



**APLIKASI AIR KELAPA DAN UNSUR HARA Zn UNTUK
MENGATASI LAYU PENTIL (*CHERELLE WILT*) PADA
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN
TEKNIK PENYEMPROTAN BUAH**

SKRIPSI

Oleh

**Fandi Ahmad
NIM 111510501102**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**APLIKASI AIR KELAPA DAN UNSUR HARA Zn UNTUK
MENGATASI LAYU PENTIL (*CHERELLE WILT*) PADA
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN
TEKNIK PENYEMPROTAN BUAH**

SKRIPSI

Oleh

**Fandi Ahmad
NIM 111510501102**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Musliha (Alm) dan Ayahanda Rujiwo (Alm), kuhaturkan terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, serta do'a yang selalu dipanjatkan yang mungkin tidak dapat terbalas dengan apapun;
2. Semua guru-guru sejak Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi yang telah mendidik dan memberikan ilmunya;
3. Teman-teman tercinta, atas motivasi serta dukungan yang telah diberikan selama ini;
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada dalam diri mereka”

(Q.S. al Ra’d 13: 11)^{*)}

“Tuhan tidak akan menggerakkan rencananya apabila kita tidak bergerak”

(Mario Teguh)^{**)}

“You have to believe in yourself”

(Sun Tzu)^{***)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur’an dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo.

^{**)} Mario Teguh. 2015. *Kumpulan Kata Motivasi Mario Teguh*. [https:// m. facebook. com](https://m.facebook.com) [15 Mei 2015].

^{***)} Dudy. 2010. *10 Things Sun Tzu can Teach You About Creative Strategy*. Dudy.com .htm [15 Mei 2015].

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fandi Ahmad

NIM : 111510501102

menyatakan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **Aplikasi Air Kelapa dan Unsur Hara Zn untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle Wilt*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) dengan Teknik Penyemprotan Buah** adalah benar hasil karya sendiri, kecuali disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakkan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Mei 2015

Yang menyatakan

Fandi Ahmad
NIM 111510501102

SKRIPSI

**APLIKASI AIR KELAPA DAN UNSUR HARA Zn UNTUK
MENGATASI LAYU PENTIL (*CHERELLE WILT*) PADA
TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN
TEKNIK PENYEMPROTAN BUAH**

Oleh

Fandi Ahmad
NIM. 111510501102

Pembimbing:

Pembimbing Utama : Dr. Rer. hort. Ir. Ketut Anom Wijaya
NIP.19580717198503 1 002

Pembimbing Anggota : Ir. Anang Syamsunihar, MP., Ph.D.
NIP.19660626199103 1 002

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **Aplikasi Air Kelapa dan Unsur Hara Zn untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle Wilt*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Teknik Penyemprotan Buah** telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 28 Mei 2015

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Dosen Penguji,

Ir. Martinus Harsanto Pandutama, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19540326 198103 1 003

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Rer. hort. Ir. Ketut Anom Wijaya

NIP. 19580717198503 1 002

Ir. Anang Syamsunihar, MP., Ph.D.

NIP.19660626 199103 1 002

Mengesahkan,

Dekan,

Dr. Ir. Jani Januar, M.T.

NIP. 19590102198803 1 002

RINGKASAN

Aplikasi Air Kelapa dan Unsur Hara Zn untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle Wilt*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Teknik Penyemprotan Buah; Fandi Ahmad; 111510501102; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Layu pentil pada tanaman kakao berkisar 70 – 90% dari bunga yang membentuk buah. Layu pentil merupakan penyakit fisiologis yang disebabkan oleh persaingan asimilat antara pentil dengan organ lain yang sedang tumbuh aktif. Layu pentil juga disebabkan oleh kekurangan unsur Zn dan hormon di dalam buah. Data Afd. Kedaton menunjukkan kandungan Zn pada jaringan tanaman sebesar 114 mg/L padahal kandungan optimum 150 mg/L. Auksin dan giberelin pada buah sehat 0,11 mg/L dan 0,60 mg/L, sedangkan pada pentil layu 0,01 mg/L dan 0,03 mg/L, sehingga diduga penyebab layu pentil di Afd. Kedaton adalah defisiensi hormon dan unsur hara Zn. Penelitian ini dilaksanakan di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton mulai bulan Januari sampai dengan Maret 2015 dengan pola percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok secara faktorial 4 x 4 dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsenrasi air kelapa dengan 4 taraf (0%, 25%, 50% dan 75%) dan faktor kedua adalah konsentrai unsur Zn dengan 4 taraf (0 mg/L, 1.000 mg/L, 1.500 mg/L and 2.000 mg/L). Perlakuan tersebut diberikan kepada tanaman kakao edel klon DR 2 yang sedang berbunga dan membentuk pentil. Data diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap: 1) jumlah pentil layu (buah), 2) jumlah pentil sehat (buah), 3) laju kelayuan buah (%) dan 4) kandungan seng (mg/L). Perlakuan air kelapa 25% dan konsentrasi $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 1.500 mg/L mampu menekan pentil layu sampai dengan 53,33% dibandingkan rata-rata pentil layu 70% - 90% dan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

SUMMARY

Application of Coconut Water and Zn Nutrient to Overcome Cherelle Wilt in Cocoa Plant (*Theobroma cacao* L.) with Fruit Spraying Technique; Fandi Ahmad; 111510501102; Agrotechnology Department; Agriculture Faculty; Jember University.

Cherelle wilt on cocoa in average ranged 70-90% of the flowers that make up the fruit. It is a physiological disease caused by assimilate competition between cherelle and other organs that are actively growing. Cherelle wilt also caused by a deficiency of Zn and hormones in the fruit. Afd. Kedaton data shows that the content of Zn in plant tissue is 114 mg/L while the optimum content is 150 mg/L. Auxin and gibberellin on healthy fruit are 0.11 mg/L and 0.60 mg/L respectively, while in the cherelle wilt are only 0.01 mg/L and 0.03 mg/L. Those lead to a hypothesis that cherelle wilt in Afd. Kedaton is caused by deficiency auxin hormone and Zn nutrients. This study was conducted in PTPN XII Gardens Renteng Afd. Kedaton from January to March 2015 based on Randomized Complete Block Designed factorial of 4 x 4 with three replications. The first factor was concentration of coconut water consisted of 4 levels i.e. 0%, 25%, 50% and 75% and the second factor was Zn concentration consisted of 4 levels i.e. 0 mg/L, 1.000 mg/L, 1.500 mg/L and 2,000 mg/L. Those treatments were applied to flowering and fruit-set edel cacao plants of DR 2 clone. Data obtained from observations on: 1) the number of cherelle wilt per plant (fruit/plant), 2) the number of healthy cherelle per plant (fruit/plant), 3) the cherelle wilt rates per week (percent per week), and 4) the content of zinc on cherelle tissues (mg/L). Application of 25% coconut water with 1.500 mg/L ZnSO₄.4H₂O reduced the cherelle wilt up by 53.33% compared to the average of 70% - 90% and the best result compared to other treatments.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran ALLAH S.W.T. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan maghfirah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis mahasiswa yang berjudul **Aplikasi Air Kelapa dan Unsur Hara Zn untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle Wilt*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Teknik Penyemprotan Buah**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa dan unsur hara Zn dengan konsentrasi yang tepat dapat menekan layu pentil pada tanaman kakao. Hasil penelitian ini harapan kami dapat menjadi sumber informasi dan rekomendasi bagi petani kakao untuk meningkatkan produktivitas kakao.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan karya ilmiah tertulis ini, yaitu

1. Bapak Rujiwo (Alm), ibu Musliha (Alm) yang selalu memberikan dukungan dan doa demi kelancaran penyusunan karya tulis ini.
2. Dr. Rer. hort. Ir. Ketut Anom Wiajya selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan motivasi dalam penyusunan karya tulis ini.
3. Ir. Anang Syamsunihar, MP., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang membantu mengarahkan dan mendukung penulisan karya tulis ini.
4. Ir. Martinus Harsanto Pandutama, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingannya sampai penulis menyelesaikan karya tulis ini.
5. Dr. Ir. Jani Januar, M.T. selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
6. Ketua Program Beasiswa Unggulan Jenjang S1 Konsentrasi Agroindustri Kopi Kakao Fakultas Pertanian, Universitas Jember
7. Saudaraku Muhammad Junaedi Syahroni, Yuni Hidayati, Ratno Buwono dan Mbak Iva yang selalu memberikan semangat dalam mengerjakan karya tulis ini
8. Mbak Nadia, Wiwin, Yuyun, Mariono dan Bu Anwar yang selalu memberi semangat hidup

9. Luppy Ritma Shintya yang selalu menjadi pendamping dan penyemangat hidup
10. Yustina Ratnasari, Saadatul Huriyah, Tirta Wahyu Widodo, Dewi Puspa Arisandi, Dwita Anggraeni, Rahmat Budiarto dan sahabat-sahabat penerima Beasiswa Unggulan Jenjang S1 Konsentrasi Agroindustri Kopi Kakao Fakultas Pertanian, Universitas Jember
11. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Agroteknologi

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca guna penyempurnaan karya ilmiah tertulis ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Jember, 28 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HAMALAMAN MOTTO	iv
HALAMAAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Budidaya kakao di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton	5
2.2 Layu pentil di Kebun Renteng Afd. Kedaton	6
2.3 Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	8
2.4 Zat pengatur tumbuh	12
2.5 Air kelapa	14
2.6 Unsur hara Zn	16
2.7 Hipotesis	17
BABA 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan waktu	18
3.2 Bahan dan alat	18
3.3 Rancangan percobaan	18

3.4 Pelaksanaan penelitian	20
3.4.1 Tata laksana penelitian	20
3.4.2 Penyemprotan	21
3.4.3 Variabel pengamatan	21
3.4.4 Data pendukung	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil	23
4.2 Pembahasan	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1	Proporsi produksi kakao negara produsen terhadap total produksi kakao dunia tahun 2011/2012	1
2.4.1	Interaksi auksin dan nutrisi dalam perkembangan buah kakao	12
2.4.2	Laju kelayuan buah kakao dan pengaruh perlakuan IAA	14
4.1.2	Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 0 mg/L	24
4.1.3	Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 1.000 mg/L	24
4.1.4	Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 1.500 mg/L	25
4.1.5	Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$ 2.000 mg/L	25
4.1.6	Kandungan unsur hara mikro Zn pada pentil kakao sehat	26

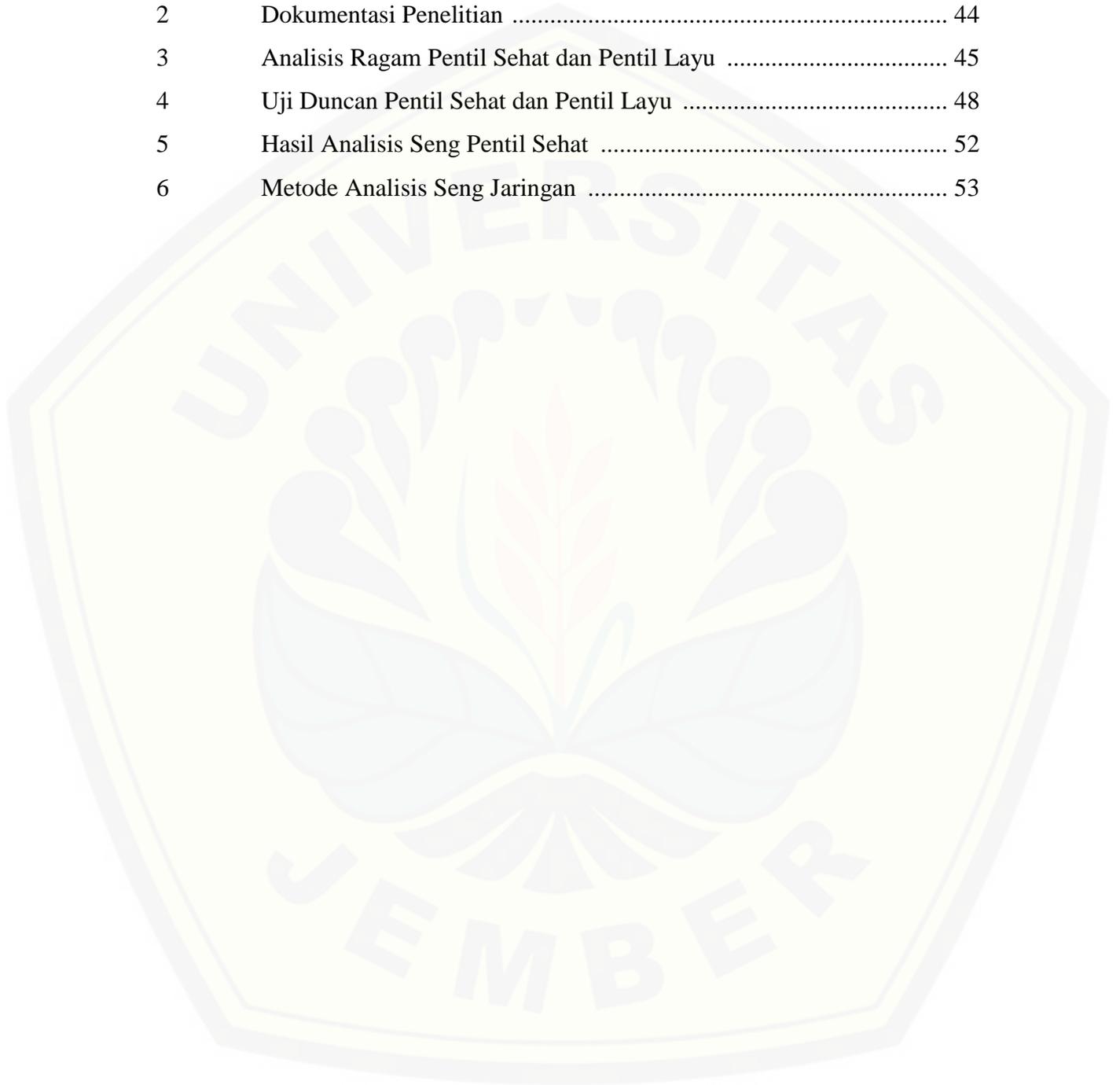
DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Data produksi kakao Kebun Renteng Afd. Kedaton (kg/bulan)	7
2.5	Kandungan air kelapa	15
4.1.1	Nilai F hitung variabel pengamatan pentil sehat dan pentil layu	15
4.1.2	Hasil Uji Duncan pentil sehat pada taraf kepercayaan 95%	15
4.1.3	Hasil Uji Duncan pentil layu pada taraf kepercayaan 95%	15



DAFTAR LAMPIRAN

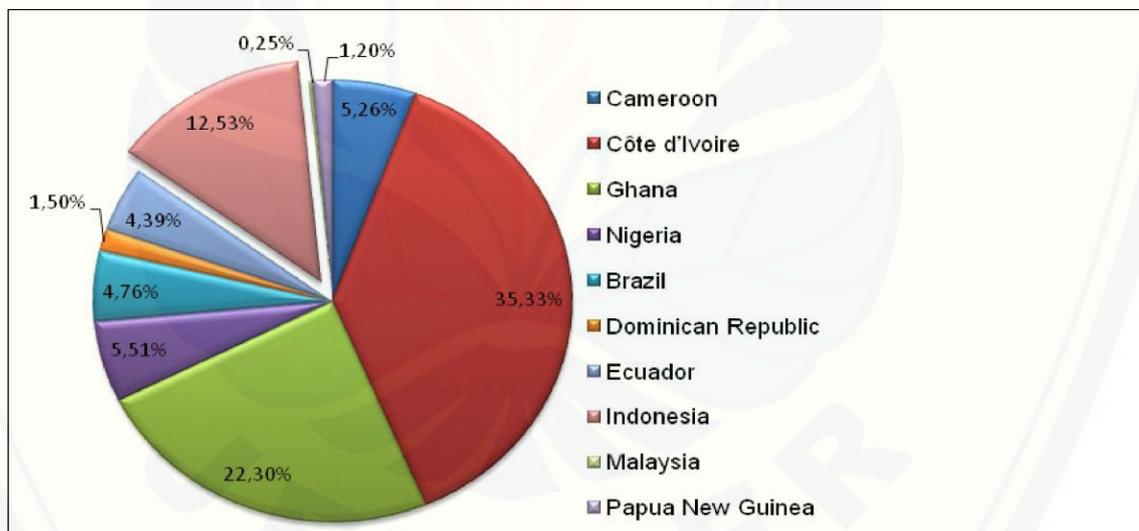
Lampiran	Judul	Halaman
1	Data Pendukung	42
2	Dokumentasi Penelitian	44
3	Analisis Ragam Pentil Sehat dan Pentil Layu	45
4	Uji Duncan Pentil Sehat dan Pentil Layu	48
5	Hasil Analisis Seng Pentil Sehat	52
6	Metode Analisis Seng Jaringan	53



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan analisis produksi kakao dunia, Indonesia menempati urutan ketiga pemasok terbesar kakao dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Luas areal tanaman kakao Indonesia tercatat 1,40 juta Ha dengan produksi kurang lebih 500.000 ton pertahun yang menempatkan Indonesia sebagai negara produsen terbesar ketiga dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (Aklimawati, 2013). Pantai Gading, dengan luas area tanam 1,60 juta Ha memiliki produksi sebesar 1.300.000 ton per tahun dan Ghana sebesar 900.000 ton per tahun (Ragimun, 2012). Padahal, apabila dilihat dari luas areal pertanaman kakao, selisih antara Indonesia dan Pantai Gading hanya 2 juta Ha. Artinya dari perbandingan tersebut, seharusnya produksi kakao Indonesia adalah 1.137.500 ton per tahun, namun Indonesia hanya mampu memasok produksi kakao dunia sebesar 500.000 ton per tahun. Informasi mengenai produksi kakao dunia tersebut lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Sumber: ICCO Annual Reports 2011/2012 dan The World Cocoa Economy 2012

Gambar 1. Proporsi produksi kakao negara produsen terhadap total produksi kakao dunia tahun 2011/2012

Selain itu, produksi kakao di Indonesia saat ini mengalami penurunan secara signifikan, dari sebelumnya produksi mencapai rata-rata 1.100 kilogram per hektar per tahun, anjlok menjadi 690 kilogram (Widiancas, 2010). Akibat penurunan produksi ini, negara mengalami kerugian mencapai Rp. 4 triliun.

Iswanto (1999) menambahkan bahwa jumlah ini belum dapat memenuhi target produksi 1.900 kg/ha/tahun pada lahan kelas I. Menurut data ICCO, ketersediaan pasokan kakao pada musim 2012-2013 diperkirakan mengalami defisit sampai dengan 60.000 ton (Aklimawati, 2013), dalam hal ini pemerintah telah merealisasikan Gerakan Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao Nasional (GERNAS) melalui kegiatan peremajaan, rehabilitasi, dan intensifikasi kakao selama kurun waktu tahun 2009-2012, namun produksi kakao Indonesia belum mencapai target.

Produksi buah yang rendah merupakan salah satu penyebab belum tercapainya target produksi. Menurut McKelvie (1956) tanaman kakao dewasa yang tumbuh subur dapat menghasilkan 5.000-10.000 bunga dalam setahun. Hanya sekitar 500-1.000 bunga (10%) yang mengalami penyerbukan, selebihnya bunga yang mekar dalam waktu 24 jam tidak diserbuki akan gugur. Bunga yang telah diserbuki berkembang menjadi buah pentil (*cherelle*) hanya sekitar 10-30%, sedangkan 70-90% pentil lainnya akan mengalami layu atau kematian fisiologis. Selanjutnya jumlah pentil yang dapat tumbuh dan berkembang hingga masak hanya sekitar 50-100 buah (Wood dan Lass, 1989), Iswanto (1999) menambahkan hanya sekitar 33-40 buah.

Layu pentil (*cherelle wilt*) merupakan penyakit fisiologis yang disebabkan oleh persaingan nutrisi antara pentil dengan organ lain yang sedang tumbuh aktif yang mengakibatkan kegagalan proses embriogenesis dan perkembangan buah. Menurut Alvim *et al.* (1974), layu pentil pada kakao disebabkan karena adanya persaingan dalam mendapatkan asimilat, terutama karbohidrat. Persaingan ini terjadi antara buah dengan buah dan antara buah dengan pertumbuhan pucuk yang aktif. Menurut Daryanto (1977), layu pentil nampak jelas setelah terjadi *flush* (pertunasan) yang sangat banyak. Penelitian Tjasadihardja (1987), menunjukkan bahwa pertunasan sangat erat hubungannya dengan tingkat layu pentil. Tunas baru yang terbentuk merupakan pesaing yang sangat kuat bagi buah muda dalam menggunakan asimilat.

Menurut Tjasadihardja (1981) pada tanaman kakao terlihat kecenderungan bahwa pusat pertumbuhan vegetatif merupakan pemakai asimilat yang dominan dibandingkan pusat pertumbuhan generatif. Keadaan seperti ini sesuai dengan

konsep *Hormone Directed Transport* yang dikemukakan oleh Wareing dan Patrick (1976) dalam Tjasadihardja (1987) bahwa asimilat bergerak ke arah tanaman yang mengandung zat tumbuh dalam konsentrasi tinggi. Menurut Yusnida (2006), air kelapa adalah merupakan zat cair yang di dalamnya terkandung sitokinin 5,8 mg/l, auksin 0,07 mg/l dan giberelin. Air kelapa juga mengandung asam amino, ikatan nitrogen, gula, vitamin dan mineral yang dapat mendukung pembentukan buah kakao. Penyemprotan air kelapa pada buah dimaksudkan untuk meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh pada buah, sehingga asimilat yang dihasilkan dipakai untuk perkembangan buah secara optimal. Hal ini sangat mempengaruhi persentase penurunan layu pentil pada tanaman kakao.

Layu pentil terjadi karena kekurangan hormon di dalam biji (McKelvie, 1956). Hasil penelitian Tjasadihardja (1987), menunjukkan bahwa umur buah di bawah 70 hari mengalami kekurangan auksin. Layu pentil juga disebabkan oleh kekurangan unsur mikro di dalam tanaman (Tollenaar, 1957 dalam Daryanto, 1977). Unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil tetapi mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman.

Wood dan Lass (1985) menyatakan bahwa Zn mempunyai peranan penting dalam pembentukan buah muda. Suhadi (2002), menyatakan bahwa pemberian multimikro Zn dan B dapat menekan persentase layu pentil, meningkatkan persentase pentil yang tidak layu, meningkatkan produksi biji kering per hektar dan meningkatkan jumlah buah kakao yang dapat dipanen.

Berdasarkan data PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton berada pada ketinggian 400 mdpl, jenis tanah latosol, suhu udara 26°C dan klon kakao yang dibudidayakan adalah klon DR 2 (umur 7 tahun). Adapun kandungan unsur hara Zn dalam jaringan tanaman pada tahun 2011 adalah 56 mg/L – 61 mg/L dan tahun 2015 adalah 114 mg/L (pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia, 2015). Padahal seharusnya Zn pada tanaman dikotil adalah 125 ppm (Cottenie, 1983). Leiwakabessy (1988) menambahkan bahwa kadar normal Zn dalam bahan kering berkisar 150 mg/L dan apabila lebih dari 400 mg/L akan keracunan. Selain itu, berdasarkan analisis hormon pada klon DR 2 menunjukkan bahwa kadar auksin dan giberelin pada pentil sehat adalah 0,11 mg/L dan 0,60 mg/L, sedangkan pada

pentil layu 0,01 mg/L dan 0,03 mg/L, sehingga diduga bahwa penyebab layu pentil di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton adalah karena defisiensi hormon dan unsur mikro Zn. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan cara aplikasi air kelapa dan unsur hara Zn guna mencegah layu pentil pada tanaman kakao. Aplikasi air kelapa dan unsur hara Zn dengan penyemprotan langsung pada buah diharapkan dapat mengurangi presentase *cherelle wilt*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Apakah aplikasi air kelapa dan unsur hara Zn dapat mempengaruhi penurunan jumlah layu pentil pada tanaman kakao?
2. Berapakah konsentrasi yang paling tepat antara air kelapa dan unsur hara Zn dengan teknik penyemprotan pada buah dapat menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang berjudul aplikasi air kelapa dan unsur hara Zn untuk mengatasi layu pentil (*cherelle wilt*) pada kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan teknik penyemprotan buah adalah sebagai berikut.

1. Mencari interaksi antara konsentrasi air kelapa dan unsur hara Zn terhadap jumlah layu pentil pada tanaman kakao
2. Mendapatkan konsentrasi air kelapa dan unsur hara Zn yang terbaik untuk menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian dapat memberikan informasi dan rekomendasi dalam menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao
2. Hasil penelitian dapat dijadikan bahan pertimbangan dan pedoman bagi petani kakao dalam meningkatkan produksi kakao Indonesia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Kakao Di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton

PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton terletak di Desa Panti, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Kebun ini membudidayakan kakao edel (mulia) klon DR 2. Ketinggian tempat Afd. Kedaton adalah 250 – 400 mdpl, jenis tanah latosol, tekstur tanah pasir, debu dan lempung (40% : 40% : 20%), pH 5,5 – 7, kapasitas tukar kation 15 me/100 g, suhu udara 26°C - 30°C, curah hujan 1.500 – 3.00 mm per tahun dengan bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm) berkisar 3 bulan, drainase dan aerasi baik, (PTPN XII, 2013). Budidaya kakao edel di kebun tersebut dilaksanakan sesuai dengan aturan baku budidaya kakao di Indonesia. Adapun teknis budidaya tersebut adalah sebagai berikut.

1. Benih kakao didapatkan dari tanaman sehat, benih diambil dari bagian tengah buah dan diberi perlakuan perendaman air kapur dan fungisida
2. Metode pembibitan kakao ialah menggunakan metode okulasi dengan memanfaatkan batang bawah tanaman kakao bulk dan batang atas menggunakan tanaman kakao edel
3. Pengendalian gulma dilakukan secara kimiawi menggunakan herbisida
4. Pengelolaan tanaman penanang dilakukan dengan cara tokok. Tokok dilakukan dengan cara memangkas pohon lamtoro pada ketinggian 1-1,5 m dari tajuk tanaman kakao. Pohon lamtoro yang dipangkas sebanyak 50% dari total pohon yang ada di lahan. Sinar matahari yang masuk diharapkan 70% sampai pada tanaman kakao
5. Pemangkasan tanaman kakao meliputi pemangkasan bentuk, pemeliharaan dan produksi
6. Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan secara kimiawi menggunakan pestisida. Alat semprot yang digunakan adalah KSTT dan Fogging
7. Pengairan dilakukan dengan metode gravitasi apabila sumber air berada diatas areal pertanaman dan pengairan dengan pompa sedot air apabila sumber air berada dibawah areal pertanaman. Sumber air di tempat tersebut

sangat baik, sehingga ketersediaan air tidak bermasalah meskipun musim kemarau

8. Pemupukan dilakukan menggunakan Urea 110 – 115 kg/ha, pupuk TSP 70 – 75 kg/ha, pupuk KCl 50 – 60 kg/ha, dan pupuk Kieserit 55 – 65 kg/ha. Sedangkan jumlah pupuk yang diberikan per tanaman adalah antara 260 – 285 g/tanaman. Jumlah pupuk yang diberikan biasanya bertambah seiring bertambahnya usia kakao. Pupuk daun yang digunakan adalah Gandasil D dan Gandasil B dengan dosis 20 g/10 L larutan. Pemberian pupuk tersebut sesuai dengan rekomendasi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia berdasarkan analisis jaringan tanaman pada tahun 2011. Pemberian pupuk daun dilakukan setiap 2 (dua) minggu sekali.
9. Tanaman kakao dapat dipanen pertama kali ialah ketika tanaman sudah berumur 4 tahun (TBM 4). Hasil produksi kakao setiap tahunnya adalah 1 ton/ha dengan masa panen terbagi atas 2 yakni masa vor'ogst (bulan Desember – Juni) dan masa Na'ogst (bulan Juni – Desember)

Berdasarkan teknis budidaya tersebut dapat dikatakan bahwa budidaya kakao edel yang dilakukan oleh PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton sudah dilakukan dengan benar sesuai petunjuk baku yang ditentukan oleh PTPN XII. Namun analisis tanah dan jaringan tanaman untuk rekomendasi pemupukan tidak dilakukan secara berkala, terakhir analisis dilakukan pada tahun 2011. Padahal seharusnya dilakukan secara berkala sebab kondisi lingkungan sangat mempengaruhi nutrisi yang ada di tanah dan tanaman.

2.2 Layu Pentil di Kebun Renteng Afd. Kedaton

PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton pada dasarnya tidak pernah melakukan pencatatan tentang layu pentil, sehingga tidak ada data yang menunjukkan jumlah layu pentil setiap tahunnya. Namun layu pentil di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton dapat dilihat dan diprediksi dari jumlah produksi setiap tahunnya. Data produksi di PTPN XII Kebun Renteng Afd. Kedaton menunjukkan perbedaan dari bulan ke bulan dari tahun 2011 sampai dengan 2015, hal ini diduga bahwa layu pentil dipengaruhi oleh musim dan dipengaruhi oleh

teknik budidaya yang dilakukan. Layu pentil pada dasarnya berkaitan erat dengan produksi.

Data produksi kakao kering di Kebun Renteng Afd. Kedaton dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Data produksi kakao Kebun Renteng Afd. Kedaton (kg/bulan)

Bulan	Tahun			
	2011	2012	2013	2014
Januari	795	2.617	3.627	5.451
Februari	1.200	2.889	3.715	6.060
Maret	1.982	3.084	3.789	6.225
April	2.733	3.111	3.789	6.368
Mei	3.247	3.230	4.430	8.870
Juni	4.155	3.230	5.594	14.711
Juli	5.052	3.376	7.147	18.586
Agustus	6.992	3.573	7.334	22.031
September	9.117	4.820	7.826	23.780
Oktober	13.476	7.988	11.497	31.263
November	20.299	17.290	17.481	58.077
Desember	22.687	19.456	32.988	77.042

Sumber : Kebun Renteng Afd. Kedaton

Tabel 2.1 menunjukkan data produksi kakao edel Kebun Renteng Afd. Kedaton dari tahun 2011 hingga 2014. Apabila dikaitkan dengan musim, produksi kakao di Kebun Renteng Afd. Kedaton lebih tinggi pada musim hujan (Juni – Agustus) dibandingkan pada musim kemarau (September – Desember). Hal ini menunjukkan bahwa layu pentil juga dipengaruhi oleh musim atau faktor lingkungan seperti suhu, pH, kelembapan udara dan tanah dan intensitas cahaya masuk, karena dapat diketahui bahwa faktor lingkungan tersebut memiliki perbedaan pada musim hujan dan musim kemarau.

Rata-rata kelayuan buah kakao di Kebun Renteng Afd. Kedaton adalah 60-90%. Selain faktor lingkungan, layu pentil juga disebabkan oleh serangan *Helopeltis* sp. dan *Phytophthora palmivora*. Namun persentase kelayuan karena hama tersebut belum tercatat di Kebun Renteng Afd. Kedaton. Wahyudi dan Rahardjo (2008) meringkas bahwa penyebab layu pentil pada tanaman kakao adalah sebagai berikut.

1. Persaingan asimilat antara buah muda dengan buah dewasa dan tunas-tunas baru.
2. Kekurangan hormon yang dibentuk dalam endosperma. Akibat kekurangan hormon ini maka buah muda kurang mampu menyerap nutrisi sebab salah satu fungsi hormon adalah mengatur kelancaran pengangkutan asimilat.
3. Rendahnya kadar asam amino triptophan dalam bakal biji asam amino ini juga berfungsi sebagai prekursor Auksin jenis Indole Acetic Acid (IAA). Lebih lanjut hormon ini berperan mengatur kelancaran metabolisme didalam buah
4. Pengaruh bahan tanam atau klon. Tanaman yang kompatibel sendiri menunjukkan angka kelayuan buah yang lebih tinggi dari pada tanaman yang tidak kompatibel sendiri.
5. Adanya luka pada kulit buah memacu aktifitas enzim polifenol oksidasi.

2.3 Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Tanaman kakao edel atau yang dikenal dengan kakao mulia (*Java Cacao*) merupakan kakao yang sudah lama dikembangkan di Indonesia. Jenis kakao ini memerlukan teknik budidaya yang intensif sehingga kakao mulia hanya dibudidayakan oleh Perusahaan Perkebunan Negara yang saat ini terbatas di usahakan oleh PTPN XII di Jawa Timur. Kakao mulia memiliki citarasa yang sangat baik sehingga kakao ini sangat diperlukan oleh para konsumen, dipasaran dunia kakao edel sangat diminati dan dengan harga yang sangat tinggi. Klon atau bahan tanaman kakao mulia yang tersedia di Indonesia adalah DR 1, DR 2, DR 38, DRC 16 dengan tingkat produktivitas 1-1,5 ton biji kering/ha/th klon anjuran lama dan yang merupakan klon baru adalah ICCRI 1 dan ICCRI 2 dengan potensi produktivitas 2 ton /ha/th. Ciri utama kakao mulia ini adalah kotiledone biji berwarna putih saat masih segar dan bila sudah kering berwarna cerah, di pasaran dunia kakao ini dikenal dengan jenis penghasil biji kakao yang berkualitas tinggi. Biji yang berkualitas tinggi memiliki cita aroma yang khas perlu difermentasi, selain itu bahan tanam yang digunakan harus klonal bukan berasal dari biji seperti kakao lindak yang umumnya dikembangkan oleh rakyat (95%) (BALITRI, 2012).

Budidaya kakao umumnya dilakukan di daerah beriklim basah sampai sedang (tipe Af sampai Aw menurut Koppen, A sampai D menurut klasifikasi

Schmidt-Ferguson). Daerah produsen kakao umumnya memiliki curah hujan berkisar antara 1250-3000 mm tiap tahun dengan suhu antara 18-32°C. Tanaman kakao termasuk golongan tanaman C3 sehingga mampu melakukan fotosintesis pada suhu rendah (Suhadi, 2002).

Tanaman kakao tergolong jenis tanaman indeterminate artinya bahwa fase pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman dapat terjadi secara bersamaan. Namun demikian sebelum tanaman memasuki fase pertumbuhan generatif terlebih dahulu akan mengalami fase pertumbuhan juvenil. Rentang waktu yang dibutuhkan tanaman melalui fase pertumbuhan juvenil tersebut merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pengusahaan tanaman kakao. Akhir fase pertumbuhan juvenil atau awal tanaman memasuki pertumbuhan generatif ditandai oleh pembungaan tanaman (Suhendi dan Agung, 2001).

Bunga tanaman kakao terbentuk sepanjang tahun tetapi intensitas pembentukannya beragam. Pembentukan bunga ditentukan oleh faktor genetik, umur dan lingkungan tumbuh. Faktor genetik berpengaruh hingga tingkat klon (*progeni*) yang menyebabkan keragaman jumlah bunga pada masing-masing klon. Tanaman yang semakin tua, akan semakin banyak bunga yang terbentuk dan keragaman bunganya lebih tinggi dari pada tanaman yang lebih muda (Widiancas, 2010).

Menurut Tjasadihardja (1981) sejak mulai terbentuk sampai saat dipanen, buah kakao memerlukan waktu 150-170 hari. Di dataran rendah, ketinggian tempat sampai 300 mdpl, buah kakao menjadi masak setelah umur sekitar 5 bulan, sedangkan di dataran yang lebih tinggi (ketinggian 500 mdpl) buah menjadi masak setelah lima setengah sampai enam bulan.

Tanaman kakao merupakan tanaman yang memiliki potensi produksi yang tinggi, namun produksi tersebut tidak dapat optimal karena pada tanaman kakao terdapat penyakit fisiologis yang dikenal dengan layu pentil. Tingkat layu pentil kakao dapat mencapai 60-90%, serupa dengan yang terjadi pada *Litchi chinensis* yang tingkat gugur bunga dan buahnya dapat mencapai 29-90% (Prawoto, 2000). Layu pentil (*cherelle wilt*) merupakan penyakit fisiologis pada tanaman kakao. Gejala layu pentil pada tanaman kakao ditandai dengan perubahan warna dari buah yang awalnya hijau menjadi kuning yang selanjutnya bagian ujung buah

akan berubah warna menjadi hitam, setelah itu keseluruhan buah akan menjadi hitam (kering). Pentil kakao yang telah mengalami layu pentil pada umumnya akan tetap melekat pada batang atau tidak rontok. Ciri khas pentil yang layu dan mati pada tanaman kakao tidak gugur melainkan tetap tergantung pada batang atau cabang tempat tumbuhnya (Tjasadihardja 1987).

Layu pentil dapat disebabkan oleh banyak faktor. Layu pentil disebabkan oleh persaingan nutrisi antara pentil dengan organ lain yang sedang tumbuh aktif yang mengakibatkan kegagalan proses embriogenesis dan perkembangan buah. Layu pentil pada kakao disebabkan karena adanya persaingan dalam mendapatkan asimilat, terutama karbohidrat. Persaingan ini terjadi antara buah dengan buah dan antara buah dengan pertumbuhan pucuk yang aktif. Layu pentil nampak jelas setelah terjadi pertunasan yang sangat banyak. Penelitian Tjasadihardja (1987), menunjukkan bahwa pertunasan sangat erat hubungannya dengan tingkat layu pentil. Tunas baru yang terbentuk merupakan pesaing yang sangat kuat bagi buah muda dalam menggunakan asimilat.

Layu pentil pada tanaman kakao menyebabkan kerugian yang tinggi apabila tidak dikelola dan diperhatikan dengan baik, mengingat presentase pembuahan kakao hanya 2-5%, sementara itu hanya sekitar 6% dari total asimilat dipakai untuk pertumbuhan generatif dan dengan persentase 6% tersebut hanya sepertiganya dipergunakan untuk pertumbuhan biji kakao (Prawoto, 2000).

Cherelle wilt adalah gejala kematian buah yang masih sangat muda (pentil) pada kakao yang disebabkan oleh faktor internal seperti pembagian hasil asimilat yang tidak merata dan pengaruh hormon. Kematian yang disebabkan oleh gangguan biotik yang dapat menyebabkan kerusakan fisik termasuk kategori layu pentil. Kerusakan fisik tersebut dapat disebabkan karena tusukan hama *Helopeltis* sp. terhadap pentil, sehingga pentil mengalami kebocoran asimilat. Para peneliti sependapat bahwa dari segi fisiologis layu pentil pada kakao sama dengan gugur buah yang biasa terjadi pada tanaman buah-buahan lainnya seperti jeruk, mangga dan apel.

Kakao merupakan tanaman yang tidak tahan terhadap cekaman air baik secara langsung (karena musim kemarau panjang) maupun tidak langsung (karena tiupan angin kering yang terus-menerus). Kemarau panjang dapat menyebabkan

kelayuan daun serta mengeringnya ranting dan batang kakao sehingga produktivitas kakao merosot tajam (Soerotani dan Soenarjan, 1984). Soemartono (1995) menambahkan bahwa akibat lainnya, daun dan buah kakao muda menjadi layu dan gugur serta presentase biji meningkat.

Terdapat beberapa cara untuk mencegah layu pentil pada tanaman kakao di Kebun Renteng Afd. Kedaton. Beberapa cara tersebut adalah sebagai berikut.

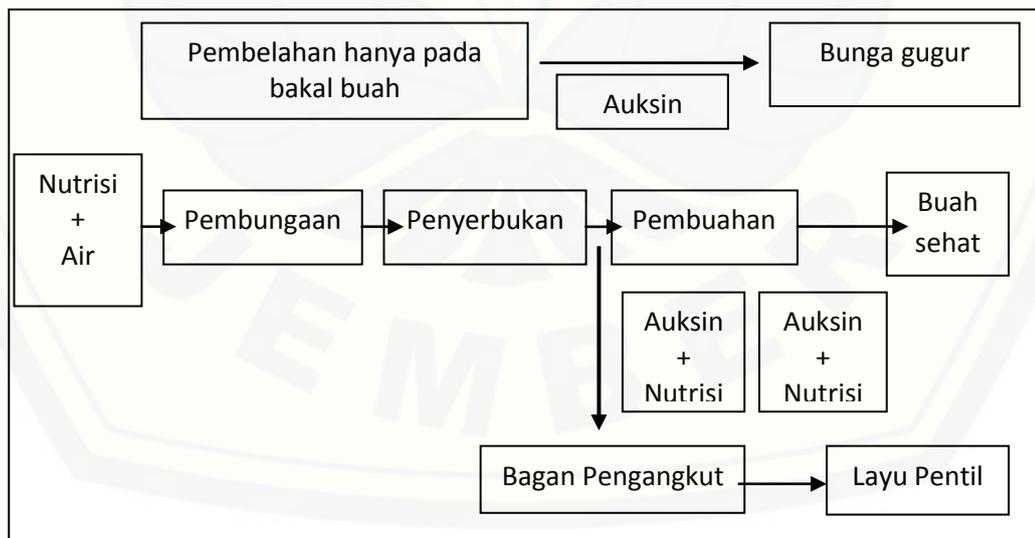
1. Mencukupi kebutuhan air tanaman kakao. Layu pentil erat kaitannya dengan kebutuhan air tanaman. Tanaman kakao yang diberi pengiran cukup akan berproduksi optimal
2. Melakukan pemangkasan pemeliharaan dan produksi. Pertunasan pada kakao merupakan penyebab utama layu pentil (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Pemangkasan pemeliharaan dan produksi yang dilakukan dengan baik dapat meningkatkan produksi kakao secara optimal
3. Pengelolaan tanaman penanang. Laju fotosintesis tanaman kakao berjalan optimum pada intensitas cahaya 70%. Pemberian tanaman penanang disekitar tanaman kakao bertujuan untuk menurunkan intensitas cahaya masuk. Apabila cahaya masuk sesuai, maka tanaman kakao akan berproduksi optimal.
4. Mencukupi kebutuhan hara pada tanaman kakao. Layu pentil dapat dikurangi dengan mencukupi kebutuhan hara mineral dan air (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Tanaman kakao akan menghasilkan produksi optimal apabila kebutuhan nutrisinya terpenuhi. Pemupukan merupakan cara untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman sehingga dapat mencegah atau mengurangi layu pentil
5. Melakukan pengendalian terhadap Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Layu pentil dapat disebabkan luka mekanis tusukan *Helopeltis* sp. dan *Phytophthora palmivora* (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan cara membungkus pentil kakao dan pengendalian menggunakan pestisida. Selain itu, gulma juga menjadi kompetitor tanaman kakao dalam menyerap nutrisi tanah. Pengendalian gulma dilakukan secara mekanis menggunakan cangkul. Pengendalian OPT ini dapat mencegah layu pentil pada tanaman kakao (PTPN XII, 2013).

2.4 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh atau hormon tanaman merupakan senyawa-senyawa kimia yang terjadi secara alamiah di dalam tanaman yang berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta aktif pada konsentrasi yang kecil (George dan Sherington, 1984). Menurut Wattimena (1988) hormon tanaman adalah senyawa organik bukan nutrisi yang aktif dalam jumlah kecil, yang disintesis pada bagian tertentu dari tanaman dan pada umumnya diangkut ke bagian lain tanaman di mana zat tersebut menimbulkan tanggapan secara biokimia, fisiologis dan morfologis (Widiancas, 2010).

Menurut Ratna (2008), auksin digunakan pada sekelompok senyawa kimia yang memiliki fungsi utama mendorong pemanjangan kuncup yang sedang berkembang. Beberapa auksin dihasilkan secara alami oleh tumbuhan, misalnya IAA (*indoleacetic acid*), PAA (*Phenylacetic acid*), 4-*chloroIAA* (4-chloroindole acetic acid) dan IBA (*indolebutyric acid*) dan beberapa lainnya merupakan auksin sintetik, misalnya NAA (*naphthalene acetic acid*), 2,4 D (*2,4 dichlorophenoxyacetic acid*) dan MCPA (*2-methyl-4 chlorophenoxyacetic acid*).

Auksin memiliki hubungan erat dengan perkembangan buah pada tanaman kakao. Adapun hubungan auksin dengan perkembangan buah dapat dilihat pada Gambar 2.4.1 sebagai berikut.



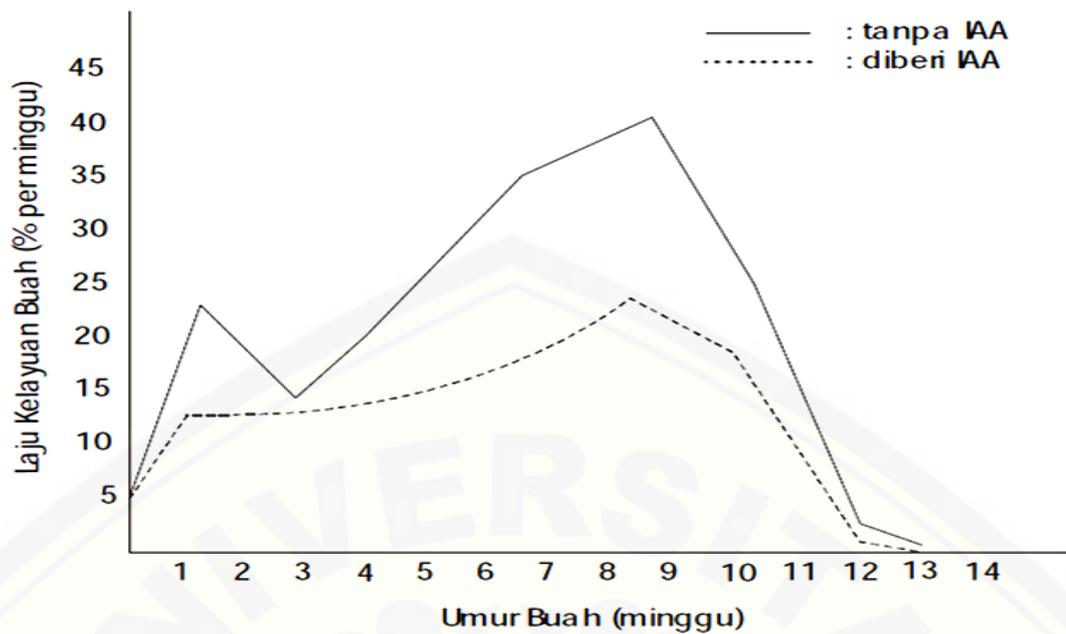
Sumber: Wahyudi dan Rahardjo (2008).

Gambar 2.4.1. Interaksi auksin dan nutrisi dalam perkembangan buah kakao

Gambar 2.4.1 menunjukkan bahwa layu pentil pada tanaman kakao erat kaitannya dengan unsur hara dan zat pengatur tumbuh golongan auksin. Bagan menunjukkan bahwa apabila terjadi pembelahan pada bakal buah maka meski terdapat auksin bunga akan gugur. Minimnya kandungan nutrisi dan auksin pada tanaman kakao selanjutnya akan menyebabkan layu pentil, sedangkan apabila auksin dan nutrisi terpenuhi, maka buah akan sehat (Wahyudi dan Rahardjo, 2008).

Salisbury dan Ross (1995) menambahkan bahwa NAA bekerja lebih efektif daripada IAA, tampaknya NAA tidak dirusak oleh IAA oksidase atau enzim lain sehingga bisa bertahan lebih lama. Percobaan penggunaan zat tumbuh pada tanaman kakao yang berhubungan dengan pembuahan belum banyak dilakukan. Tjasadihardja (1981) menyatakan bahwa kelayuan buah cokelat dapat dikurangi dengan menyemprotkan larutan 0,2% NoXA (*naphthoxy acetic acid*) diikuti seminggu kemudian dengan 0,05% NAA (*naphthalene acetic acid*). Hasil yang sama diperoleh dengan menyemprotkan *p-chlorophenoxy acetic acid* (25–50 mg/L) atau NAA (50-100 mg/L). Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Widiancas (2010) yang menunjukkan bahwa aplikasi NAA dan unsur mikro Zn mampu menurunkan layu pentil dan meningkatkan produksi buah kakao.

Pengaruh hormon terhadap laju kelayuan pentil juga telah dibuktikan oleh penelitian Tjasadihardja dalam Pangaribuan (2004) dimana perlakuan pemberian IAA mempengaruhi laju kelayuan buah (% per minggu) dibandingkan yang tanpa pemberian hormon IAA. Berdasarkan Gambar 2.4.1 terlihat jelas bahwa kelayuan buah lebih rendah setiap minggunya dibandingkan dengan perlakuan tanpa IAA. Hal ini membuktikan bahwa hormon sangat mempengaruhi layu pentil pada kakao. Adapaun lebih jelasnya mengenai hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4.2 sebagai berikut.



Sumber gambar: Tjasadihardja dalam Pangaribuan (2004)

Gambar 2.4.2. Laju kelayuan buah kakao dan pengaruh perlakuan IAA

2.5 Air Kelapa

Air kelapa merupakan suatu bahan yang didalamnya terkandung hormon seperti auksin, sitokinin, giberlin dan lain sebagainya. Air kelapa banyak digunakan dalam bidang kultur jaringan sebagai hormon alami untuk mempercepat terbentuknya kalus pada tanaman. Beberapa hormon yang terkandung dalam air kelapa terbukti dapat mendukung pertumbuhan kalus. Azwar (2008) juga menambahkan bahwa dari penelitian di National Institute of Molecular Biology and Biotechnology (BIOTECH) di UP Los Banos mengungkapkan, air kelapa dapat diambil hormon yang kemudian dibuat suatu produk suplemen yang disebut cocogro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk hormon dari air kelapa ini mampu meningkatkan hasil kedelai hingga 64%, kacang tanah hingga 15% dan sayuran hingga 20-30%. Kandungan unsur kalium yang cukup tinggi, air kelapa juga dapat merangsang pembungaan pada anggrek seperti dendrobium dan phalaenopsis (Hayati, 2011).

Hormon alami dan senyawa lain yang terdapat pada air kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5. Kandungan air kelapa

No	Macam Padatan	Komposisi Bahan
1	Asam amino	Aspartat, gultamat, serin, aspargin, glisin, histidin, glutamin, arginin, lisin, valin, pirosin, prolin, hidroksipolin
2	Ikatan nitrogen	Ammonium, etanolanin, dihidroksipenilalanin
3	Gula	Sukrosa, glukosa, fruktosa, manitol, surbitol, dan Minositol
4	Vitamin	Asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, riboflavin, asam folat, tiamin (sedikit), piridoksin (pada kelapa muda) dan asam askorbat
5	Asam organik	Citrat, suksinat, malat serta sikinat
6	Substansi pertumbuhan	Auksin, gibberellin, zeatin, ziatin, glukosat, dan ziatin ribosat
7	Hara mineral	K, Ca, P, Zn, Na, Mg

Sumber: Saidah, 2005.

Menurut Yusnida (2006), air kelapa adalah salah satu bahan alami, di dalamnya terkandung hormon seperti sitokinin 5,8 mg/L, auksin 0,07 mg/L dan giberelin sedikit sekali serta senyawa lain yang dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan. Penggunaan air kelapa dalam media kultur angrek telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Katuuk (2000) menyatakan bahwa pemberian 250ml/L air kelapa menunjukkan waktu yang paling cepat dalam perkecambahan biji angrek macan (*Grammatohyllum scriptum*). Armawi (2009), menambahkan bahwa pemberian air kelapa pada konsentrasi rendah 100ml/L dapat memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*).

Pertumbuhan yang baik akibat pemberian air kelapa karena kandungan auksin sangat berperan terhadap pertumbuhan tersebut. Menurut Saidah (2005), auksin diproduksi dalam jaringan meristematis yang aktif (yaitu tunas, daun muda dan buah). Kelapa muda merupakan salah satu jaringan meristem, sehingga hormon perangsang tumbuhan yang diproduksi di dalam sangat besar sekali. Hasil penelitian Darjanto (1977) membuktikan bahwa konsentrasi air kelapa 40% mampu meningkatkan jumlah buah sehat sebanyak 60%, sedangkan konsentrasi air kelapa 80% menurunkan jumlah buah sehat sebanyak 20%. Hal ini

menunjukkan bahwa pemberian air kelapa yang optimum atau sesuai dengan kebutuhan tanaman akan mempertahankan jumlah buah sehat, sedangkan jika berlebih dapat menurunkan jumlah buah sehat pada tanaman kakao. Menurut Saidah (2005), selain mengandung hormon alami, air kelapa juga mengandung asam amino, gula, asam organik dan hara mineral sehingga mampu meningkatkan produksi tanaman.

Penyemprotan hormon berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil, akan tetapi pada saat hormon diaplikasikan bersama dengan nutrisi akan memberikan pengaruh yang cukup berarti. Hormon atau zat pengatur tumbuh adalah bahan organik yang disintesis pada jaringan tanaman. Hormon diperlukan dalam konsentrasi yang optimum untuk mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Abidin, 1983).

2.6 Unsur Hara Zn

Tanaman membutuhkan beberapa unsur esensial dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Unsur mikro mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses fisiologis. Unsur-unsur ini dapat merangsang aktivitas enzim dari berbagai reaksi biokimia di dalam tanaman. Unsur mikro yang umum diketahui adalah Fe, B, Zn, Mo, Cu dan Cl (Salamala, 1990). Unsur mikro Zn dapat membantu tanaman kakao untuk berbunga secara optimal (Hidayat, 2005). Hal ini karena seng merupakan salah satu unsur mikro penting pada sejumlah enzim, sintesis protein, perubahan triptopan dan secara tidak langsung pada sintesis auksin (Leiwakabessy, 1988). Hal ini juga dipertegas oleh hasil penelitian (Widiancas, 2010) yang membuktikan bahwa unsur hara mikro Zn berpengaruh dalam menurunkan layu pentil.

Menurut Leiwakabessy (2002), aktivitas Zn dalam tanaman berperan dalam metabolisme auksin, enzim dehidrogenase, mendorong pembentukan sitokrom dan menstabilkan fraksi ribosom. Zn mempunyai peranan penting dalam pembentukan buah muda (Wood dan Lass, 1985). Unsur mikro Zn penting sebagai bagian dari metalo-enzim. Defisiensi Zn menyebabkan terhambatnya pertumbuhan vegetatif. Daun-daun menjadi kecil dan internodia sangat terhambat. Pengaruh utama dari Zn adalah pengaturan aktivitas auksin di dalam tanaman.

Unsur Zn berpengaruh pada reaksi dari triptophan menjadi auksin melalui triptamin (Marschner, 1986). Defisiensi Zn pada tanaman kakao ditemukan pada tanah-tanah masam yang aerasinya kurang baik. Keadaan tanah demikian dapat mengurangi ketersediaan Zn bagi tanaman kakao. Pemenuhan kebutuhan Zn bagi tanaman kakao diberikan melalui daun (Wood dan Lass, 1985). Hal ini karena unsur hara mikro lebih efektif diserap oleh daun dibandingkan melalui akar.

Penelitian Widiancas (2010) dengan menggunakan zat pengatur tumbuh NAA dan unsur mikro (Zn dan B) menunjukkan hasil sebagai berikut.

1. Aplikasi NAA dan unsur mikro (Zn + B) dapat menurunkan jumlah pentil layu dan mempertahankan jumlah pentil sehat. Pemberian NAA 500 mg/L dapat menurunkan jumlah pentil layu sebesar 25%, sedangkan pemberian unsur mikro ($\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L + B 3.000 mg/L) + NAA 500 mg/L dapat mempertahankan jumlah pentil sehat sebanyak 75%.
2. Aplikasi NAA dan unsur mikro (Zn + B) dengan teknik penyemprotan pada buah tidak dapat meningkatkan jumlah buah matang, jumlah biji per buah, berat biji kering per buah, dan berat 100 biji kering tanaman kakao.
3. Pemberian unsur mikro ($\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L + B 3.000 mg/L) + NAA 500 mg/L menghasilkan rata-rata jumlah pentil sehat, jumlah buah matang, jumlah biji per buah, berat biji kering per buah, dan berat 100 biji kering paling banyak dibandingkan perlakuan yang lain dan menghasilkan persentase pentil layu (25%) paling sedikit dibandingkan perlakuan lain.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut terbukti bahwa zat pengatur tumbuh NAA dan unsur mikro Zn mampu menurunkan jumlah pentil layu dan meningkatkan produksi buah kakao.

2.7 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian dan kajian pustaka, maka dapat diambil hipotesis sebagai berikut.

1. Terdapat interaksi antara konsentrasi air kelapa dan unsur Zn terhadap penurunan jumlah pentil layu
2. Konsentrasi air kelapa 75% dan unsur hara Zn 1.500 mg/L dapat menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PTPN XII Kebun Renteng Bagian Kedaton, Desa Panti, Kabupaten Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2015.

2.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kakao edel klon DR 2 milik PTPN XII Kebun Renteng Bagian Kedaton, Desa Panti, Kabupaten Jember, air kelapa, unsur hara mikro Zn dan air.

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini, ialah gelas ukur, neraca analitik, labu ukur, pipet ukur, alat penyemprot, kamera, perlengkapan tulis dan peralatan lain yang mendukung.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial 4 x 4 dengan 3 ulangan. Detail faktor perlakuan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut. Faktor 1 adalah konsentrasi hormon alami/air kelapa (Faktor K) dengan 4 taraf yang terdiri dari: a) K0 yaitu tanpa perlakuan (kontrol), b) K1 yaitu konsentrasi air kelapa 25% (250 ml air kelapa/Liter larutan), c) K2 yaitu konsentrasi air kelapa 50% (500 ml air kelapa/Liter larutan) dan d) K3 yaitu konsentrasi air kelapa 75% (750 ml air kelapa/Liter larutan). Faktor II adalah penggunaan unsur mikro (Faktor M) dengan 4 taraf yang terdiri dari: a) M0 yaitu konsentrasi $(\text{ZnSO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0 mg/L (kontrol), b) M1 yaitu konsentrasi $(\text{ZnSO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L, c) M2 yaitu konsentrasi $(\text{ZnSO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L dan d) M3 yaitu konsentrasi $(\text{ZnSO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L.

Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 4x4x3 sehingga diperoleh sebanyak 48 (empat puluh delapan) unit percobaan dan Denah dari kombinasi perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat bagan berikut.

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
K0M0	K3M0	K2M3
K2M3	K2M0	K0M0
K1M0	K0M3	K3M2
K3M2	K2M1	K1M0
K1M3	K0M1	K1M3
K0M1	K1M3	K3M3
K3M3	K1M1	K0M1
K1M1	K3M3	K1M1
K2M2	K3M1	K3M1
K3M1	K2M2	K2M2
K0M2	K0M0	K2M1
K2M1	K3M2	K0M2
K1M2	K1M0	K3M0
K0M3	K1M2	K2M0
K2M0	K2M3	K0M3
K3M0	K0M2	K1M2

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (anova). Apabila terdapat beda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Tata laksana Penelitian

Bahan yang digunakan untuk menurunkan jumlah layu pentil adalah air kelapa dan unsur hara mikro Seng (Zn). Seng yang digunakan adalah dalam bentuk Seng Sulfat (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$. Air kelapa yang digunakan adalah kelapa muda segar (tidak melewati masa simpan lebih dari 24 jam) yang banyak mengandung hormon alami, asam amino, gula, dan hara mineral. Cara menentukan tingkat kemasakan buah kelapa yaitu kelapa muda diambil dari panen buah berumur 6-8 bulan setelah pembuahan (Badan Penelitian dan Pengembangan Penelitian, 2007), dilihat dari aspek morfologi. kulitnya, kulit luar berwarna hijau dan lebih halus, daging buahnya terasa lentur. Air kelapa kemudian dikumpulkan kedalam wadah lalu disaring dengan penyaring halus agar tidak terdapat kotoran. Pembuatan larutan air kelapa dan unsur hara mikro Zn dengan berbagai konsentrasi adalah sebagai berikut.

a) Air kelapa 25%

Pembuatan air kelapa konsentrasi 25% yaitu dengan cara melarutkan 250 ml air kelapa/Liter larutan

b) Air kelapa 50%

Pembuatan air kelapa konsentrasi 50% yaitu dengan cara melarutkan 500 ml air kelapa/Liter larutan

c) Air Kelapa 75%

Pembuatan air kelapa konsentrasi 75% yaitu dengan cara melarutkan 750 ml air kelapa/Liter larutan

d) Unsur mikro (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L

Pembuatan unsur mikro seng dilakukan dengan cara melarutkan 3,58 gram Seng Sulfat (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipenuhi volumenya dengan air hingga mencapai 1 liter

e) Unsur hara mikro (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L

Pembuatan unsur mikro seng dilakukan dengan cara melarutkan 5,38 gram Seng Sulfat (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipenuhi volumenya dengan air hingga mencapai 1 liter

f) Unsur hara mikro (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L

Pembuatan unsur mikro Seng dilakukan dengan cara melarutkan 7,17 gram Seng Sulfat (ZnSO_4) $4\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipenuhi volumenya dengan air hingga mencapai 1 liter

3.4.2 Penyemprotan

Aplikasi dalam bentuk larutan melalui penyemprotan buah dengan volume semprot 1 liter per pohon. Penyemprotan dilakukan setiap 7 (tujuh) hari sekali dan dilakukan pada pagi hari (mulai pukul 7.00 sampai pukul 9.00 WIB) dengan tujuan menghindari penguapan. Penyemprotan dilakukan sampai merata keseluruhan bagian pentil dan dalam bentuk kabut agar mudah diserap.

3.4.3 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap minggu, dimulai setelah seminggu dilakukan aplikasi. Pengamatan dilakukan selama 2,5 bulan, dengan asumsi pentil dapat melewati masa kritis fase layu yaitu pada pentil berumur kurang lebih 70 hari. Setiap pohon diambil 20 pentil sebagai sampel untuk diamati. Kriteria pentil yang diamati yaitu pentil yang berukuran maksimal 3,65 cm karena ukuran tersebut merupakan fase kritis layu pentil. Penentuan sampel diambil dari pentil yang berada pada batang mulai dari permukaan tanah sampai dengan setinggi 3 meter dengan tujuan memudahkan dalam pengamatannya. Variabel yang diamati adalah sebagai berikut.

a) Jumlah pentil sehat

Jumlah pentil total awalnya ditetapkan sebanyak 20 buah. Kemudian jumlah pentil yang sehat diamati setiap minggu, dengan cara menghitung jumlah pentil yang masih sehat pada batang yang diamati, mulai dari permukaan tanah sampai setinggi 3 m. Pengamatan jumlah pentil sehat dilakukan hingga pentil mencapai umur 10 minggu setelah perlakuan.

b) Jumlah pentil layu

Jumlah pentil yang layu diamati setiap minggu, dengan cara menghitung jumlah pentil yang layu pada batang yang diamati, mulai dari permukaan tanah

sampai setinggi 3 m. Jumlah pentil layu diamati hingga pentil mencapai umur 10 minggu setelah perlakuan.

c) Laju kelayuan buah (% per minggu)

Laju kelayuan buah diamati setiap minggu sekali sampai dengan akhir pengamatan dengan cara menghitung jumlah pentil pada setiap pohon yang menunjukkan gejala layu pentil.

d) Kandungan Zeng

Kandungan Zeng dianalisis pada akhir pengamatan dengan cara mengambil sampel pentil sehat dari setiap perlakuan. Kandungan boron dianalisis dengan metode SSA (Spektrofotometer Serapan Atom).

3.4.4 Data Pendukung

a) Kelembapan tanah

Kelembapan tanah diukur menggunakan moisture tester dan soil tester pada akhir pengamatan. Setiap titik pengamatan diukur sebanyak tiga kali ulangan agar didapatkan data yang akurat

b) pH tanah

Kelembapan dan pH tanah diukur menggunakan pH moisture tester dan soil tester pada akhir pengamatan. Setiap titik pengamatan diukur sebanyak tiga kali ulangan agar didapatkan data yang akurat.

c) Cahaya masuk (%)

Persentase cahaya masuk diukur menggunakan lux meter pada akhir pengamatan. Setiap titik pengamatan diukur sebanyak tiga kali ulangan agar didapatkan data yang akurat.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Nilai F hitung terhadap perlakuan air kelapa dan unsur mikro Zn terhadap jumlah buah kakao disajikan pada Tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1. Nilai F hitung variabel pengamatan pentil sehat dan pentil layu

No	Variabel Pengamatan	F Hitung		
		Air Kelapa (K)	Unsur Mikro (M)	Interaksi (K x M)
1	Pentil Sehat	4,48 *	0,81 ns	5,45 **
2	Pentil Layu	4,48 *	0,81 ns	5,45 **

Keterangan: (ns) Berbeda tidak nyata; (*) Berbeda nyata; (**) Berbeda sangat nyata.

Tabel 4.1.2. Hasil Uji Duncan pentil sehat pada taraf kepercayaan 95%

Konsentrasi air kelapa (%) (K)	Konsentrasi Zn (mg/L) (M)			
	0	1.000	1.500	2.000
0	3,67 aA	6,33 abAB	7,67 bcB	8,00 bB
25	7,67 bAB	4,33 aA	9,33 cBC	11,33 bC
50	7,67 bB	8,67 bB	4,00 aA	9,00 bB
75	7,33 bB	7,00 abB	4,67 abAB	2,00 aA

Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan 5%.
- Huruf kecil (a,b...) dibaca secara vertikal dan huruf besar (A,B...) dibaca horizontal.

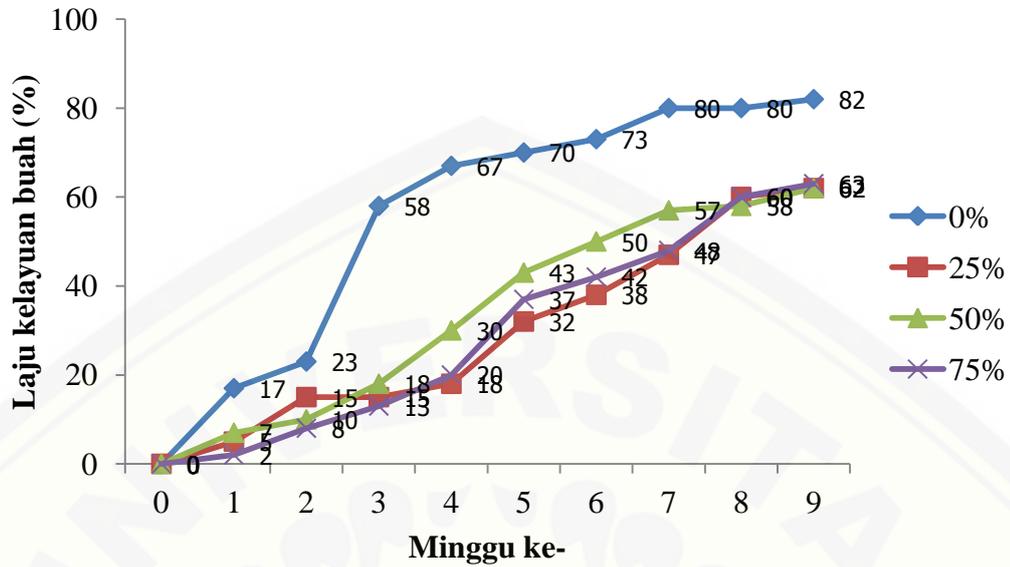
Tabel 4.1.3. Hasil Uji Duncan pentil layu pada taraf kepercayaan 95%

Konsentrasi air kelapa (%) (K)	Konsentrasi Zn (mg/L) (M)			
	0	1.000	1.500	2.000
0	16,33 bB	13,67 abAB	12,33 abA	12,00 aA
25	12,33 aBC	15,67 bC	10,67 aAB	8,67 aA
50	12,33 aA	11,33 aA	16,00 cB	11,00 aA
75	12,67 aA	13,00 abA	15,33 bcAB	18,00 bB

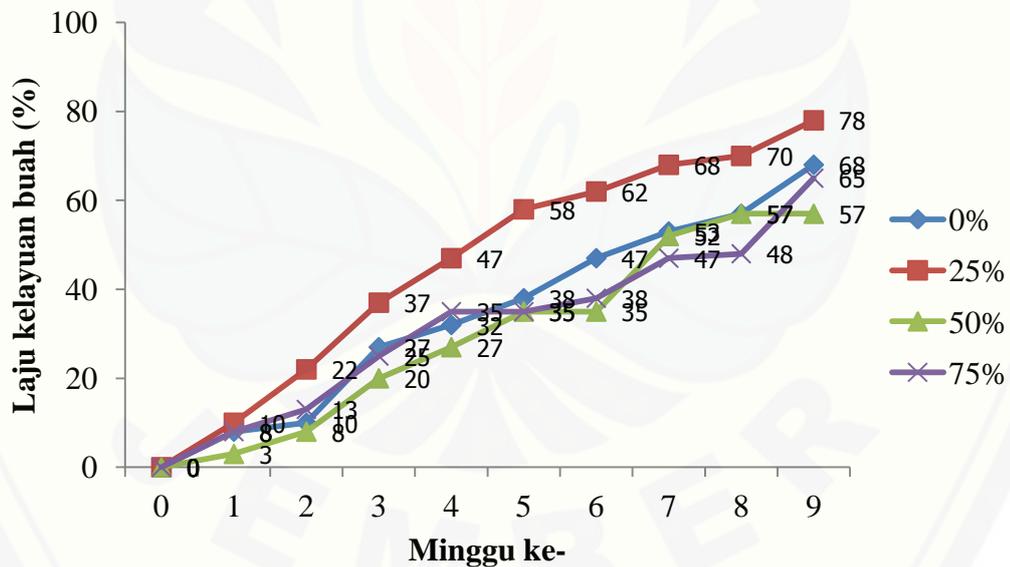
Keterangan:

- Angka-angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan 5%.
- Huruf kecil (a,b...) dibaca secara vertikal dan huruf besar (A,B...) dibaca horizontal.

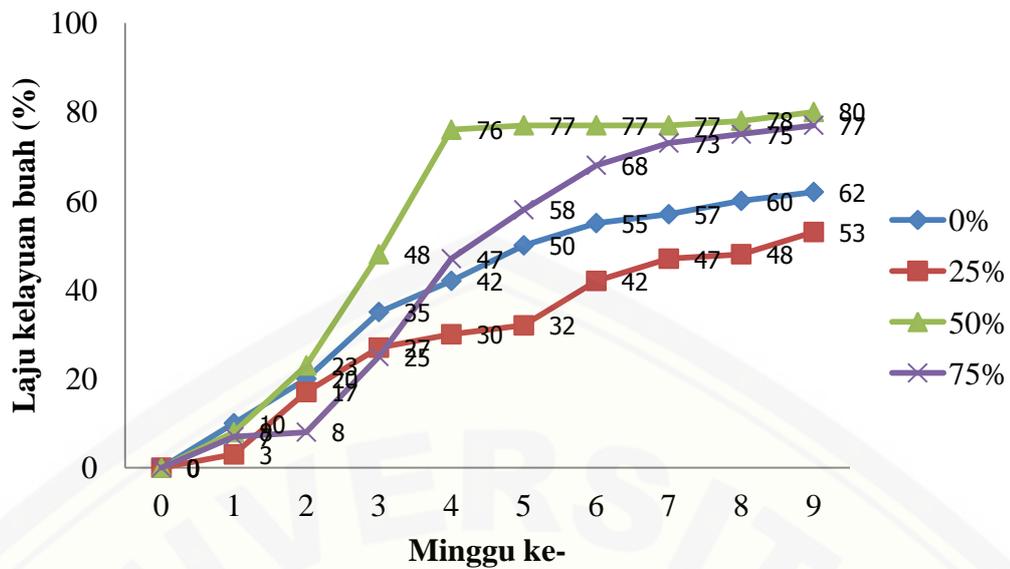
Adapun laju kelayuan buah dari minggu ke-0 sampai dengan minggu ke-9 dapat dilihat pada Gambar 4.1.2 sampai 4.1.5 sebagai berikut.



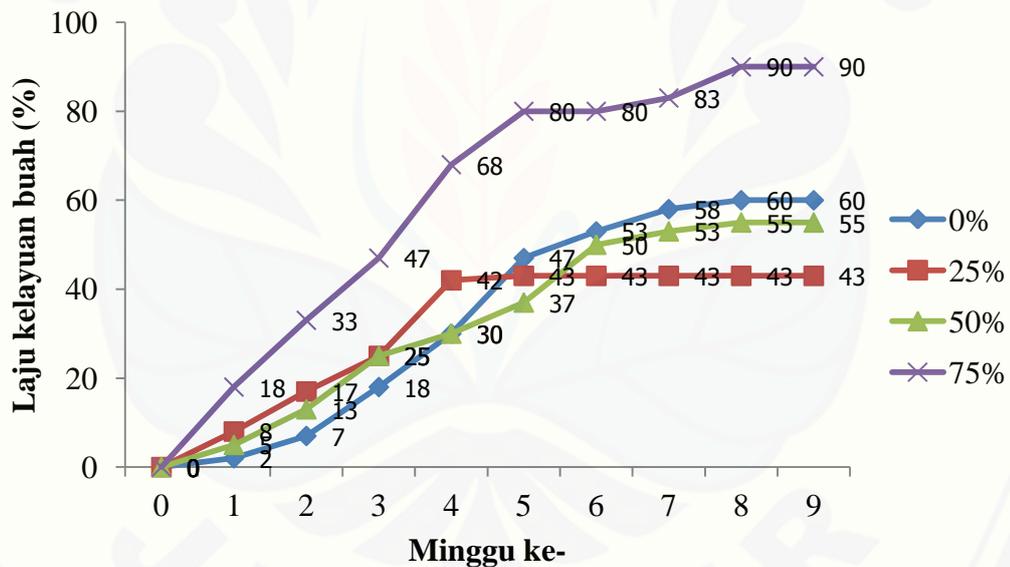
Gambar 4.1.2. Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi ZnSO₄. 4H₂O 0 mg/L



Gambar 4.1.3. Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi ZnSO₄. 4H₂O 1.000 mg/L

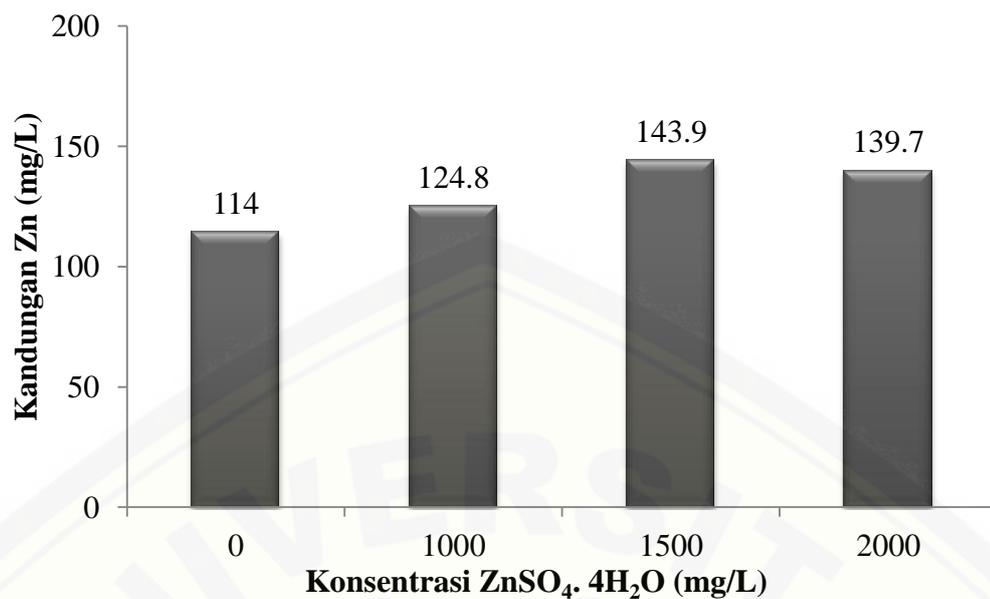


Gambar 4.1.4. Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi ZnSO₄. 4H₂O 1.500 mg/L



Gambar 4.1.5. Laju kelayuan buah pada berbagai konsentrasi air kelapa yang diberi ZnSO₄. 4H₂O 2.000 mg/L

Gambar 4.1.2 sampai 4.1.5 menunjukkan laju kelayuan buah setiap minggunya mengalami peningkatan. Peningkatan laju kelayuan buah tidak sama pada setiap kombinasi perlakuan.



Gambar 4.1.6. Kandungan unsur hara mikro Zn pada pentil kakao sehat

Gambar 4.1.6 menunjukkan kandungan unsur hara mikro Zn yang berbeda pada setiap perlakuan. Kandungan Zn di Afd. Kedaton pada tahun 2011 adalah 56 mg/L – 61 mg/L. Tahun 2015 mengalami peningkatan menjadi 114 mg/L. Hal ini disebabkan karena selama 4 (empat) tahun tanaman kakao di Afd. Kedatoan dilakukan pemupukan Gandasil D dan Gandasil B dengan dosis 20 g/10 L larutan. Gandasil D dan B merupakan pupuk daun yang banyak mengandung hara mikro, termasuk Zn.

4.2 Pembahasan

Tabel 4.1.1 menunjukkan bahwa interaksi air kelapa dan unsur hara mikro yang diaplikasikan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan pentil sehat dan pentil layu. Aplikasi air kelapa memberikan pengaruh berbeda nyata dan unsur hara mikro memberikan pengaruh berbeda tidak nyata (ns).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi air kelapa dan unsur mikro berpengaruh berbeda sangat nyata terhadap jumlah pentil total tanaman kakao. Hal ini disebabkan karena air kelapa mengandung hormon alami seperti sitokinin 5,8 mg/L, auksin 0,07 mg/L dan giberelin yang dapat mempertahankan jumlah pentil sehat dan menurunkan jumlah pentil layu sampai tanaman kakao

melewati fase kritis (Yusnida, 2006). Saidah (2005) menambahkan selain mengandung hormon alami, air kelapa juga mengandung asam amino, gula, vitamin, dan hara mineral sehingga mampu meningkatkan produksi tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa produk hormon dari air kelapa ini mampu meningkatkan hasil kedelai hingga 64%, kacang tanah hingga 15% dan sayuran hingga 20-30%. Kandungan unsur kalium yang cukup tinggi, air kelapa juga dapat merangsang pembungaan pada anggrek seperti dendrobium dan phalaenopsis (Hayati, 2011). Selain itu, air kelapa juga mengandung triptophan yang mampu meningkatkan sintesis auksin dalam buah, sehingga kandungan auksin pada buah meningkat. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa triptophan berfungsi sebagai prekursor pembentukan IAA di dalam tanaman, sehingga dengan adanya air kelapa produksi IAA di dalam tanaman menjadi meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Darjanto (1977) membuktikan bahwa konsentrasi air kelapa 40% mampu meningkatkan jumlah buah sehat sebanyak 60%, sedangkan konsentrasi air kelapa 80% menurunkan jumlah buah sehat sebanyak 20%.

Wareing dan Patrick (1976) dalam Tjasadiharja (1987) menyatakan bahwa asimilat akan bergerak kearah bagian tanaman yang mengandung hormon pertumbuhan dalam konsentrasi tinggi yang selanjutnya dikenal dengan konsep *Hormone Directed Transport*. Hasil penelitian Salamala (1990) menunjukkan bahwa pemberian multimikro (antara lain mengandung unsur Zn dan B) dan NAA dapat menekan presentase pentil layu, meningkatkan presentase pentil yang tidak layu, meningkatkan produksi biji kering per hektar dan meningkatkan jumlah buah kakao yang dapat dipanen per pohon. Selanjutnya dinyatakan bahwa hal tersebut karena adanya peningkatan penyediaan asimilat pada pentil kakao.

Pengamatan pentil sehat bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak pentil kakao sehat atau yang dapat melewati fase layu pentil. Pentil kakao apabila hidup sampai berumur lebih dari 70 hari setelah terbentuk, maka dapat disimpulkan pentil tersebut sehat hingga dapat dipanen. Layu pentil dapat menyerang sekitar 70%-90% buah pentil yang berumur 50 hari dengan ukuran maksimal 10 cm (Susanto, 1994).

Berdasarkan Tabel 4.1.2 dapat diketahui bahwa apabila tanpa pemberian air kelapa (K0) rata-rata pentil sehat mengalami peningkatan pada setiap level

pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yang masing-masing adalah 3,67 buah (tanpa pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), 6,33 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L), 7,67 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L) dan 8,00 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L). Namun dengan pemberian air kelapa konsentrasi 75% (K3), rata-rata pentil sehat justru mengalami penurunan pada setiap level pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yang masing-masing 7,33 buah (tanpa pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), 7,00 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L), 4,67 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L) dan 2,00 buah (pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L). Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi air kelapa mempengaruhi jumlah layu pentil pada setiap level $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Konsentrasi air kelapa yang tinggi (75%) justru menurunkan rata-rata layu pentil karena konsentrasi air kelapa yang tinggi menyebabkan konsentrasi larutan yang tinggi sehingga menyebabkan kontak permukaan antara buah dan larutan rendah sehingga larutan tidak dapat terserap secara sempurna. Selain itu, konsentrasi air kelapa yang tinggi juga akan menyebabkan kandungan hormon serta hara mineral juga tinggi sehingga justru menghambat atau menyebabkan kerontokan pentil pada tanaman kakao. Hal ini sesuai dengan pernyataan Marschner (1986) bahwa hara mineral yang tinggi pada tanaman akan menyebabkan tanaman keracunan. Salisbury dan Ross (1995) menambahkan bahwa hormon yang tinggi pada tanaman justru menghambat aktivitas enzim. Hal inilah yang selanjutnya berdampak pada kerontokan buah.

Namun hal ini berbeda pada pemberian air kelapa konsentrasi 25%, rata-rata pentil sehat justru mengalami penurunan dengan pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L dan selanjutnya mengalami peningkatan pada pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L dan 2.000 mg/L (Tabel 4.1.2). Hal ini karena pada ulangan 1 dan 2 dengan pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L telah mengalami kerontokan buah 85% pada minggu 8 disebabkan kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Tanaman kakao menghendaki pH optimum 6 – 7,50, kelembapan tanah 80% dan intensitas cahaya 75% (Karmawati, dkk., 2010; Layli, 2012; Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Namun kondisi lingkungan pada ulangan 1 dan 2 tersebut tidak memenuhi kebutuhan optimum tanaman kakao untuk berproduksi optimum (Lampiran 1).

Sedangkan pada pemberian konsentrasi 50%, rata-rata pentil sehat justru mengalami peningkatan (8,67 buah) pada pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.000 mg/L dibandingkan tanpa pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (8,67 buah). Namun Pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L justru menurunkan rata-rata pentil sehat dan pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ meningkatkan rata-rata pentil sehat (Tabel 4.1.2). Penurunan yang drastis pada pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L karena pada perlakuan tersebut, tepatnya pada ulangan 2 telah mengalami kerontokan buah sebanyak 100% pada minggu ketiga. Kerontokan buah yang drastis tersebut disebabkan karena kondisi lingkungan yang tidak optimum. Tanaman kakao menghendaki pH optimum 6 – 7,50, kelembapan tanah 80% dan intensitas cahaya 75% (Karmawati, dkk., 2010; Layli, 2012; Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Namun kondisi lingkungan pada ulangan 2 tersebut tidak memenuhi kebutuhan optimum tanaman kakao untuk berproduksi optimum (Lampiran 1).

Berdasarkan Tabel 4.1.2 dapat dilihat pula bahwa kombinasi perlakuan K1M3 (air kelapa 25% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L menghasilkan rata-rata jumlah pentil sehat paling banyak dibandingkan perlakuan lain. Namun berdasarkan hasil uji duncan, perlakuan K1M3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1M2 (air kelapa 25% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L), artinya apabila ditinjau dari segi efisiensi maka perlakuan terbaik untuk rekomendasi adalah K2M2. Perlakuan lainnya menunjukkan berbeda nyata dibandingkan kontrol kecuali pada perlakuan K3M3 (air kelapa 75% dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L memiliki rata-rata lebih kecil (2,00 buah) dibandingkan kontrol (3,67 buah). Hal ini disebabkan karena aplikasi air kelapa dan unsur mikro Zn melebihi kebutuhan optimum tanaman, sehingga tanaman mengalami keracunan dan tidak mampu menjalankan proses metabolismenya secara normal. Perlakuan K1M2 (air kelapa 25% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L) menyebabkan meningkatnya penyediaan asimilat dalam pohon untuk dapat digunakan oleh pentil. Widiancas (2010) menambahkan bahwa meningkatnya cadangan asimilat dapat mengurangi persaingan antara pentil dengan organ aktif tanaman lain, sehingga layu pentil yang terjadi semakin berkurang. Perlakuan K1M2 mampu mempertahankan jumlah pentil sehat paling banyak karena konsentrasi air kelapa dan unsur hara Zn sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Nur dan Zaenudin (1999) mengemukakan bahwa buah merupakan organ tanaman yang memerlukan dukungan asimilat paling banyak untuk pertumbuhannya. Semakin banyak buah yang muncul semakin banyak pula persaingan yang terjadi untuk mendapatkan asimilat. Kelayuan buah muda ada kaitannya dengan kompetisi hara dan mineral antara buah-buah yang sedang tumbuh (Widiancas, 2010). Tjasadihardja (1981) menyebutkan bahwa tingkat kelayuan buah yang tinggi timbul beberapa saat setelah terbentuk daun baru, hal ini menunjukkan adanya persaingan antara buah dengan organ vegetatif untuk mendapatkan asimilat. Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan pentil sehat juga disebabkan oleh pengaruh Zn berperan dalam meningkatkan kemampuan kompetisi pentil kakao terhadap intensitas pembentukan tunas (Widiancas, 2010).

Penelitian Salamala (1990) menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara pembentukan pentil kakao dengan banyaknya pentil layu. Semakin banyak buah muda atau pentil kakao yang terbentuk maka semakin banyak pentil kakao yang mengalami layu. Pentil yang terbentuk tidak sebanding dengan daya dukung tanaman. Asimilat yang tersedia untuk pertumbuhan buah muda sangat terbatas, sehingga menyebabkan persaingan antara buah muda yang terbentuk dan buah muda yang tidak mampu menyerap asimilat akan mengalami layu pentil (Widiancas, 2010).

Alvim *et al.* (1974) menyatakan bahwa layu pentil pada kakao disebabkan karena adanya persaingan dalam mendapatkan asimilat, terutama karbohidrat. Widiancas (2010) menambahkan bahwa layu pentil merupakan penyakit fisiologis yang disebabkan oleh persaingan nutrisi antara pentil dengan organ lain yang sedang tumbuh aktif yang mengakibatkan kegagalan proses embriogenesis dan perkembangan buah. Penelitian Tjasadihardja (1987) membuktikan bahwa layu pentil nampak jelas terjadi setelah terjadi *flush* (pertunasan). Artinya layu pentil erat hubungannya dengan pertunasan pada kakao yang terjadi secara terus-menerus (Widiancas, 2010). Maka berdasarkan uraian tersebut, diperlukan kombinasi perlakuan antara air kelapa dan unsur mikro Zn yang sesuai agar buah muda atau pentil kakao mendapatkan asimilat lebih banyak dibandingkan pertunasan yang baru terbentuk. Perlakuan K1M2, K1M3 dan K2M0 merupakan perlakuan optimum untuk menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao.

Tabel 4.1.3 juga menunjukkan fenomena yang sama dengan variabel pengamatan pentil sehat, dimana interaksi antara konsentrasi air kelapa tidak sama pada setiap level pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Kombinasi perlakuan K3M3 (air kelapa 75% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L) menghasilkan rata-rata pentil layu paling banyak dibandingkan perlakuan lain. Sedangkan perlakuan K1M3 (air kelapa 25% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L) dan K1M2 (air kelapa 25% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L) menunjukkan jumlah pentil layu paling sedikit dibandingkan perlakuan lain. Pemberian air kelapa dan unsur mikro Zn dengan konsentrasi optimum mampu menurunkan tingkat pentil layu yang terjadi. Unsur Zn berpengaruh pada reaksi dari triptophan menjadi auksin melalui triptamin (Marschner, 1986). Asimilat pada dasarnya akan menuju pada bagian yang mengandung banyak hormon pertumbuhan seperti auksin, sehingga dengan kandungan Zn yang optimum maka fotosintat akan menuju pada pentil yang diberi perlakuan sesuai kebutuhan optimum tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Widiancas (2010), pemberian ($\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L + B 3.000 mg/L) + NAA 500 mg/L menghasilkan rata-rata pentil layu paling sedikit (1,00) dibandingkan perlakuan lain. Widiancas (2010) menambahkan bahwa tanaman kakao membutuhkan tambahan nutrisi Zn, B dan hormon agar dapat mengurangi tingkat layu pentil.

Pemberian air kelapa dalam konsentrasi yang terlalu tinggi justru akan menghambat perkembangan buah. Auksin dosis tinggi dapat merangsang produksi etilen. Kelebihan etilen dapat menghalangi pertumbuhan, menyebabkan gugur daun, bahkan membunuh tanaman (Widiancas, 2010). Abidin (1983) menambahkan bahwa penggunaan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) dengan konsentrasi terlalu tinggi justru akan menghambat pertumbuhan dan proses fisiologis tanaman. Begitu halnya dengan pemberian unsur mikro yang berlebih akan menyebabkan tanaman mengalami keracunan, sehingga tidak mampu menjalankan proses metabolismenya secara normal (Salisbury dan Ross, 1995).

Wahyudi dan Rahardjo (2008) menyatakan bahwa masa peka layu pentil terjadi pada buah berumur 5 – 9 minggu dengan tingkat kepekaan pada umur 9 minggu. Widiancas (2013) menambahkan bahwa layu pentil terjadi pada buah yang berumur 0 – 70 hari berkisar 70-90%. Berdasarkan Gambar 4.1.2 bahwa laju

kelayuan buah meningkat setiap minggunya. Namun tingkat kepekaan titik kritis atau kepekaan layu pentil berbeda pada setiap level konsentrasi air kelapa dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Data kontrol menunjukkan bahwa titik kritis kelayuan buah terjadi pada minggu ke-3 sebanyak 58%. Sedangkan pemberian air kelapa dengan konsentrasi 25%, 50% dan 75% menunjukkan titik kritis kelayuan buah pada minggu ke-5 yang masing-masing 43%, 37%, dan 32%. Data tersebut menunjukkan bahwa pemberian air kelapa mampu memperpanjang titik kritis sampai dengan minggu ke-5 serta mampu menekan layu pentil lebih rendah dibandingkan kontrol. Hal ini terjadi karena air kelapa mengandung hormon seperti sitokinin 5,8 mg/L, auksin 0,07 mg/L dan giberelin (Yusnida, 2006). Air kelapa juga mengandung asam amino, ikatan nitrogen, gula, vitamin dan mineral yang dapat mendukung pembentukan buah kakao (Saidah, 2005).

Gambar 4.1.3 menunjukkan bahwa titik kritis laju kelayuan buah terjadi pada minggu ke-4, namun tingkat laju kelayuan buahnya lebih sedikit apabila dibandingkan dengan tanap pemberian $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi air kelapa dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ mampu menurunkan layu pentil. Begitu hanya pada Gambar 4.1.4 dan 4.1.5 menunjukkan titik kritis kelayuan buah terjadi pada minggu ke-4. Namun yang perlu digaris bawahi bahwa persentase kelayuan buah pada setiap level kombinasi konsentrasi air kelapa dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ berbeda. Persentase kelayuan buah tertinggi terjadi pada konsentrasi air kelapa 50% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L (Gambar 4.1.4), sedangkan terendah pada konsentrasi air kelapa 50% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L (Gambar 4.1.5). Sedangkan persentase kelayuan buah yang stabil dari minggu ke-4 sampai dengan minggu ke-9 adalah air kelapa 25% dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L. Berdasarkan data tersebut dapat dijelaskan bahwa pemberian air kelapa dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ mampu menekan layu pentil yang normalnya terjadi sampai dengan 70 – 90%. Konsentrasi air kelapa dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yang optimum (air kelapa 25% dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L) mampu menekan layu pentil sampai dengan 43%.

Berdasarkan Gambar 4.1.2 sampai dengan 4.1.5 dapat dijelaskan pula bahwa laju kelayuan buah setiap minggu mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan Tjasadihardja dalam Pangaribuan (2004) dalam penelitiannya

membuktikan bahwa perlakuan pemberian hormon IAA mempengaruhi laju kelayuan buah (% per minggu). Konsentrasi air kelapa yang berbeda mempengaruhi laju kelayuan buah pada setiap pemberian unsur mikro yang sama. Ini menunjukkan bahwa penyerapan air kelapa dipengaruhi oleh unsur Zn. Apabila dikaitkan dengan mekanisme masuknya unsur hara ke dalam jaringan tanaman ternyata benar, kepekatan unsur hara di atas jaringan akan memperlambat masuknya unsur hara melalui *ectodesmata*. Perlakuan K3M3 menunjukkan laju kelayuan paling tinggi (90%) karena konsentrasinya sangat pekat sehingga unsur Zn tidak terserap sempurna. Konsentrasi larutan yang pekat menyebabkan kontak permukaan antara larutan dan buah rendah, sehingga larutan tidak dapat terserap sempurna. Selain itu, peningkatan laju kelayuan buah pada setiap perlakuan minggunya juga disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut seperti pengaruh perlakuan, serangan hama (*Helopeltis* sp. dan *Phytophthora palmivora*), dan faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembapan dan persentase cahaya masuk.

Perlakuan K3M3 (air kelapa 75% + $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L) menunjukkan rata-rata layu buah paling banyak (90%) dibandingkan perlakuan lain. Hal ini disebabkan perlakuan tersebut melebihi batas optimum kebutuhan nutrisi dan hormon yang dibutuhkan tanaman. Penggunaan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) dengan konsentrasi terlalu tinggi justru akan menghambat pertumbuhan dan proses fisiologis tanaman. Kandungan unsur hara mikro yang berlebih juga akan menyebabkan tanaman keracunan sehingga tanaman tidak mampu menjalankan proses metabolismenya secara normal. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Darjanto (1977) bahwa konsentrasi air kelapa 40% mampu meningkatkan jumlah buah sehat sebanyak 60%, sedangkan konsentrasi air kelapa 80% menurunkan jumlah buah sehat sebanyak 20%.

Selain karena hormon dan unsur hara mikro yang berlebih, kombinasi perlakuan K1M1 dan K2M2 menunjukkan peningkatan layu pentil yang tinggi dibandingkan perlakuan lainnya kecuali kontrol yang masing-masing adalah (78% dan 80%), atau memiliki selisih 6% dan 4% dibandingkan kontrol (82%). Hal ini disebabkan karena luka mekanis tusukan *Helopeltis* sp. dapat menyebabkan pentil kakao menjadi layu (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Wood dan Lass (1985)

menambahkan bahwa kehilangan pentil dapat pula disebabkan oleh patogen *Phytophthora palmivora*. Serangan serangga dan cendawan dapat menurunkan pentil kakao yang sehat dan buah kakao masak yang dapat dipanen bila tidak dilakukan pengendalian sedini mungkin (Widiancas, 2010).

Apabila dilihat lebih dalam pada setiap ulangan, kombinasi perlakuan K1M1 (air kelapa 25% + Zn 1.000 mg/L) dan K2M2 (air kelapa 50% + ZnSO₄. 4H₂O 1.500 mg/L) menunjukkan peningkatan laju kelayuan buah mulai minggu ke-3. Bahkan pada salah satu perlakuan K2M2 sudah mengalami kerontokan sebanyak 20 buah (100%). Begitu halnya dengan perlakuan K1M1, pada salah satu ulangan menunjukkan peningkatan kelayuan buah tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal inilah yang menyebabkan perlakuan K1M1 dan K2M2 menunjukkan rata-rata laju buah paling banyak dibandingkan perlakuan lainnya, kecuali kontrol dan perlakuan K3M3. Selain disebabkan perlakuan dan *Helopeltis* sp. dan *Phytophthora palmivora*, kelayuan buah yang tinggi tersebut disebabkan faktor lingkungan seperti kelembapan tanah, pH tanah dan persentase cahaya yang masuk.

Produksi buah kakao akan meningkat seiring dengan meningkatnya kualitas sumber daya lahan. Kelembapan tanah yang tidak sesuai dengan syarat tumbuh kakao dapat menurunkan produksi kakao. Tanaman kakao menghendaki kelembapan tanah 80% untuk dapat berproduksi secara maksimal (Layli, 2012). Namun berdasarkan hasil pengukuran kelembapan tanah di lahan percobaan ternyata ulangan 1 dan 2 pada perlakuan K1M1 memiliki kelembapan tanah 115% dan 130%, sedang ulangan 3 memiliki kelembapan tanah 75%. Begitu halnya dengan perlakuan K2M2 pada ulangan 2 (yang mengalami kerontokan pentil 100% mulai minggu ke-3) memiliki kelembapan tanah 130% (Lampiran 1). Kelembapan tanah yang tinggi menunjukkan bahwa kadar air dalam tanah tersebut berada dalam kisaran jenuh air. Apabila tanah jenuh air maka respirasi akar akan terhambat. Akibatnya proses metabolisme tanaman akar terhambat atau tidak normal (Salisbury dan Ross, 1995). Salisbury dan Ross (1995) menambahkan bahwa respirasi merupakan proses pernafasan tanaman yang menghasilkan H₂O, CO₂ dan ATP. Apabila tanaman terhambat proses respirasinya maka tanaman akan kekurangan energi dalam bentuk ATP untuk

melakukan proses metabolismenya, khususnya dalam hal fotosintesis yang membutuhkan banyak ATP. Berhubungan dengan percobaan tersebut, maka selanjutnya tanaman tidak akan mampu mensuplai fotosintat pada buah, sehingga buah banyak mengalami kerontokan sebelum masak fisiologis.

Selain kelembapan tanah, tanaman kakao menghendaki pH optimum 6 – 7,5, tidak lebih dari 8 dan tidak kurang dari 4 (Karmawati, dkk., 2010). Karmawati dkk. (2010) menambahkan bahwa terbatasnya ketersediaan hara pada pH tinggi dan efek racun Al, Mn dan Fe pada pH masam. Berdasarkan pengukuran pH di lahan percobaan menunjukkan pH tanah perlakuan K2M2 pada ulangan 1, 2 dan 3 masing-masing adalah 4,8, 4,5 dan 4,6 (Lampiran 1). Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa pH tanah pada perlakuan tersebut berada dalam kategori masam. Efek racun Al, Mn dan Fe dari pada perlakuan tersebut menyebabkan metabolisme tanaman tidak normal, sehingga berimplikasi pada kerontokan pentil sebelum masak fisiologis.

Tanaman kakao pada dasarnya termasuk tanaman C3 yang mampu berfotosintesis pada suhu daun rendah. Fotosintesis maksimum diperoleh pada saat penerimaan cahaya pada tajuk sebesar 20% dari pencahayaan penuh. Kejenuhan cahaya di dalam fotosintesis setiap daun yang telah membuka sempurna berada pada kisaran 3 -30%. Hal ini berkaitan pula dengan pembukaan stomata yang lebih besar bila cahaya matahari yang diterima lebih banyak (Karmawati, dkk., 2010).

Intensitas cahaya matahari berperan penting dalam proses fisiologis tanaman. Secara umum kebutuhan cahaya yang bisa mencukupi untuk proses asimilasi tanaman adalah sekitar 75% dari total cahaya matahari penuh (Wahyudi dan Rahardjo, 2008). Apabila cahaya masuk kurang atau lebih maka dapat dikatakan beberapa proses fisiologis, khususnya fotosintesis akan terhambat, mengingat cahaya matahari adalah energi utama tanaman dalam proses fotosintesis. Berdasarkan hasil pengukuran di lahan percobaan, cahaya masuk pada semua perlakuan berada dalam kisaran normal. Kecuali pada ulangan 2 perlakuan K2M2 cahaya masuknya adalah 87% (Lampiran 1). Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan proses transpirasi juga tinggi, jika terjadi terus-menerus maka tanaman akan mengalami penguapan air yang berlebih, sehingga tanaman

akan kekurangan air untuk melakukan proses fotosintesis. Hal ini selanjutnya akan berimplikasi terhadap kerontokan buah sebelum masak fisiologis. Apabila proses fotosintesis terhambat, maka asupan asimilat pada buah juga terhambat (Salisbury dan Ross, 1995).

Gambar 4.1.6 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh aplikasi unsur hara mikro Zn terhadap jumlah pentil kakao. Berdasarkan hasil analisis jaringan tanaman di Afd. Kedaton sebelum perlakuan menunjukkan bahwa kandungan Zn 56 mg/L dan 61 mg/L. Setelah perlakuan ternyata kandungan Zn pada jaringan tanaman meningkat (Gambar 4.1.6). Hal ini disebabkan karena selama tahun tanaman kakao di Afd. Kedaton dilakukan pemupukan Gandasil D dan Gandasil B dengan dosis 20 g/10 L larutan. Gandasil D dan B merupakan pupuk daun yang banyak mengandung hara mikro, termasuk Zn.

Data pengamatan pentil sehat dan pentil layu menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik adalah K1M2 dan K1M3. Artinya perlakuan unsur mikro terbaik adalah M2 dan M3. Namun tidak selalu demikian, hal ini disebabkan pada kombinasi perlakuan K3M3 menunjukkan perlakuan paling buruk. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi negatif antara konsentrasi air kelapa dan konsentrasi unsur mikro Zn. Perlakuan K1M2 dan K1M3 menunjukkan perlakuan terbaik karena konsentrasi air kelapanya optimum (25% - 50%), sedangkan perlakuan K3M3 memberikan pengaruh paling buruk terhadap jumlah pentil sehat karena konsentrasi air kelapa yang digunakan adalah 75%. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa konsentrasi hormon yang berlebih pada tanaman justru menghambat proses fisiologis tanaman kakao (Salisbury dan Ross, 1995).

Cottenie (1983) menyatakan bahwa kandungan optimum Zn dalam jaringan tanaman dikotil adalah 125 mg/L. Leiwakabessy (1988) menambahkan bahwa kadar normal Zn dalam bahan kering berkisar 150 mg/L. Apabila mengacu pada hal tersebut, maka kandungan Zn yang mendekati kisaran optimum berdasarkan hasil analisis jaringan adalah perlakuan M2 (143,9 mg/L) dan M3 (139,7 mg/L). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa perlakuan K1M2 dan K1M3 menunjukkan jumlah layu pentil paling sedikit dan tidak berbeda nyata pada akhir pengamatan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat interaksi antara konsentrasi air kelapa dan unsur hara Zn terhadap jumlah pentil layu
2. Kombinasi perlakuan konsentrasi air kelapa 25% dan $(\text{ZnSO}_4) 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L merupakan rekomendasi untuk menurunkan jumlah layu pentil pada tanaman kakao.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Petani dapat mengaplikasikan konsentrasi air kelapa 25% + $(\text{ZnSO}_4) 4\text{H}_2\text{O}$ 1.500 mg/L atau 25% + $(\text{ZnSO}_4) 4\text{H}_2\text{O}$ 2.000 mg/L untuk menekan layu pentil pada tanaman kakao
2. Peneliti selanjutnya sebaiknya lebih hati-hati dalam membungkus dan mengikat pentil kakao yang akan dijadikan sampel penelitian agar pentil kakao tidak mudah rontok karena pengaruh perlakuan mekanis
3. Peneliti selanjutnya sebaiknya melakukan pengendalian menggunakan insektisida terhadap hama *Helopeltis* sp. dan *Phytophthora palmivora*, hal ini karena pada penelitian sebelumnya hama tersebut masih dapat masuk ke dalam kakao yang sudah dibungkus
4. Peneliti selanjutnya sebaiknya melakukan analisis pendahuluan terhadap pentil kakao agar dapat diketahui penyebab layu pentil pada kakao yang akan dijadikan objek penelitian.
5. Peneliti selanjutnya sebaiknya melakukan analisis Zn jaringan yang benar sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan agar didapatkan hasil analisis yang akurat (Lampiran 6).

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1983. *Dasar-dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. ANKASA Bandung Bidang Pendayagunaan dan Masyarakat Ilmu Pengetahuan dan Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bandung.
- Aklimawati, L. 2013. Potensi Ekonomi Kakao sebagai Sumber Pendapatan Petani. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 25(2): 25-30.
- Alvim, P.T, A.D. Machado and F. Vello. 1974. Physiological Responses of Cacao to Environt Factors. *J. Revista Theobroma*, 4(3): 3-12.
- Armawi. 2009. *Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Pada Media Tanam Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus)*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Azwar. 2008. *Air Kelapa Pemacu Pertumbuhan Anggrek*. <http://www.azwar.web.ugm.ac.id> [13 September 2014].
- Badan Penelitian dan Pengembangan Penelitian. 2007. *Budidaya Kelapa*. Balai pengkajian teknologi pertanian. Jawa Tengah.
- BALITTRI. 2012. *Jenis-jenis Tanaman Kakao*. [http:// balittri litbang. pertanian. go.id/ index.php/ data- komoditas/ 66-kakao/151-5- faktor-pembatas-dan-kesesuaian-lingkungan](http://balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/data-komoditas/66-kakao/151-5-faktor-pembatas-dan-kesesuaian-lingkungan) [25 Oktober 2014].
- Cottenie, A. 1983. *Trace Elements in Agricultural and In The Environment*. Belgium: Faculty of Agriculture State University of Ghent.
- Daryanto. 1977. Beberapa Catatan Tentang Pembungan dan Pembentukan Buah Kakao. *Menara Perkebunan*, 45(2): 95-100.
- George, E. F. dan P.D. Sherington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Exergetics Ltd.
- Hayati, A. 2011. Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Pemberian Air Kelapa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*). *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Hidayat, R. 2005. Pengaruh Pemangkasan Produksi dan Kombinasi Dosis Pupuk Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Pembungan Tanaman Mangga (*Mangifera indica* L.) CV. Arumanis. *Agrosains*, 7(1): 13-18.
- ICCO Anual Reports dan The World Cocoa Economy. 2012. *Proporsi produksi kakao negara produsen terhadap total produksi kakao tahun 2011/2012*. ICCO.

- Iswanto, A. 1999. Perbedaan Produksi dan Karakter Biji Antara Hibrida Kakao F1, Klonal F2 dan Keturunan F2. *J Warta Puslit Kopi & Kakao*, 15(2): 81–90.
- Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, J. Munarso, K. Ardana dan Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Katuuk. 2000. *Teknik Pembuatan Bibit Jamur*. Senar Tani. Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Layli, F. 2012. *Evaluasi Kesesuaian lahan untuk Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.) di Kecamatan Seloputro Kabupaten Blitar*. Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Pengetahuan Sosial. Universitas Negeri Malang.
- Leiwakabessy, F.M. 1988. *Kesuburan Tanah*. Bogor: Insitutut Pertanian Bogor.
- Marscher, H. 1986. *Mineral Nutrition in Higher Plant*. London: Acad Press.
- McKelvie A.D. 1956. Cherelle Wilt of Cacao. I. Pod Development and Its Realition to Wilt. *J. Expp. Bot*, 7(20): 250-263.
- Nur, A. M. dan Zaenudin. 1999. Perkembangan Buah dan Pemulihan Pertumbuhan Kopi Robusta Akibat Cekaman Kekeringan. *Pelita Perkebunan*, 15(3): 162-174.
- Pangaribuan, N. 2004. Peranan Auksin dalam Usaha Menekan Kelayuan Buah Muda Kakao (*Theobroma cacao L.*). *J. Matematika, Sains dan Teknologi*, 5(1): 31-38.
- Prawoto, A. 2000. Kajian Morfologi, Anatomis, dan Biokhemis Layu Pentil Kakao serta Perkembangan Upaya Pengendaliannya. *J. Penelitian Kopi dan Kakao*, 70(1): 12-19.
- PTPN XII. 2013. *Pedoman Pengelolaan Tanaman Kakao Edel*. Surabaya: PT Perkebunan Nusantara XII (Persero)
- Ragimun. 201. *Analisis Daya Saing Komoditas Kakao Indonesia*. Jakarta: Pusat kebijakan Eknomi Makro Badan Kebijakan Fiskal Kemenkeu.
- Ratna. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman.[Serial Online].<http://J:pustaka.unpad.ac.id/>. Diakses pada tanggal 13 September 2014.
- Salamala, M. 1990. *Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Auksin dan Unsur Mikro Terhadap “Cherelle Wilt” Pada Kakao (Theobroma cacao L.)*. Tesis. Bogor: Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

- Saidah, R. 2005. Pengaruh Ekstrak Kelapa Muda Terhadap Pertumbuhan Akar Stek Melati (*Jasminum sambac W. Ait*). *Skripsi*. Malang: UIN Malang.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Plant Physiology*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Soemartono. 1995. Cekaman Lingkungan, Tantangan Pemuliaan Masa Depan. *Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman III*. Komda Jatim, Jember.
- Soerotani, S. dan Soenardjan. 1984. *Pengalaman Dalam Musim Kemarau Panjangan 1982 di PT Perkebunan XVII*. Surabaya: Perkebunan Indonesia.
- Suhadi, O. 2002. Pengaruh Pemberian Unsur Seng (Zn) dan Boron (B) pada Bagian Tanaman yang Berbeda Terhadap Hasil Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) pada Musim Kemarau. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Suhendi, D dan A. Wahyudi. 2001. Analisis Interaksi Genotipe dan Lingkungan Terhadap Pembungaan dan Pembuahan Awal Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao*, 17(2): 98-111.
- Susanto, F.X. 1994. *Tanaman Coklat. Budi Daya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tjasadihardja, A. 1981. Pertumbuhan dan Pola Pembentukan Buah dan Pengaruh Perlakuan Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Kelayuan Buah-Muda dan Hasil Buah/Biji Cokelat (*Theobroma cacao L.*). *Tesis*. Bogor: Fakultas Pasca Sarjana. IPB.
- Tjasadihardja, A. 1987. Pertumbuhan dan Pola Pembentukan Buah dan Pengaruh Perlakuan Zat Tumbuh Terhadap Kelayuan Buah-Muda dan Hasil Buah/Biji Cokelat. (*Theobroma cacao L.*). *Disertasi*. Bogor: Fakultas Pascasarjan IPB.
- Wahyudi, T dan P. Rahardjo. 2008. *Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penabar Swadaya.
- Wattimena, G. A. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bogor: PAU-IPB.
- Widiancas, A. P. 2010. Aplikasi ZPT NAA dan Unsur Mikro untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle wilt*) pada Kakao (*Theobrama cacao L.*) dengan Teknik Penyemprotan Buah. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Wood, G. A. R. and R.A. Lass. 1989. *Cocoa. Tropical Agriculture Series. Fourth Edition*. New York: Longman Scientific & Technical Published in the United State With J Wiley & Sons.
- Wood, G. A. R. and R.A. Lass. 1985. *Cocoa*. London: Tropical Agriculture Series.

Yusnida. 2006. Pengantar Untuk Mengenal dan Menanam Jamur. Bandung: Institut Teknologi Bandung. *Ilmiah Agriba*, 1(1): 108-119.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pendukung

Tabel 1.1 Data pH tanah Afd. Kedaton tahun 2015

Kombinasi Perlakuan	Ulangan 1				Ulangan 2				Ulangan 3			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
K0M0	7,00	7,00	7,00	7,00	6,50	6,50	6,50	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00
K0M1	5,50	6,00	6,00	5,83	6,25	6,00	6,00	6,08	6,75	6,75	6,75	6,75
K0M2	6,00	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K0M3	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,75	6,75	6,75	6,75
K1M0	6,75	6,75	6,75	6,75	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K1M1	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K1M2	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
K1M3	6,50	5,25	6,00	5,92	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K2M0	6,75	6,75	6,75	6,75	6,80	6,80	6,80	6,8	6,75	6,75	6,75	6,75
K2M1	6,75	6,75	6,75	6,75	6,60	6,50	6,50	6,53	6,75	6,75	6,75	6,75
K2M2	6,75	6,75	6,75	6,75	4,80	4,50	4,60	4,63	6,75	6,75	6,75	6,75
K2M3	6,75	6,75	6,75	6,75	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K3M0	6,80	6,80	6,80	6,80	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
K3M1	8,00	8,00	8,00	8,00	6,50	6,50	6,50	6,5	6,75	6,75	6,75	6,75
K3M2	6,75	6,75	6,75	6,75	6,50	6,50	6,50	6,5	6,50	6,50	6,50	6,50
K3M3	4,50	5,00	4,50	4,67	6,00	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50	6,50

Tabel 1.2 Curah hujan tahun Kebun Renteng Afd. Kedaton tahun 2015

Bulan	HH	MM
Januari	17	450
Februari	16	431
Maret	10	150

Keterangan: HH (Hari Hujan)
MM (mili meter)

Tabel 1.3 Kelembapan tanah dan intensitas cahaya Afd. Kedaton tahun 2015

Kombinasi perlakuan	Kelembapan tanah (%)				Intensitas cahaya (%)			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
K0M0	60	115	60	78,33	4,80	6,69	34,56	15,35
K0M1	75	130	90	98,33	12,00	1,27	2,40	5,23
K0M2	75	115	75	88,33	69,55	4,55	2,84	25,65
K0M3	90	90	75	85,00	2,07	16,22	2,98	7,09
K1M0	115	115	75	101,66	1,93	5,57	3,42	3,64
K1M1	115	130	75	106,66	2,22	2,87	4,69	3,26
K1M2	115	115	75	101,66	6,91	11,20	4,15	7,42
K1M3	130	115	115	120,00	11,35	3,20	51,15	21,90
K2M0	75	90	130	98,33	11,35	5,57	3,20	6,71
K2M1	90	130	60	93,33	2,51	2,26	2,58	2,45
K2M2	90	130	90	103,33	1,42	87,09	2,84	30,45
K2M3	115	90	75	93,33	2,58	3,46	1,75	2,59
K3M0	90	45	45	60,00	4,69	11,50	3,35	6,51
K3M1	90	130	90	103,33	1,89	2,55	14,73	6,39
K3M2	90	115	90	98,33	2,36	16,01	2,36	6,91
K3M3	130	115	90	111,67	4,00	5,46	40,05	16,50

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pencampuran Unsur mikro dan air kelapa



Gambar 2. Pembungkusan Pentil Kakao



Gambar 3. Aplikasi Hormon Alami dan Unsur Mikro



Gambar 4. Analisis Boron dan Seng



Gambar 5. Pengukuran Kelembapan dan pH Tanah



Gambar 6. Pengukuran Intensitas Cahaya Masuk

Lampiran 3. Analisis Ragam pentil sehat dan pentil layu

Tabel 3.1 Rata-rata pentil sehat pengamatan minggu terakhir (M9)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K0M0	5,00	2,00	4,00	11,00	3,67
K0M1	4,00	6,00	9,00	19,00	6,33
K0M2	8,00	6,00	9,00	23,00	7,67
K0M3	7,00	7,00	10,00	24,00	8,00
K1M0	10,00	5,00	8,00	23,00	7,67
K1M1	3,00	3,00	7,00	13,00	4,33
K1M2	9,00	11,00	8,00	28,00	9,33
K1M3	13,00	11,00	10,00	34,00	11,33
K2M0	8,00	9,00	6,00	23,00	7,67
K2M1	9,00	7,00	10,00	26,00	8,67
K2M2	5,00	0,00	7,00	12,00	4,00
K2M3	11,00	7,00	9,00	27,00	9,00
K3M0	10,00	7,00	5,00	22,00	7,33
K3M1	10,00	4,00	7,00	21,00	7,00
K3M2	6,00	6,00	2,00	14,00	4,67
K3M3	1,00	3,00	2,00	6,00	2,00
Total	119,00	94,00	113,00	326,00	
Rata-rata	7,00	6,00	7,00		7,00

Tabel 3.2 Tabel dua arah pentil sehat

Air Kelapa (%)	Konsentrasi ZnSO ₄ . H ₂ O (mg/L)				Total	Rata-rata
	0	1000	1500	2000		
0	11,00	19,00	23,00	24,00	77,00	19,25
25	23,00	13,00	28,00	34,00	98,00	24,50
50	23,00	26,00	12,00	27,00	88,00	22,00
75	22,00	21,00	14,00	6,00	63,00	15,75
Total	79,00	79,00	77,00	91,00	326,00	
Rata2	19,75	19,75	19,25	22,75	81,50	20,38

Tabel 3.3 ANOVA pentil sehat

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%	Notasi
Replikasi	2	21,29	10,65	2,53	3,32	3,59	ns
Perlakuan	15	272,58	18,17	4,33	2,02	2,7	**
Air kelapa	3	56,42	18,81	4,48	2,92	4,51	*
Unsur Mikro	3	10,25	3,42	0,81	2,92	4,51	ns
Air Kelapa X Mikro	9	205,92	22,88	5,45	2,21	3,07	**
Galat	30	126,04	4,20				
Total	47	419,92					

Tabel 3.4 Rata-rata pentil layu pengamatan minggu terakhir (M9)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
K0M0	15,00	18,00	16,00	49,00	16,33
K0M1	16,00	14,00	11,00	41,00	13,67
K0M2	12,00	14,00	11,00	37,00	12,33
K0M3	13,00	13,00	10,00	36,00	12,00
K1M0	10,00	15,00	12,00	37,00	12,33
K1M1	17,00	17,00	13,00	47,00	15,67
K1M2	11,00	9,00	12,00	32,00	10,67
K1M3	7,00	9,00	10,00	26,00	8,67
K2M0	12,00	11,00	14,00	37,00	12,33
K2M1	11,00	13,00	10,00	34,00	11,33
K2M2	15,00	20,00	13,00	48,00	16,00
K2M3	9,00	13,00	11,00	33,00	11,00
K3M0	10,00	13,00	15,00	38,00	12,67
K3M1	10,00	16,00	13,00	39,00	13,00
K3M2	14,00	14,00	18,00	46,00	15,33

Tabel 3.5 Tabel dua arah pentil sehat

Air Kelapa (%)	Konsentrasi ZnSO ₄ . H ₂ O (mg/L)				Total	Rata-rata
	0	1000	1500	2000		
0	49,00	41,00	37,00	36,00	163,00	40,75
25	37,00	47,00	32,00	26,00	142,00	35,50
50	37,00	34,00	48,00	33,00	152,00	38,00
75	38,00	39,00	46,00	54,00	177,00	44,25
Total	161,00	161,00	163,00	149,00	634,00	
Rata2	40,25	40,25	40,75	37,25	158,50	39,63

Tabel 3.6 ANOVA pentil layu

SK	db	JK	KT	F-hitung	5%	1%	Notasi
Replikasi	2	21,29	10,65	2,53	3,32	3,59	ns
Perlakuan	15	272,58	18,17	4,33	2,02	2,7	**
Air kelapa	3	56,42	18,81	4,48	2,92	4,51	*
Unsur Mikro	3	10,25	3,42	0,81	2,92	4,51	ns
Air Kelpa X Mikro	9	205,92	22,88	5,45	2,21	3,07	**
Galat	30	126,04	4,20				
Total	47	419,92					

Lampiran 4. Uji Duncan

Tabel 4.1 Uji Duncan pentil sehat (untuk unsur hara Zn)

	3,67	7,33	7,67	7,67	
3,67	0				a
7,33	3,66	0			b
7,67	4,00	0,34	0		b
7,67	4,00	0,34	0,00	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	4,33	6,33	7	8,67	
4,33	0				a
6,33	2	0			ab
7	2,67	0,67	0		ab
8,67	4,34	2,34	1,67	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	4	4,67	7,67	9,33	
4	0				a
4,67	0,67	0			ab
7,67	3,67	3	0		bc
9,33	5,33	4,66	1,66	0	c
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	2	8	9	11,33	
2	0				a
8	6	0			b
9	7	1	0		b
11,33	9,33	3,33	2,33	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

SSR 5%: 3,89, 4,06, 4,16

Tabel 4. 2 Uji Duncan pentil sehat (untuk air kelapa)

	3,67	6,33	7,67	8	
3,67	0				A
6,33	2,66	0			AB
7,67	4	1,34	0		B
8	4,33	1,67	0,33	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	4,33	7,67	9,33	11,333	
4,33	0				A
7,67	3,34	0			AB
9,33	5	1,66	0		BC
11,33	7	3,66	2	0	C
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	4	7,67	8,67	9	
4	0				A
7,67	3,67	0			B
8,67	4,67	1	0		B
9	5	1,33	0,33	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		
	2	4,67	7	7,33	
2	0				A
4,67	2,67	0			AB
7	5	2,33	0		B
7,33	5,33	2,66	0,33	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

SSR 5%: 3,89, 4,06, 4,16

Tabel 4.3 Uji Duncan pentil layu (untuk unsur hara Zn)

	12,33	12,33	12,67	16,33	
12,33	0				a
12,33	0	0			a
12,67	0,34	0,34	0		a
16,33	4	4	3,66	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	11,33	13	13,67	15,67	
11,33	0				a
13	1,67	0			ab
13,67	2,34	0,67	0		ab
15,67	4,34	2,67	2,00	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	10,67	12,33	15,33	16	
10,67	0				a
12,33	1,66	0			ab
15,33	4,66	3	0		bc
16	5,33	3,67	0,67	0	c
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	8,67	11	12	18	
8,67	0				a
11	2,33	0			a
12	3,33	1	0		a
18	9,33	7	6	0	b
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

SSR 5%: 3,89, 4,06, 4,16

Tabel 4.4 Uji Duncan pentil layu (untuk air kelapa)

	12	12,33	13,67	16,33	
12	0				A
12,33	0,33	0			A
13,67	1,67	1,34	0		AB
16,33	4,33	4	2,66	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	8,67	10,67	12,33	15,67	
8,67	0				A
10,67	2	0			AB
12,33	3,66	1,66	0		BC
15,67	7	5	3,34	0	C
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	11	11,33	12,33	16	
11	0				A
11,33	0,33	0			A
12,33	1,33	1	0		A
16	5	4,67	3,67	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

	12,67	13	15,33	18	
12,67	0				A
13	0,33	0			A
15,33	2,66	2,33	0		AB
18	5,33	5	2,67	0	B
	p4 3,69	p3 3,60	p2 3,42		

SSR 5%: 3,89, 4,06, 4,16

Lampiran 5. Hasil analisis seng pentil sehat

Tabel 5.1 Hasil analisis Zn jaringan pada pentil kakao sehat

Sample ID	Nalyte Nam	Abs (Corr)	Rted Conc (Calib)			
Blk	Zn 213,86	-0,00127	[0,00]			
Std 1	Zn 213,86	0,03995	[0,10]			
Std 2	Zn 213,86	0,162901	[0,20]			
Std 3	Zn 213,86	0,304612	[0,40]			
Std 4	Zn 213,86	0,446902	[0,60]			
Std 5	Zn 213,86	0,572548	[0,80]			
Std 6	Zn 213,86	0,671944	[1,00]	Gr	P	ppm
M0Zn	Zn 213,86	0,805548	1,14	0,5	50	114,00
M1Zn	Zn 213,86	0,881839	1,248	0,5	50	128,80
M2Zn	Zn 213,86	1,016753	1,439	0,5	50	143,90
M3Zn	Zn 213,86	0,987331	1,397	0,5	50	139,70

Keterangan:

- Preparasi atau persiapan sampel sampai dengan tahapan destruksi dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
- Pengukuran kandungan Zn jaringan dilakukan di Laboratorium Tanah, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia menggunakan Spektrofometer Serapan Atom (SSA).

Lampiran 6. Metode analisis seng jaringan

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Melakukan pencucucian terhadap sampel buah kakao sampai bersih
3. Mengambil bagian daging buah kakao untuk dianalisis
4. Menghaluskan sampel dan mengeringkan di oven suhu 75°C selama 48 jam
5. Menghaluskan sampel sampai menjadi powder (bubuk)
6. Menimbang sampel sebanyak 0,5 g dan memasukkan dalam labu ukur 50 ml
7. Mencampur senyawa HNO_3 dan HClO_4 masing-masing 220 ml dan 30 ml
8. Mengambil campuran larutan tersebut sebanyak 17 ml dan mencampurnya dengan sampel
10. Destruksi sampel selama 15 menit (sampai asap sampel putih)
11. Mengukur seng dengan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom)