merupakan grafik yang menyatakan fluktuasi suhu siang dan suhu pagi



Gambar 10. Fluktuasi suhu siang dan suhu pagi

4.6 Hubungan Suhu dengan Biomassa Tanaman Kopi

Hasil uji korelasi dan regresi antara hubungan suhu dengan biomassa tanaman kopi berkorelasi negatif (Lampiran 9) dengan tingkat hubungan yang sedang ($R^2=0,36$). Gambar tersebut menunjukkan nilai R^2 dari nilai suhu tanah terhadap biomassa tanaman kopi. Semakin tinggi suhu tanah maka semakin rendah nilai biomassa tanaman kopi tersebut (Gambar 9). Nilai ini merupakan nilai sensitivitas suhu tanah terhadap biomassa tanaman kopi. Nilai koefisien determinasi yaitu 0,3661. Silva (2004) menyatakan bahwa suhu dapat membatasi pengembangan dari tanaman kopi karena pertumbuhan kopi sangat dipengaruhi oleh suhu tinggi dan rendah dimana jika suhu semakin meningkat akan berpengaruh terhadap terhambatnya pertumbuhan vegetatif tanaman kopi dan jika suhu terlalu rendah akan mempercepat pematangan buah dan akan menurunkan kualitas dari buah kopi serta dapat menurunkan kualitas biji kopi. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi berkisar antar 18°C - 21°C , jika suhu diatas 24°C dapat menurunkan proses fotosintesis, sehingga dengan dilakukan manajemen pemangkasan cabang yang sudah tidak produktif dan perlakuan perebahan tanaman kopi dapat mempengaruhi suhu tanah, dikarenakan dengan perebahan pohon kopi dapat menutupi permukaan tanah, sehingga cahaya matahari yang menembus ke permukaan tanah rendah, maka kelembaban didalam tanah meningkat yang akan menyebabkan nilai suhu tanah semakin menurun.



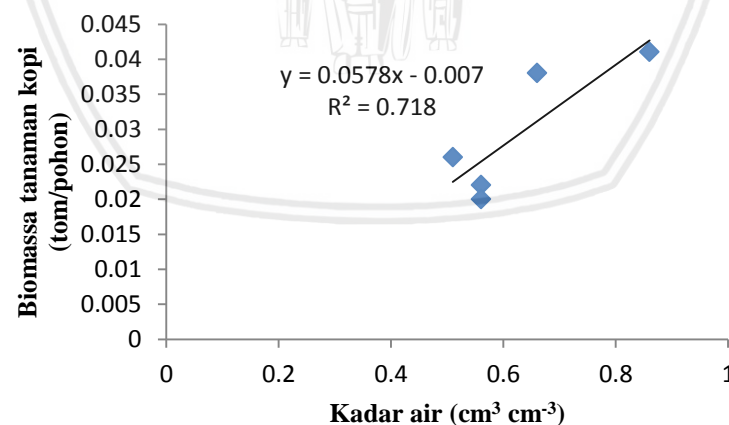
Gambar 11. Hubungan Suhu dengan Biomass Tanaman Kopi

Dengan demikian bahwa semakin meningkatnya suhu tanah, maka biomassa tanaman kopi akan semakin merunun, dikarenakan dengan meningkatnya suhu

tanah kadar air yang berada di dalam tanah semakin menurun, sehingga akar tanaman tidak dapat menyerap air secara optimal yang nantinya akan disalurkan ke seluruh bagian tanaman kopi dan menyebabkan pertumbuhan tanaman kopi tidak optimal.

4.7 Hubungan Kadar Air Tanah dengan Biomassa Tanaman Kopi

Hubungan kadar air dengan biomassa tanaman kopi terdapat pada gambar 11. Gambar tersebut menunjukkan nilai R^2 dari nilai kadar air terhadap biomassa tanaman kopi. Menurut Fauzi (2018) koefisien determinasi (R^2) adalah nilai yang dapat menjelaskan besarnya presentase pengaruh variabel bebas terikat. Nilai ini merupakan nilai sensitivitas kadar air terhadap biomassa tanaman kopi. Nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,7438. Nilai ini berarti kadar air memiliki hubungan yang kuat dengan biomassa tanaman kopi sebesar 74,38%. Kadar air tanah berfungsi sebagai sumber air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tetap tumbuh, sehingga tanaman yang lebih efisien dalam memanfaatkan sumber air akan memiliki biomassa yang lebih tinggi. Menurut Handoyo (2010) air yang diserap oleh akar tanaman akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Sehingga tanaman yang dapat memanfaatkan air dalam tanah dengan optimal akan dapat meningkatkan biomassa tanaman serta pertumbuhan tanaman itu sendiri.



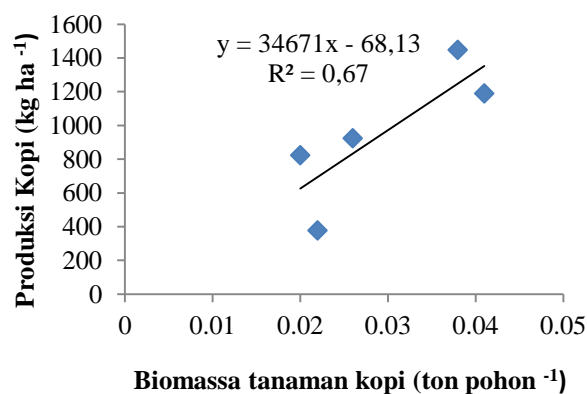
Gambar 12. Hubungan Kadar air dan Biomassa

Perlakuan manajemen kopi dalam sistem agroforestri berbasis kopi-pinus yang semakin intensif, maka kadar air tanah akan semakin meningkat, sehingga pertumbuhan tanaman kopi dan produksi biji kopi akan optimal. Tanaman yang memiliki perakaran yang menyebar atau memperluas sistem perakaran ke jarak

yang lebih jauh akan memperoleh unsur hara dan air yang lebih (Harjadi dan Yahya 1988). Kadar air yang tercukupi bagi tanaman kopi akan diserap oleh akar tanaman akan disalurkan ke seluruh bagian tanaman yang akan dimanfaatkan untuk fotosintesis, sehingga biomassa tanaman memiliki nilai tinggi.

4.8 Hubungan Biomassa Tanaman Kopi dengan Produksi Kopi

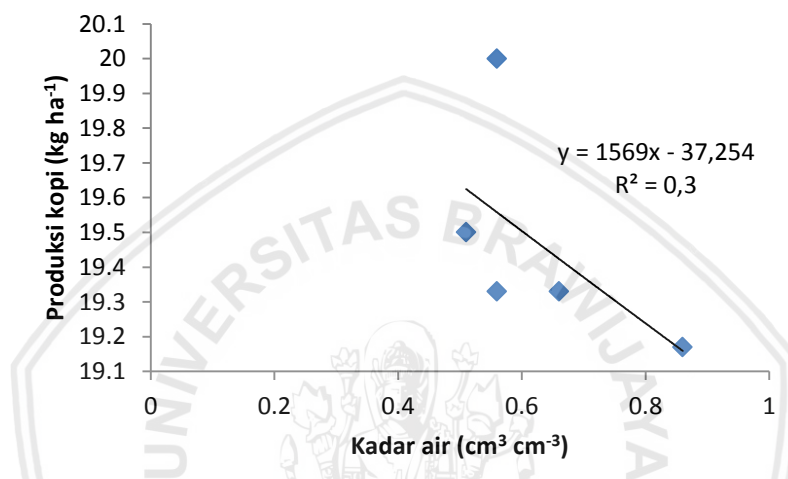
Hasil uji korelasi dan regresi antara hubungan biomassa tanaman kopi dengan produksi tanaman kopi berkorelasi positif (Lampiran 10) dengan tingkat hubungan R^2 0,67 (Gambar 11) menunjukkan nilai R^2 dari biomassa tanaman kopi terhadap produksi tanaman kopi. Semakin tinggi nilai biomassa tanaman kopi maka akan berpengaruh selaras dengan nilai produksi tanaman kopi. Nilai ini berarti pengaruh antara variabel bebas produksi tanaman kopi dengan variabel terikat biomassa tanaman kopi adalah 67%. Biomassa tanaman kopi berbanding lurus dengan diameter tanaman itu sendiri, semakin besar nilai DBH tanaman kopi maka nilai biomassa tanaman kopi semakin meningkat. Kadar air yang mencukupi bagi tanaman akan berdampak pada nilai biomassa tanaman, selain itu dengan dilakukan pemangkasan terhadap cabang-cabang yang tidak produktif akan zat makanan atau hara dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan cabang-cabang yang masih produktif. Sehingga nantinya tanaman kopi dapat tumbuh dengan optimal dengan nilai produksi yang tinggi. Nilai biomassa tanaman kopi berbanding lurus dengan hasil produksi tanaman kopi. Sehingga semakin tinggi nilai biomassa tanaman kopi maka produksi kopi juga semakin meningkat. Berikut merupakan hasil nilai regresi antara nilai biomassa tanaman kopi dengan hasil produksi tanaman kopi



Gambar 13. Hubungan Biomassa tanaman kopi dengan hasil produksi

4.9 Hubungan Kadar Air dengan Produksi Kopi

Perbedaan agroforestri dengan manajemen lahan dapat mempengaruhi kadar air di dalam tanah, sehingga memberikan pengaruh terhadap produksi biji kopi, setelah dilakukan analisis korelasi dan regresi hubungan antara kadar air dengan produksi biji kopi berkorelasi positif (Lampiran 16) dengan tingkat hubungan R^2 (Gambar 14) menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) dari nilai kadar air terhadap produksi biji kopi sebesar 0,3.



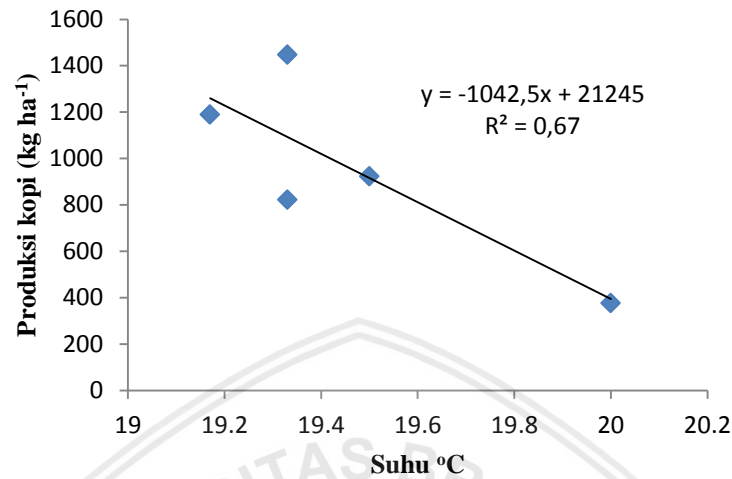
Gambar 14. Hubungan Kadar Air dengan Produksi Biji Kopi

Kadar air merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman, jika kadar air yang dibutuhkan oleh tanaman kopi dapat diserap secara optimal akan memberikan pertumbuhan secara optimal dan akan meningkatkan hasil produksi biji kopi. Menurut Martoyo dalam Tambunan (2008) terdapat hubungan yang positif antara kadar air tanah terhadap produksi biji tanaman kopi. Semakin tercukupi kadar air pada tanaman kopi, maka akan semakin baik pula produksi biji pada tanaman kopi.

4.10 Hubungan Suhu Tanah dengan Produksi Kopi

Agroforestri dengan manajemen lahan yang berbeda dapat mempengaruhi tinggi rendahnya suhu tanah, setelah dilakukan analisa ragam dan uji lanjut, dilakukannya uji korelasi untuk melihat seberapa besar hubungan antar parameter. Berdasarkan tabel hubungan korelasi antara suhu tanah dengan produksi biji tanaman kopi (Lampiran 16) diketahui bahwa parameter kadar air berkorelasi negatif terhadap produksi biji kopi. Setelah dilakukan uji regresi antara kadar air

dengan produksi biji tanaman kopi diketahui nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,67 (Gambar 15).



Gambar 15. Hubungan Suhu dengan Produksi Biji Kopi

Semakin meningkatnya suhu tanah, maka produksi biji kopi akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan Silva (2004) menyatakan bahwa suhu dapat membatasi perkembangan dari tanaman kopi karena pertumbuhan tanaman kopi sangat dipengaruhi oleh suhu tinggi dan rendah dimana jika suhu semakin meningkat akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman kopi dan jika suhu tanah terlalu rendah akan menurunkan kualitas dari biji kopi. Suhu tanah yang terlalu tinggi dan terlalu rendah juga akan mempengaruhi mikroorganisme dan makroorganisme yang ada di dalam tanah, sehingga nantinya akan mempengaruhi kesuburan tanah dan akan memberikan efek yang negatif terhadap pertumbuhan dan produksi biji tanaman kopi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Manajemen kopi yang semakin intensif memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kopi dan produksi kopi yang semakin meningkat, namun pertumbuhan pinus tidak mengalami penurunan.
2. Semakin intensifnya manajemen kopi yang dilakukan dalam sistem agroforestri berbasis kopi-pinus memberikan pengaruh terhadap nyata terhadap nilai kadar air yang semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan terhadap manajemen pinus+kopi yang dilakukan penjarangan jarak tanam 6m x 2m (KT).
3. Manajemen kopi yang intensif memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai suhu tanah dalam sistem agroforestri berbasis kopi-pinus yang semakin menurun.
4. Terdapat hubungan yang nyata antara kadar air terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi, sehingga semakin intensif manajemen yang dilakukan akan meningkatkan nilai kadar air didalam tanah.
5. Terdapat hubungan yang negatif antara fluktuasi suhu terhadap pertumbuhan dan produksi kopi sehingga semakin tinggi fluktuasi suhu akan menurunkan pertumbuhan dan produksi kopi.

5.2. Saran

Pengaturan jarak tanam serta dengan dilakukan pemberian pupuk kandang dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman kopi yang optimal dan pinus yang maksimal, sehingga dapat meningkatkan hasil produksi biji pada tanaman kopi. Namun, perlu diperhatikan dalam melakukan pengelolaan dalam manajemen pada tanaman kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman A, Umi Haryati, Ishak Juarsah. 2005. *Penetapan Kadar Air Tanah Dengan Metode Gravimetrik*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Arifin, J., 2001. Estimasi Penyimpanan C Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kecamatan Ngantang, Malang, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, 61pp
- Ayu, I.W., Prijono S, Soemarno. 2013. *Evaluasi Ketersediaan Air Tanah Lahan Kering di Kecamatan Unter Iwes, Sumbawa Besar*. J-PAL. 4(1): 18-25
- Cannavo P., Sansoulet J., Harmand J. M., Sile P., Dreyer E., Vaast P., 2011. Agroforestry associating coffee and Inga densiflora results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 140: 1-13
- Chanan M. 2011. Potensi Karbon Di Atas Permukaan Tanah Di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan – Jawa Timur. *GAMMA* 6 (2) : 101-112.
- Craparo A. C. W., Van Asten P. J. A., Läderach P., Jassogne L. T. P., Grab S. W., 2015. *Coffea arabica* yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications. *Agricultural and Forest Meteorology*, 207: 1-10.
- Davis A. P., Gole T. W., Baena S., Moat J., 2012. The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica* L): Predicting Future Trends and Identifying Priorities. *Plos One*, 7: 10-14. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0047981>
- De Foresta, H., Kusworo, A., Michon, G, dan Djatmiko WA. 2000. *Ketika Kebun Berupa Hutan: Agroforestry Khas Indonesia Sebuah Sumbangan Rakyat*. ICRAF. Bogor. Indonesia.
- Ehrenbergerová, L., Martin Šenfěldr, M.and, Habrová, H. 2017. Impact of tree shading on the microclimate of a coffee plantation: a case study from the Peruvian Amazon. *Bois et Forêts Des Tropiques*. N° 334 (4): p 13-22
- Franck N., Vaast P., 2009. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. *Trees*, 23: 761-769.
- Hairiah, K., Mustafa A, Sambas S. 2003. *Pengantar Agroforestry*. World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia. Bogor.
- Hanafiah, K.A. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Press
- Handayani, S. Bambang H. S. 2002. *Kajian Struktur Tanah Lapis Olah: I. Agihan ukuran dan dispersitas agregat*. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 3(1): 10-17
- Handoyo, G. C. 2010. Respon Tanaman Caisin *Brassica chinensis* Terhadap Pupuk Daun NPK (16-20-25) di Dataran Tinggi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Jurusan Budidaya Pertanian. Institute Pertanian Bogor. Bogor. 56 hal.
- Hardjowigeno, S. 1992. *Ilmu Tanah*. PT Media Sarana Perkasa. Jakarta

- Harjadi S S, Yahya S (1988) Fisiologi stress lingkungan. IPB, Bogor
- Hiwot, H. 2011. *Growth and Physiological Response of Two Coffea Arabica L. Population Under High and Low Irradiance*. Thesis. Addis Ababa University.
- Huxley. 1999. *Pengantar Agroforestry*. World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia. Bogor
- Kadir, S. R., Nurjanani, M. Sjarudin dan M. Taufik. 2003. Kajian Teknologi Pemangkasan pada Tanaman Kopi (online) (<http://www.Sulsel.Litban.Deptan.go.id>. diakses 27 Juli 2019)
- Karamina, H. · W. Fikrinda · A.T. Murti . 2017. Kompleksitas pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas kristal *Psidium guajava* I Bumiaji, Kota Batu. Universitas Padjajaran. J Kultivasi 16 (3).
- Latumahina, F., Sahureka, M. 2006. *Agroforestri; Alternatif Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Berkelanjutan di Maluku*. Jurnal Agroforestri.
- Lin B. B., 2007. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144: 85-94.
- Lin B. B., 2010. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150: 510-518.
- Moguel P., Toledo V. M., 1999. Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13: 11-21.
- Moraru., P. Ioana., Teodor dan Rusu. 2012. Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. *J. Food Agric. Environ.* 10 (2), 445 – 448.
- Martoyo, K. 1992. Kajian Sifat Fisik Tanah Podsolik untuk Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq) di Sumatra Utara. Yogyakarta. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Muswita, Pinta Murni, Lia Herliana. 2008. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Sengon (*Albizia Falcataria* (L.) Fosberg). *J. Pengaruh Pupuk Organik* 1 (1) : 15-18.
- Najiyati dan Danarti. 1990. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penerbar swadaya. Jakarta.
- Noponen M. R., Haggard J. P., Edwards-Jones G., Healey J. R., 2013. Intensification of coffee systems can increase the effectiveness of REDD mechanisms. *Agricultural Systems*, 119: 1-9.
- Nunes M. A., Bierhuizen J. F., Ploegman C., 1968. Studies on productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO concentration on photosynthesis of *Coffea arabica*. *Acta Botanica Neerlandica*, 17(2): 93-102.
- Panggabean, Edy. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta Selatan: PT Agro Media Pustaka.

- Poudel, K. L., Yamamoto, S., Naoyuki, Y., Nishiwaki, A., & Kano, H. (2010). *Estimation of production function and resource use condition of organic coffee cultivation in different Farm size and altitude categories in the Hill Region of Nepal*. *European Journal of Scientific Research*, 45 (3), 438–449.
- Pudjiharta, Ag. 2005. Permasalahan Aspek Hidrologis Hutan Tusam dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Analisis Kehutanan* 2 (2) : 129-144. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta
- Puslitkoka. 2006. *Pedoman Teknis Tanaman Kopi*. Jember.
- S. Hendra. 2002. Model Pendugaan Biomassa Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et De Vriese) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur PT Perhutani unit III. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat. Bogor.
- Siles P., Harman J. M., Vaast P., 2010a. Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 78: 269-186.
- Siles P., Vaast P., Dreyer E., Harmand J. M., 2010b. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss in a coffee *Coffea arabica* L. monoculture compared to an agroforestry system with *Inga densiflora*. *Journal of Hydrology*, 395 (1): 39-48.
- Siebert S. F., 2002. From shade- to sun-grown perennial crops in Sulawesi, Indonesia: implications for biodiversity conservation and soil fertility. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1889-1902.
- Silva, E. A, F. M. DaMatta, C. Ducatti, A. J. Regazzi, dan R. S. Barros. 2004. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. *Field Crops Res.* 89: 349- 357.
- Smith E. S. C., 1981. The interrelationships between shade types and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. In: Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and tea, Beer J., 1987. *Agroforestry Systems*, 5: 3-13. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00046410>
- Supriadi, H. dan Pranowo, B. 2015. *Prospek Pengembangan Agroforestri Berbasis Kopi di Indonesia*. *Perspektif* 14 (2): 135 -150.
- Vaast P., Charbonnier F., Guillemot J., Maruti G., Devakumar A. S., 2014. Shade level and tree species composition affect water dynamics in coffee agroforestry systems of Western Ghats, India. In: *Trees for life: accelerating the impact of agroforestry, abstracts, 3rd World Congress of Agroforestry*, Wachira M. A., Rabar B., Magaju C., Borah G. (Eds). Nairobi, World Congress on Agroforestry.
- Van Noordwijk, M., Tata, H.L., Rasnovi, S., Werger, M.J.A. 2008. *Can Rubber Agroforest Conserve Biodiversity in Jambi (Sumatera)*. Word Agroforestri Centre (ICRAF). Bogor.

- Waterloo, M.J. 1995. Water and Nutrient Dynamics of Pinus Caribea Plantation Forests Can Former Grassland Soils In Southwest Viti Levu, Fiji, PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherland. 478 pp.
- Widianto., K. Hairiah., D. Suharjito dan M.A. Sardjono. 2003. Fungsi Dan Peran Agroforestri. Buku Ajar. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia. Bogor. 6-33p.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Anova Biomassa

a. Biomassa Kopi

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.00013198	0.00006599	0.95	
Lokasi	4	0.00135994	0.00033998	4.88	0.027*
Galat	8	0.00055789	0.00006974		
Total	14	0.00204980			

b. Biomassa Pinus

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.7121	0.3561	0.74	
Lokasi	3	7.6361	2.5454	5.31	0.040*
Galat	6	2.8776	0.4796		
Total	11	11.2258			

Lampiran 2. Tabel Anova DBH

a. DBH Kopi

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	2.669	1.334	0.87	
Lokasi	4	31.718	7.930	5.19	0.023*
Galat	8	12.222	1.528		
Total	14	46.609			

a. DBH Pinus

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	47.55	23.77	0.74	
Lokasi	3	589.00	196.33	6.09	0.030*
Galat	6	193.43	32.24		
Total	11	829.97			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 3. Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 1

a. Kadar Air Musim Kemarau 1, Kedalaman 1 (MK1 K1)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.000675	0.000337	0.10	
Plot	4	0.124870	0.031218	8.84	<.001*
Zona	1	0.002470	0.002470	0.70	0.414tn
Plot.Zona	4	0.005021	0.001255	0.36	0.837tn
Galat	18	0.063538	0.003530		
Total	29	0.196574			

b. Kadar Air Musim Kemarau 1, Kedalaman 2 (MK1 K2)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.010665	0.005333	1.04	
Plot	4	0.349362	0.087340	17.06	<.001*
Zona	1	0.001968	0.001968	0.38	0.543tn
Plot.Zona	4	0.004151	0.001038	0.20	0.934tn
Galat	18	0.092154	0.005120		
Total	29	0.458300			

c. Kadar Air Musim Kemarau 1, Kedalaman 3 (MK1 K3)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.022966	0.011483	2.19	
Plot	4	0.439964	0.109991	20.93	<.001*
Zona	1	0.004957	0.004957	0.94	0.344tn
Plot.Zona	4	0.004587	0.001147	0.22	0.925tn
Galat	18	0.094588	0.005255		
Total	29	0.567061			

d. Kadar Air Musim Kemarau 1, Kedalaman 4 (MK1 K4)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.008932	0.004466	1.50	
Plot	4	0.457430	0.114357	38.44	<.001*
Zona	1	0.000796	0.000796	0.27	0.611tn
Plot.Zona	4	0.002549	0.000637	0.21	0.927tn
Galat	18	0.053553	0.002975		
Total	29	0.523260			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 4. Tabel Anova Kadar Air Musim Hujan 1

a. Kadar Air Musim Hujan 1, Kedalaman 1 (MH1 K1)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.009527	0.004763	2.74	
Plot	4	0.181987	0.045497	26.19	<.001*
Zona	1	0.005070	0.005070	2.92	0.105tn
Plot.Zona	4	0.003080	0.000770	0.44	0.776tn
Galat	18	0.031273	0.001737		
Total	29	0.230937			

b. Kadar Air Musim Hujan 1, Kedalaman 2 (MH1 K2)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.005287	0.002643	0.83	
Plot	4	0.352913	0.088228	27.58	<.001*
Zona	1	0.008670	0.008670	2.71	0.117tn
Plot.Zona	4	0.004247	0.001062	0.33	0.853tn
Galat	18	0.057580	0.003199		
Total	29	0.428697			

c. Kadar Air Musim Hujan 1, Kedalaman 3 (MH1 K3)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.001207	0.000603	0.20	
Plot	4	0.473553	0.118388	39.27	<.001*
Zona	1	0.005333	0.005333	1.77	0.200tn
Plot.Zona	4	0.012233	0.003058	1.01	0.426tn
Galat	18	0.054260	0.003014		
Total	29	0.546587			

d. Kadar Air Musim Hujan 1, Kedalaman 4 (MH1 K4)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.013487	0.006743	1.71	
Plot	4	0.720033	0.180008	45.65	<.001*
Zona	1	0.005333	0.005333	1.35	0.260tn
Plot.Zona	4	0.003233	0.000808	0.20	0.932tn
Galat	18	0.070980	0.003943		
Total	29	0.813067			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 5. Tabel Anova Kadar Air Musim Hujan 2**a. Kadar Air Musim Hujan 2, Kedalaman 1 (MH2 K1)**

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0045600	0.0022800	2.42	
Plot	4	0.1364200	0.0341050	36.17	<.001*
Zona	1	0.0002700	0.0002700	0.29	0.599tn
Plot.Zona	4	0.0106467	0.0026617	2.82	0.056tn
Galat	18	0.0169733	0.0009430		
Total	29	0.1688700			

b. Kadar Air Musim Hujan 2, Kedalaman 2 (MH2 K2)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.003167	0.001583	0.94	
Plot	4	0.265233	0.066308	39.57	<.001*
Zona	1	0.000003	0.000003	0.00	0.965tn
Plot.Zona	4	0.001047	0.000262	0.16	0.958tn
Galat	18	0.030167	0.001676		
Total	29	0.299617			

c. Kadar Air Musim Hujan 2, Kedalaman 3 (MH2 K3)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.001927	0.000963	0.77	
Plot	4	0.410687	0.102672	82.48	<.001*
Zona	1	0.000963	0.000963	0.77	0.391tn
Plot.Zona	4	0.006553	0.001638	1.32	0.302tn
Galat	18	0.022407	0.001245		
Total	29	0.442537			

d. Kadar Air Musim Hujan 2, Kedalaman 4 (MH2 K4)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.001927	0.000963	0.77	
Plot	4	0.410687	0.102672	82.48	<.001*
Zona	1	0.000963	0.000963	0.77	0.391tn
Plot.Zona	4	0.006553	0.001638	1.32	0.302tn
Galat	18	0.022407	0.001245		
Total	29	0.442537			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 6. Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 2

a. Kadar Air Musim Kemarau 2, Kedalaman 1 (MK2 K1)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0014467	0.0007233	2.46	
Plot	4	0.0832467	0.0208117	70.86	<.001*
Zona	1	0.0000033	0.0000033	0.01	0.916tn
Plot.Zona	4	0.0015133	0.0003783	1.29	0.312tn
Galat	18	0.0052867	0.0002937		
Total	29	0.0914967			

b. Kadar Air Musim Kemarau 2, Kedalaman 2 (MK2 K2)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0005267	0.0002633	1.08	
Plot	4	0.0888800	0.0222200	90.76	<.001*
Zona	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.000tn
Plot.Zona	4	0.0011333	0.0002833	1.16	0.362tn
Galat	18	0.0044067	0.0002448		
Total	29	0.0949467			

c. Kadar Air Musim Kemarau 2, Kedalaman 3 (MK2 K3)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0007800	0.0003900	1.30	
Plot	4	0.1069333	0.0267333	88.78	<.001*
Zona	1	0.0000133	0.0000133	0.04	0.836tn
Plot.Zona	4	0.0032533	0.0008133	2.70	0.064tn
Galat	18	0.0054200	0.0003011		
Total	29	0.1164000			

d. Kadar Air Musim Kemarau 2, Kedalaman 4 (MK2 K4)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0000467	0.0000233	0.08	
Plot	4	0.1304200	0.0326050	105.68	<.001*
Zona	1	0.0000133	0.0000133	0.04	0.838tn
Plot.Zona	4	0.0041533	0.0010383	3.37	0.032*
Galat	18	0.0055533	0.0003085		
Total	29	0.1401867			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 7. Tabel Anova Kadar Air Musim Kemarau 3**a. Kadar Air Musim Kemarau 3, Kedalaman 1 (MK3 K1)**

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0006067	0.0003033	1.87	
Plot	4	0.0779800	0.0194950	119.90	<.001*
Zona	1	0.0000033	0.0000033	0.02	0.888tn
Plot.Zona	4	0.0021800	0.0005450	3.35	0.032*
Galat	18	0.0029267	0.0001626		
Total	29	0.0836967			

b. Kadar Air Musim Kemarau 3, Kedalaman 2 (MK3 K2)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0004867	0.0002433	1.65	
Plot	4	0.0803533	0.0200883	136.62	<.001*
Zona	1	0.0003333	0.0003333	2.27	0.150tn
Plot.Zona	4	0.0015667	0.0003917	2.66	0.066tn
Galat	18	0.0026467	0.0001470		
Total	29	0.0853867			

c. Kadar Air Musim Kemarau 3, Kedalaman 3 (MK3 K3)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0003200	0.0001600	1.16	
Plot	4	0.0707667	0.0176917	128.41	<.001*
Zona	1	0.0009633	0.0009633	6.99	0.016*
Plot.Zona	4	0.0016200	0.0004050	2.94	0.049*
Galat	18	0.0024800	0.0001378		
Total	29	0.0761500			

d. Kadar Air Musim Kemarau 3, Kedalaman 4 (MK3 K4)

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.0000867	0.0000433	0.14	
Plot	4	0.0862867	0.0215717	71.29	<.001*
Zona	1	0.0002133	0.0002133	0.71	0.412tn
Plot.Zona	4	0.0029533	0.0007383	2.44	0.084tn
Galat	18	0.0054467	0.0003026		
Total	29	0.0949867			

Lampiran 8. Suhu**a. Suhu Pagi**

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.8667	0.4333	2.05	
Plot	4	2.4667	0.6167	2.92	0.050*
Zona	1	0.0000	0.0000	0.00	1.000tn
Plot.Zona	4	0.3333	0.0833	0.39	0.810tn
Galat	18	3.8000	0.2111		
Total	29	7.4667			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

a. Suhu Siang

SK	Db	JK	KT	Fhitung	P
Ulangan	2	0.4667	0.2333	0.68	
Plot	4	0.1333	0.0333	0.10	0.982tn
Zona	1	0.0333	0.0333	0.10	0.759tn
Plot.Zona	4	0.1333	0.0333	0.10	0.982tn
Galat	18	6.2000	0.3444		
Total	29	6.9667			

Keterangan: * Berbeda nyata; tn: tidak berbeda nyata

Lampiran 9. Data Total Kadar Air Musim Kemarau 1

Manajemen lahan	Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-50 cm	Kedalaman 50-80 cm	Kedalaman 80-120 cm
LC	0,29 a	0,32 ab	0,38 a	0,40 a
HC	0,25 a	0,27 a	0,32 a	0,36 a
MC	0,22 a	0,27 a	0,31 a	0,36 a
PK	0,29 a	0,40 b	0,48 b	0,53 b
KT	0,41 b	0,56 c	0,64 c	0,68 c

Lampiran 10. Data Total Kadar air Musim Hujan 1

Manajemen lahan	Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-50 cm	Kedalaman 50-80 cm	Kedalaman 80-120 cm
LC	0,52 a	0,54 b	0,55 a	0,56 b
HC	0,47 b	0,50 b	0,48 a	0,44 a
MC	0,40 a	0,42 a	0,48 a	0,50 ab
PK	0,52 bc	0,62 c	0,68 c	0,66 c
KT	0,64 d	0,74 d	0,80 d	0,88 d

Lampiran 11. Data Total Kadar Air Musim Hujan 2

Manajemen lahan	Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-50 cm	Kedalaman 50-80 cm	Kedalaman 80-120 cm
LC	0,49 b	0,51 bc	0,54 b	0,56 b
HC	0,44 a	0,46 a	0,49 a	0,51 a
MC	0,44 a	0,46 ab	0,49 a	0,56 b
PK	0,52 b	0,54 c	0,59 c	0,66 c
KT	0,63 c	0,72 d	0,80 d	0,86 d

Keterangan: Angka yang didampingin huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Lampiran 12. Data Total Kadar Air Musim Kemarau 2

Manajemen lahan	Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-50 cm	Kedalaman 50-80 cm	Kedalaman 80-120 cm
LC	0,27 a	0,28 b	0,31 b	0,34 b
HC	0,29 b	0,3 bc	0,32 bc	0,36 bc
MC	0,23 a	0,24 a	0,27 a	0,28 a
PK	0,29 b	0,31 c	0,34 c	0,37 c
KT	0,39 d	0,4 d	0,45 d	0,48 d

Lampiran 13. Data Total Kadar Air Musim Kemarau 3

Manajemen lahan	Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-50 cm	Kedalaman 50-80 cm	Kedalaman 80-120 cm
LC	0,26 b	0,29 b	0,32 b	0,35 b
HC	0,29 c	0,3 b	0,33 bc	0,37 bc
MC	0,24 a	0,25 a	0,28 a	0,31 a
PK	0,28 c	0,31 b	0,34 c	0,38 c
KT	0,39 d	0,41 c	0,43 d	0,48 d

Keterangan: Angka yang didampingin huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Lampiran 14. Tabel Korelasi

	Kadar air	Suhu	Biomassa Kopi	Produksi Kopi
Kadar air	1			
Suhu	-0,58147	1		
Biomassa Kopi	0,847337	0,60508	1	
Produksi Kopi	0,543188	0,82843	0,819086549	1

Lampiran 15. Biomassa tanaman kopi dengan Suhu

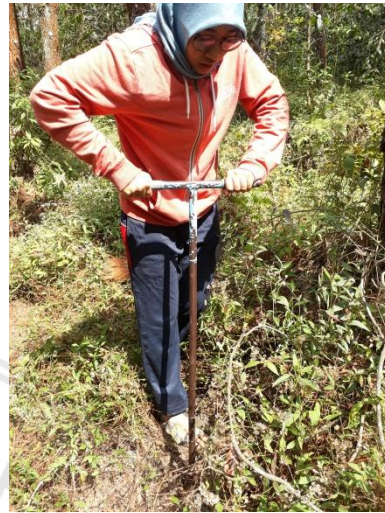
SK	Db	JK	KT	F hit	F 5%
Regresi	1	0,0001330	0,00013297	1,73 ^{tn}	10,13
Galat	3	0,0002302	0,00007674		
Total	4	0,0003632	0,00009080		

R=Tidak nyata

DOKUMENTASI



Pengukuran jarak antara pinus ke kopi



Pengambilan sampel tanah menggunakan bor tanah



Sampel tanah oven



Menandai pohon yang akan diamati



Melakukan pengukuran DBH dan tinggi pohon



Proses pemanenan biji kopi

