

SKRIPSI

**APLIKASI ROOTONE-F DAN BIO P60 TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT CABUTAN KOPI ARABIKA DENGAN PERBEDAAN JARAK
POTONG AKAR**



**Oleh:
Rama Wicaksono
NIM A1L114059**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
FAKULTAS PERTANIAN
PURWOKERTO
2019**

SKRIPSI

**APLIKASI ROOTONE-F DAN BIO P60 TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT CABUTAN KOPI ARABIKA DENGAN PERBEDAAN JARAK
POTONG AKAR**



**Oleh:
Rama Wicaksono
NIM A1L114059**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Melaksanakan Penelitian
Pada Pendidikan Strata Fakultas Pertanian
Universitas Jenderal Soedirman**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
FAKULTAS PERTANIAN
PURWOKERTO
2019**

SKRIPSI

**APLIKASI ROOTONE-F DAN BIO P60 TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT CABUTAN KOPI ARABIKA DENGAN PERBEDAAN JARAK
POTONG AKAR**

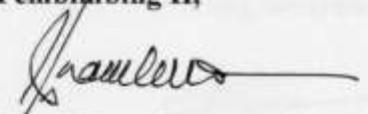
Oleh:
Rama Wicaksono
NIM A1L114059

Diterima dan disetujui
Tanggal :

Pembimbing I,


Prof. Ir. Loekas Soesanto, MS., Ph.D.
NIP. 19600626 198503 1 004

Pembimbing II,


Teguh Iman Santoso, S.P., M.Si.
NIP. 111000493

Mengetahui:
Dekan Fakultas Pertanian,


Dr. Ir. Anisur Rosyad, M.S.
NIP. 19581027 198511 1 001



PERNYATAAN

Saya menyatakan dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Purwokerto, Juli 2019

Yang Menyatakan,


Rama Wicaksono

NIM. A1L114059

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Yang Mahakuasa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**APLIKASI ROOTONE-F DAN BIO P60 TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT CABUTAN KOPI ARABIKA DENGAN PERBEDAAN JARAK POTONG AKAR**”. Penulis menyadari bahwa tersusunnya Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, yang telah memberi izin untuk pelaksanaan Penelitian ini.
2. Prof. Ir. Loekas Soesanto, MS., Ph.D., selaku pembimbing Pertama Penelitian, yang telah memberi bimbingan, saran dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
3. Teguh Iman Santoso, S.P., M.Si., selaku pembimbing Kedua Penelitian, yang telah memberi bimbingan, saran dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
4. Fitria Yuliasmara, S.P., yang telah membimbing secara teknis saat penelitian di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
5. Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah memberikan izin tempat untuk pelaksanaan penelitian ini.
6. Mas Gito dan Mas Sugeng yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian ini.
7. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Skripsi dan pelaksanaan penelitian.

Penulis berharap agar Skripsi ini dapat bermanfaat sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian.

Purwokerto, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
<i>SUMMARY</i>	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Kopi Arabika	5
B. Fenomena Akar Bengkak	18
C. Hormon Meningkatkan Pertumbuhan Akar	12
III. METODE PENELITIAN	16
A. Tempat dan Waktu	16
B. Bahan dan Alat	16
C. Rancangan Percobaan	17
D. Variabel Pengamatan	18
E. Analisis Data	20
F. Pelaksanaan Penelitian	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Pengaruh Aplikasi Hormon Eksogen dan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Nondestruktif	24
B. Pengaruh Aplikasi Hormon Eksogen dan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Destruktif	32

V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Distribusi Akar Kopi Arabika dalam Berbagai Lapisan Tanah	6
2. Berat Akar dan Bagian-Bagian Pohon di Atas Tanah dari Kopi Arabika.....	7
3. Kombinasi Perlakuan	17
4. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Rootone-F dan Bio P60 dengan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Nondestruktif	24
5. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Rootone-F dan Bio P60 dengan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Destruktif	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Kopi Arabika Varietas Andungsari 1 (AS 1)	8
2. Perbedaan Pertumbuhan antara Tanaman yang Normal (Kiri) dengan Tanaman yang Akar Tunggangnya Bengkok (Kanan)	9
3. Tanaman Kopi Tumbuh Kerdil diantara Tanaman yang Sehat, Daunnya menunjukkan Khlorosis yang Berat	10
4. Tanaman Kopi yang Tumbuh Kerdil dan Berdaun Khlorosis Digali, Ternyata Tanaman Tersebut Akar Tunggangnya Bengkok	11
5. Histogram Rata-Rata Selisih Tinggi Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen	25
6. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Tinggi Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST)	26
7. Histogram Rata-Rata Selisih Jumlah Daun pada Perlakuan Hormon Eksogen	27
8. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Jumlah Daun pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST).....	28
9. Histogram Rata-Rata Selisih Diameter Batang pada Perlakuan Hormon Eksogen	30
10. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Batang pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST)	31
11. Histogram Rata-Rata Panjang Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst	33
12. Histogram Rata-Rata Volume Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst	35
13. Histogram Rata-Rata Jumlah Akar Primer Pada Perlakuan Jarak Potong Akar	37
14. Contoh Akar Bengkok pada Sampel	39

15. Histogram Rata-Rata Bobot Segar Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.....	40
16. Histogram Rata-Rata Bobot Segar Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst	42
17. Histogram Rata-Rata Bobot Kering Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.....	43
18. Histogram Rata-Rata Bobot Kering Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst	44
19. Penulis di PUSLITKOKA	53
20. Pencampuran Media	53
21. Contoh Bibit Cabutan	53
22. Perendaman Bio P60	53
23. Pemotongan Akar	53
24. Penanaman Bibit Cabutan	53
25. Kondisi Sungkup	54
26. Paranet Sungkup	54
27. Penyiraman Per Tanaman	54
28. Perawatan Fungisida	54
29. Karat Daun pada Sampel	54
30. Hardening Setengah Sungkup Terbuka	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah Percobaan	52
2. Dokumentasi Kegiatan	53
3. Hasil Analisis Data	55

RINGKASAN

Bibit kopi cabutan merupakan teknik distribusi bibit kopi secara massal yang dilakukan tanpa media dan dikemas untuk dikirim ke berbagai daerah di Indonesia. Kekeliruan yang sering terjadi adalah saat penanaman bibit tersebut ke dalam *polybag* yang menyebabkan akar menjadi bengkok, sehingga tanaman kopi yang dibudidayakan pertumbuhannya terhambat. Mencegah kemungkinan tersebut maka perlu dilakukan pemotongan akar yang optimum dan aplikasi hormon eksogen untuk mendukung pertumbuhan akar yang sudah dipotong. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh hormon eksogen terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika, (2) mengetahui pengaruh jarak pemotongan akar terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika, dan (3) mengetahui pengaruh interaksi antara hormon eksogen dan jarak pemotongan akar terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika.

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. Penelitian berlangsung sejak Desember 2018 hingga Maret 2019. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah pemotongan akar yang diukur dari leher akar terdiri atas 3 jarak potong, yaitu tanpa pemotongan, pemotongan 3 cm, dan 6 cm dari leher akar. Faktor kedua adalah hormon eksogen terdiri atas 3 macam, yaitu tanpa pemberian hormon, Rootone F dan Bio P60. Variabel yang diamati terdiri atas variabel nondestruktif dan variabel destruktif. Variabel nondestruktif meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Variabel destruktif diperoleh saat 50 hst dan 100 hst yang meliputi panjang akar, volume akar, jumlah akar primer, bobot segar tanaman, bobot segar akar, bobot kering tanaman, dan bobot kering akar. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan: (1) aplikasi Bio P60 dan Rootone-F mampu meningkatkan selisih tinggi tanaman 25,71-28,05%, jumlah daun 15,56-18,98%, dan diameter batang 20,37-24,69%, serta meningkatkan pertumbuhan panjang akar 7,62-8,5%, volume akar 13,09-44,36%, bobot segar tanaman 29,93-45,35%, bobot segar akar 36,26-61,69%, bobot kering tanaman 26,81-39,37%, dan bobot kering akar 28,57-51,26%, (2) jarak pemotongan akar 3 cm dari leher akar meningkatkan jumlah akar primer 100 hst dan mencegah akar bengkok, (3) tidak terjadi interaksi antara hormon eksogen dan jarak pemotongan akar.

SUMMARY

Bare root coffee seedlings are a technique of distributing coffee seedlings in bulk without media and packaged to be sent to various regions in Indonesia. Common mistakes which frequently occurs during the planting of this seedlings in polybag; is that the root of the plant will bent; thus the development of plant is not maximum. In order to prevent that from happening; the optimal root should be amputated and supply the plants with exogenous hormone which will support the development root growth. This research aimed: (1) To find out the effect of exogenous hormones on the root growth of arabica coffee seedlings (2) To find out the effect of root cutting distance on root growth of arabica coffee seedlings, and (3) To find out the effect of the relationship between exogenous hormone and root cutting distance on the root growth of arabica coffee seedlings.

This research was conducted at Indonesia Coffee and Cocoa Research Institue Farm, Jember from December 2018 to March 2019. The design used was Randomized Block Design (RBD) with two factors and three replicaties. The first factor was measurement cut roots from the kollum with 3 cutting distances, without cut roots, 3 cm, and 6 cm cut roots from the kollum. The second factor was the application of exogenous hormone on the roots with three types, without hormones application, Rootone F and Bio P60. The variables observed consists of non-destructive variables and destructive variables. Non-destructive variables includes plant height, number of leaves, and stem diameter. Destructive variables obtained on 50 days and 100 days which included root length, root volume, primary root number, plant fresh weight, root fresh weight, plant dry weight, and root dry weight. The obtanied data were analyzed by F test and further testing Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the 5% error level.

The Results of the researched show: (1) Rootone-F and Bio P60 application can improve plant height 25,71-28,05%, leaf number increase 15,56-18,98%, and stem diameter increase 20,37-24,69%, and improve the growth of root length 7,62-8,5%, root volume 13,09-44,36%, plant fresh weight 29,93-45,35%, root fresh weight 36,26-61,69%, plant dry weight 26,81-39,37%, and dry root weight 28,57-51,26%, (2) 3 cm cutting from the neck of the root incireases number of primary roots on 100 days and prevent the bent roots, (3) The interaction of the two treatments did not have a significant effect on all variables.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropika yang dilalui garis khatulistiwa dengan sinar matahari cukup sepanjang tahun dan tanah yang subur, sehingga berpeluang besar untuk menjadi negara penghasil kopi ternama di dunia. Indonesia juga terdiri atas banyak pulau yang membuat produk kopinya kaya rasa dan aroma. Interaksi antara iklim, jenis tanah, varietas kopi, dan metode pengolahan membuat kopi Indonesia paling menarik di dunia (Rukmana, 2014).

Pasar kopi robusta dan arabika Indonesia berbeda. Pasar utama kopi robusta Indonesia ialah Amerika Utara dan Eropa Barat. Tingginya mutu kopi arabika Indonesia di pasar dunia, membuat kopi arabika Indonesia umumnya dipasarkan sebagai kopi spesialti. Pasar kopi spesialti ialah Amerika Serikat, Jepang, dan Eropa Barat. Pasar kopi arabika relatif lebih stabil jika dibandingkan dengan pasar kopi robusta. Hal ini disebabkan di pasar dunia, robusta Indonesia dapat digantikan dengan robusta Vietnam (Wahyudi *et al.*, 2016).

Menurut data Badan Pusat Statistik (2017), perkebunan kopi di Indonesia menurut pengusahaannya dibedakan menjadi Perkebunan Besar (PB) dan Perkebunan Rakyat (PR). Perkebunan Besar terdiri atas Perkebunan Besar Negara (PBN), dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Pada tahun 2014 lahan PBN kopi Indonesia tercatat seluas 22,369 ribu hektar, menurun menjadi 22,366 ribu hektar pada tahun 2015 atau terjadi penurunan sebesar 0,01 persen. Pada tahun 2016 diperkirakan meningkat sebesar 19,72 persen dari tahun 2015 menjadi 26,78

ribu hektar. Sedangkan lahan PBS kopi Indonesia pada tahun 2014 tercatat seluas 24,46 ribu hektar, menurun menjadi 24,39 ribu hektar pada tahun 2015 atau terjadi penurunan sebesar 0,2 persen dan pada tahun 2016 menurun sebesar 0,23 persen dibandingkan tahun 2015 menjadi 18,90 ribu hektar.

Data PR kopi di Indonesia merupakan data yang diperoleh dari Dirjen Perkebunan, Kementerian Pertanian. Data tahun 2016 merupakan data sementara. Pada tahun 2014 luas yang diusahakan oleh PR seluas 1,184 juta hektar, kemudian menurun sekitar 0,01 persen pada tahun 2015 menjadi seluas 1,183 juta hektar, dan diperkirakan menjadi 1,181 juta hektar pada tahun 2016. Perkebunan Besar (PB) dan Perkebunan Rakyat (PR) kopi tersebar berbagai provinsi di Indonesia, kecuali wilayah Provinsi DKI Jakarta. Apabila dilihat menurut provinsi, provinsi Sumatera Selatan merupakan provinsi dengan areal PR kopi yang terluas di Indonesia yaitu 249,7 ribu hektar (20,3 %) dan Provinsi Jawa Timur yang terluas untuk PB sebesar 42,1 ribu hektar (3,43 %) pada tahun 2016 dari total luas areal kopi di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2017).

Luas areal perkebunan kopi di Indonesia semakin mengalami penurunan, diantaranya dipengaruhi luas areal perkebunan yang menurun pada tahun 2008 luas areal perkebunan kopi adalah 1.295.110 ha dan tahun 2012 menjadi 1.235.289 ha, mengalami penurunan sebesar 4,62%. Menurut Arimarsetiowati (2013), untuk mendukung pengembangan kopi nasional peran pemerintah yang dapat dilakukan antara lain: memfasilitasi penyediaan benih unggul, sebagian sarana produksi dan alat pertanian kecil, menyediakan pedoman teknis budidaya serta melakukan pembinaan dan pengawalan. Sebagai upaya untuk meningkatkan

produktivitas dan mutu tanaman kopi maka pada tahun 2012 melalui anggaran APBN telah dilakukan kegiatan intensifikasi Kopi Spesialti. Berdasarkan hal tersebut, perlu pengawalan protokol tahapan dalam rangka perluasan areal penanaman kopi yang dimulai dari pengadaan bahan tanam atau pembibitan.

Pembibitan merupakan kegiatan awal yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Pembibitan dapat memengaruhi rendah atau tingginya produksi tanaman seperti pada pembibitan tanaman kopi. Pembibitan yang dilakukan secara tidak benar atau tidak dilakukan dalam kondisi yang sesuai dengan tanaman dapat mengakibatkan tanaman tidak tumbuh sesuai dengan kemampuannya. Kualitas bibit kopi juga sangat dipengaruhi oleh sifat genetika tetuanya yang mana akan menentukan potensi produksi tanaman kopi di lapangan (Najiyati dan Danarti, 2002).

Hal yang seringkali kurang mendapatkan perhatian saat bibit yang disalurkan dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia tiba di lokasi yang dituju adalah saat penanaman bibit cabutan. Penanaman bibit cabutan yang salah dapat mengakibatkan akar yang bengkok. Akibatnya bibit yang ditanam pertumbuhannya terhambat. Menurut Soenaryo (1974), oleh kalangan praktisi ini dikenal sebagai akar berbentuk “ekor babi” atau “berbentuk kursi”. Para penanam kopi yang sudah berpengalaman telah mengenal pengaruh akar bengkok tersebut terhadap pertumbuhan setelah ditanam. Pertumbuhan sangat lambat, banyak menunjukkan gejala khlorosis pada daunnya. Apabila tanaman yang demikian dipertahankan di pertanaman, akhirnya terjadi tanaman yang habitusnya kecil,

pembuahannya mengecewakan, bahkan tidak jarang tanaman tersebut mati karena terdesak oleh pohon yang tumbuh normal di kanan kirinya (Soenaryo, 1974).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh hormon eksogen terhadap pertumbuhan bibit kopi dalam medium *polybag* di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
2. Mengetahui pengaruh jarak pemotongan akar bibit kopi cabutan terhadap pertumbuhan bibit kopi dan mencegah akar bengkok di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara hormon eksogen dan jarak pemotongan akar bibit kopi cabutan terhadap pertumbuhan bibit kopi dalam medium *polybag* di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Merekomendasi jarak potong akar bibit kopi cabutan yang optimum saat penanaman ke dalam medium *polybag*.
2. Merekomendasikan hormon yang paling baik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kopi.
3. Memberikan solusi terhadap permasalahan perakaran bibit kopi yang bengkok karena metode penanaman bibit cabutan yang kurang tepat.
4. Memberikan rujukan tata cara penanaman bibit cabutan ke dalam medium *polybag* yang tepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekologi Kopi Arabika

Kopi dapat tumbuh baik di antara 20° Lintang Utara dan 20° Lintang Selatan. Indonesia terletak antara 5° Lintang Utara dan 10° Lintang Selatan, sehingga secara potensial merupakan daerah kopi yang baik. Kopi Arabika dapat ditanam pada elevasi 500-2000 m dpl (di atas permukaan laut), tetapi elevasi yang optimum adalah 800-1500 m dpl, dengan temperatur rata-rata tahunan 17-21° C (Rukmana, 2014). Batas elevasi terendah bagi Arabika ditentukan oleh ketahannya terhadap penyakit karat daun. Pada waktu ini di Indonesia belum banyak jenis kopi yang resisten, sehingga kopi Arabika sebagian besar ditanam pada elevasi di atas 800 m dpl, dan hanya sedikit pada elevasi 500-800 m dpl. Elevasi tertinggi bagi kopi Arabika dibatasi oleh gangguan embun jelaga (*frost*) yang sering terjadi pada elevasi di atas 1500 m dpl (Yahmadi, 2007).

Distribusi curah hujan lebih penting daripada jumlah curah hujan per tahun bagi tanaman kopi. Kopi memerlukan masa agak kering selama ± 3 bulan yang diperlukan bagi pembentukan premordia bunga, florasi dan penyerbukan. Masa kering ini lebih penting bagi kopi Robusta, yang memerlukan penyerbukan bersilang. Sedangkan kopi Arabika agaknya lebih toleran karena menyerbuk sendiri (*self-pollinated*). Curah hujan yang optimum adalah 2000-3000 mm per tahun dengan ± 3 bulan kering tetapi dengan hujan kiriman yang cukup (Rukmana, 2014). Perakaran kopi yang relatif dangkal, peka terhadap keadaan

lapisan tanah paling atas. Kopi memerlukan struktur tanah yang baik dengan kadar bahan organik paling sedikit 3%. Derajat keasaman tanah (pH) yang baik bagi kopi berkisar 5,5-6,5, tetapi faktor lain juga memegang peranan penting (Yahmadi, 2007).

Menurut Rukmana (2014), tanaman kopi memiliki akar tunggang. Akar tunggang ini hanya dimiliki tanaman kopi yang berasal dari bibit semaian atau bibit sambungan yang batang bawahnya merupakan hasil semaian. Menurut Budiman (2012), tanaman kopi arabika umumnya memiliki akar tunggang yang panjangnya $\pm 45 - 50$ cm. Pada akar tunggang ini terdapat empat sampai delapan akar samping yang menurun ke bawah sepanjang 2-3 meter atau disebut akar vertikal aksial. Selain itu, banyak akar samping atau akar lateral juga yang tumbuh secara horizontal yang memiliki panjang 2 meter berada pada kedalaman 30 cm dan bercabang merata masuk ke dalam tanah lebih dalam lagi. Di dalam tanah yang sejuk dan lembab, di bawah permukaan tanah, akar cabang tadi bisa berkembang lebih baik. Sedangkan, di dalam tanah yang kering dan panas, akar akan berkembang ke bawah.

Menurut Yahmadi (2007), perakaran kopi relatif dangkal, lebih dari 90% dari berat akar terdapat pada lapisan tanah 0-30 cm, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Akar Kopi Arabika dalam Berbagai Lapisan Tanah

Lapisan Tanah (cm)	Berat Akar Rerata/Pohon (g)	Persentase terhadap Berat Total
0 - 30	195,86	94,13%
30 - 60	10,54	5,07%
60 - 90	1,45	0,69%
90 - 120	0,11	0,05%
Jumlah	207,96	100%

(Sumber: Yahmadi, 2007).

Oleh sebab itu maka kopi peka terhadap kandungan bahan organik, perlakuan tanah dan saingan rumpai (*weeds*). Akar kopi menghendaki banyak oksigen, sehingga struktur fisik tanah yang baik sangat diperlukan. Antara berat akar dan bagian-bagian pohon di atas tanah terdapat korelasi positif. Jadi semakin baik pertumbuhan akar, semakin baik pula pertumbuhan pohon di atas tanah seperti Tabel 2.

Tabel 2. Berat Akar dan Bagian-Bagian Pohon di Atas Tanah dari Kopi Arabika

Berat Akar (g)	Berat Bagian di Atas Tanah (g)
301	4.571
400	6.300
559	6.600

(Sumber: Yahmadi, 2007).

Oleh karena itu, tanaman kopi nampak kerdil apabila pertumbuhan akar terhambat (Yahmadi, 2007).

Penelitian ini menggunakan kopi arabika yang berasal dari benih dengan varietas Andungsari 1 yang diperoleh dari pembibitan Pusat Penelitiak Kopi dan Kakao Indonesia. Menurut Arimarsetiowati (2013), Varietas Andungsari 1 (AS 1) merupakan varietas yang diseleksi di lokasi kebun benih varietas AS 1 (Gambar 1). Di antara hamparan pertanaman kebun benih tersebut terpilih 20 pohon yang memiliki tingkat keseragaman tinggi berdasarkan pertumbuhan tanaman. Adapun ciri-ciri morfologi varietas AS 1, yaitu tipe pertumbuhan katai. Percabangan mendatar, tegak lurus batang utama, agak lentur. Daunnya berbentuk oval agak memanjang dan membulat, ujung meruncing, ukuran daun lebar, helaian daun agak tipis dan lemas dengan tepi daun bergelombang tegas, arah duduk daun pada

ranting tegak ke atas, dan daun tua berwarna hijau tua gelap, sedangkan daun muda berwarna hijau muda. Jumlah buah per ruas 10-16, buah mudah berwarna hijau, buah masak berwarna merah hati (merah maroon/merah terang), buah berbentuk bulat memanjang (lonjong), diskus kecil, tanpa perhiasan buah, serta biji berukuran agak kecil, berbentuk oval.



Gambar 1. Morfologi Kopi Arabika Varietas Andungsari 1 (AS 1).
(Sumber: Arimarsetiowati, 2013).

B. Fenomena Akar Bengkok

Salah satu penentu keberhasilan dalam budidaya tanaman kopi adalah penggunaan bahan tanam yang bermutu. Oleh sebab itu, dalam rangka mendukung program pengembangan kopi Nasional, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia sebagai penyedia bahan tanam unggul seringkali mendistribusikan dalam bentuk bibit cabutan atau planlet dari hasil *Somatic Embriogenetic* (SE). Kategori bibit cabutan yang siap disalurkan biasanya berumur minimum 3 bulan, tinggi minimum 5 cm, jumlah daun minimum 3 pasang daun, warna daun hijau muda, pupus hijau sampai kecoklatan (tergantung

varietas), dan warna batang kecoklatan (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2018).

Permasalahan yang sering ditemukan dalam penanganan pascapengiriman adalah saat penanaman bibit cabutan tersebut. Bibit cabutan yang ditanam seringkali menyebabkan terjadinya akar tertekuk atau bengkok. Perakaran yang terlalu panjang menyulitkan pemindahan dan kemungkinan terjadinya bibit yang berakar bengkok lebih besar. Bibit demikian itu bila ditanam di lapangan pertumbuhan akan terhambat dan pembuahannya mengecewakan (Soenaryo, 1974). Oleh sebab itu, menurut Rahardjo (1999), saat penanaman sebaiknya akar bibit yang terlalu panjang dipotong.



Gambar 2. Perbedaan Pertumbuhan antara Tanaman yang Normal (Kiri) dengan Tanaman yang Akar Tunggangnya Bengkok (Kanan).
(Sumber: Soenaryo, 1974).

Sejak di bedengan, bibit yang mempunyai akar tunggang bengkok sudah tampak. Tumbuhnya jauh ketinggalan dibanding dengan bibit yang akarnya

normal (Gambar 2). Bibit tersebut diambil dari satu bedeng, hingga umurnya pun sudah tentu sama, kesuburan tanahnya tidak berbeda, begitu pula perawatannya. Bibit tersebut sudah berumur 6 bulan berasal dari biji propelegitim BP 42 x SA 24. Secara coba-coba 17 bibit kerdil yang dicabuti di bedengan kebun percobaan Kaliwining ternyata 15 mempunyai akar tunggang bengkok berbentuk ekor babi (Soenaryo, 1974).



Gambar 3. Tanaman Kopi Tumbuh Kerdil di Antara Tanaman yang Sehat, Daunnya menunjukkan khlorosis yang berat. (Sumber: Soenaryo, 1974).

Akar bengkok dibuktikan sangat mengganggu pertumbuhan dan kesehatan pohon (Gambar 3). Satu di antara pohon yang ada tampak tumbuh sangat jelek. Daunnya menunjukkan khlorosis berat, pohonnya kerdil meskipun klonnya BP 42 pembuahannya sangat jelek. Analisis yang dilakukan menunjukkan kandungan Mn pada daun yang memperlihatkan khlorosis berat sangat rendah bahkan kurang dari 1 ppm, sedangkan daun yang normal meskipun rendah masih 16 ppm, kemudian kandungan Mn tanah pada tanaman abnormal dan tanah pada tanaman

sehat dianalisis untuk mencari keterangan mengapa kandungan Mn pada kedua contoh daun tadi jauh berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar Mn yang dapat tereduksi oleh tanah pada tanaman abnormal 143 ppm dan tanah pada tanaman normal 144 ppm (Soenaryo, 1974).



Gambar 4. Tanaman Kopi yang Tumbuh Kerdil dan Berdaun Klorosis Digali, Ternyata Tanaman Tersebut Akar Tunggangnya Bengkok. (Sumber: Soenaryo, 1974).

Menurut Soenaryo (1974), identifikasi lebih lanjut mengenai tanah sekitar tanaman tersebut tidak dapat membuktikan bahwa kondisinya dapat menerangkan perbedaan kandungan Mn pada kedua macam contoh daun kopi tersebut. Akar tanaman kopi yang kerdil dan klorosis tersebut digali untuk mengetahui di bawahnya terdapat suatu lapisan cadas yang keras atau batu, sehingga perakaran terhalang perkembangannya. Setelah digali tanahnya cukup gembur dan cukup dalam, sehingga tidak akan menghalangi perkembangan akar. Akan tetapi yang didapatkan adalah akar tunggang yang bengkok (Gambar 4). Ada atau tidak

hubungan langsung antara akar tunggang bengkok dengan khlorosisnya daun belum dapat dipastikan, namun sejauh ini tampaknya ada hubungan antara bengkoknya akar tunggang dengan kemampuan tanaman untuk menyerap Mn. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi metode penanaman bibit cabutan yang seringkali dikaitkan dengan penyebab akar bengkok.

Penyebab lain akar bengkok juga ditemukan saat identifikasi penyakit pada tanaman kopi oleh Sri dan Soekanto (1989) bahwa ada satu kejadian lain yang dijumpai di desa Krung Meriam, dari tanaman yang menunjukkan gejala tersebut ternyata akarnya masih segar tetapi akar serabutnya mengumpul di permukaan tanah. Akar-akar yang besar membengkok ke atas dan keseluruhan perakaran ini sangat dangkal hanya sekitar 20 cm. Hal ini disebabkan di bawah perakaran tersebut terdapat batu padas yang tidak bisa ditembus akar, sehingga akar terhambat dan tidak dapat menyerap unsur hara dengan cukup.

C. Hormon Meningkatkan Pertumbuhan Akar

Hartanto *et al.* (2009) menjelaskan bahwa pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar tersebut adalah nutrisi, air, suhu, kelembaban, oksigen dan cahaya, sedangkan faktor dalam adalah gen dan hormon. Beberapa faktor luar dan dalam yang menentukan, sebagian ada yang dikendalikan oleh manusia antara lain pemupukan dan penambahan fitohormon dari luar. Meskipun sebenarnya hormon tersebut sudah disintesis dalam tubuh tanaman dalam jumlah kecil sehingga untuk

mengoptimalkan kerja dari hormon perlu ada suplai atau penambahan hormon sintesi dari luar

Secara umum hormon atau zat pengatur tumbuh dapat dibagi dalam tiga kelompok penting, yaitu auksin, sitokinin, dan giberelin. Auksin dapat disusun di jaringan meristem di dalam ujung-ujung tanaman seperti akar, pucuk, kuncup bunga, tunas daun, dan lain-lain (Dwijoseputro, 2004). Menurut Kusumo (2004), perakaran yang timbul pada setek disebabkan oleh dorongan auksin yang berasal dari tunas dan daun. Tunas yang sehat pada batang adalah sumber auksin dan merupakan faktor penting dalam perakaran.

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang masuk ke dalam sel tanaman menimbulkan berbagai reaksi. Masuknya zat pengatur tumbuh dari luar menyebabkan tanaman menstimulasi terjadinya pompa ion H^+ ke bagian dinding sel. Kondisi ini menyebabkan beberapa enzim menjadi aktif, salah satunya adalah enzim pektin metilase yang berperan dalam memecah ikatan antara pektin dan ion Ca^{2+} , sehingga dinding sel menjadi lentur dan mengalami elongasi. Air yang masuk ke dalam sel tanaman menyebabkan sel tersebut membentangi, sehingga berdampak pada pertumbuhan sekunder tanaman seperti penambahan jumlah dan ukuran sel (Jinus *et al.*, 2012).

Menurut Pujiyanto (1995), sebaran akar secara lateral maupun secara vertikal, menentukan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan air. Makin lebar sebaran akar rambut secara lateral dan makin dalam sebaran secara vertikal, makin banyak pengaruhnya bagi tanaman. Hal ini karena tanaman akan dapat memperoleh unsur hara maupun air dalam jumlah yang lebih banyak. Oleh

sebab itu, aplikasi Rootone-F dan Bio P60 untuk membantu percepatan pertumbuhan perakaran pada bibit dalam *polybag*.

Penggunaan Bio P60 pada penelitian sebelumnya membuktikan dapat membebaskan tanaman kentang selama dua bulan pertama dari penyakit. Selain itu, lahan pertanian yang kritis karena terlalu banyak pestisida akan berangsur-angsur diperbaiki. Hal lain dikemukakan Weller (1988), bahwa *Pseudomonas fluorescens* mampu merangsang pertumbuhan sistem akar dan menghambat jamur dan bakteri yang merugikan. Hal ini terbukti bahwa *P. fluorescens* P60 mampu menghasilkan auksin paling tinggi bila dibandingkan dengan isolat sejenis lainnya. Menurut Soesanto *et al.* (2011), *P. fluorescens* P60 juga mampu menghasilkan IAA yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman.

Rootone-F adalah zat pengatur tumbuh produksi Union Carbide dengan bahan aktif naftalen asetamida 0,067%; 2-metil naftalen asetat 0,013% dan asam indol-3-butirat 0,057%. Di samping itu, Rootone-F mengandung pula fungisida tetra metil thiuram disulfida 4% (Soemomarto, 1975). Penggunaan Rootone-F pada penelitian kali ini mengacu pada fungsinya di lapangan yaitu sebagai pemacu pembentukan akar yang juga biasanya digunakan dalam metode setek.

Asam naftalen asetat adalah senyawa organik yang lazim dipakai untuk menjarangkan buah apel, pir, jeruk, dan tanaman berbuah lainnya. Sebaliknya pada konsentrasi yang rendah senyawa itu berfungsi untuk mencegah gugurnya buah, memacu berbunganya nanas, mencegah bertunasnya kentang, ubi jalar serta umbi tulip dalam simpanan. Senyawa itu juga berfungsi memacu berakarnya setek (Prawoto dan Tjahjono, 1991). Asam indol-3 butirat adalah zat pengatur tumbuh

yang telah lazim dipakai untuk meningkatkan dan mempercepat berakarnya setek. Thiram (tetra-metil-thiuram disulfida) adalah fungisida protektif dan obat penghalau (*repellent*) serangga hama.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini berlangsung sejak bulan Desember 2018 hingga bulan Maret 2019 di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur. Ketinggian lokasi penelitian ini adalah 45 m dpl (di atas permukaan laut) dengan tipe curah hujan C mendekati D menurut Schmidt dan Ferguson. Tempat penelitian sudah terpasang paranet untuk pembibitan kopi. Menurut Rahardjo (1999), pembibitan kopi Arabika di dataran rendah biasanya dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan bibit.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Rotone F, Bio P60, bibit cabutan kopi Arabika dan media tanam bibit berupa tanah : pasir : kompos atau 2 : 1 : 1. Bibit cabutan kopi Arabika yang digunakan adalah varietas Andungsari 1 berasal dari benih yang dikecambahkan dalam bedengan, kemudian dicabut dengan kategori siap kirim berumur 5 bulan, tinggi 15-20 cm dan jumlah daun 4-6 pasang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya paranet, kerangka sungkup dari bambu, plastik sungkup transparan ukuran 05, *polybag* ukuran 17 x 25 cm, botol plastik, penggaris, jangka sorong, gunting, spidol, timbangan analitik, gelas ukur, oven, dan kalkulator.

C. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama (jarak pemotongan akar yang diukur dari leher akar) terdiri atas 3 taraf, yaitu tanpa pemotongan, pemotongan 6 cm dari leher akar, dan pemotongan 3 cm dari leher akar. Faktor kedua (hormon eksogen) yang terdiri atas 3 macam, yaitu tanpa pemberian hormon (kontrol), Rootone-F dan Bio P60. Aplikasi Rootone-F dilakukan dengan dicelupkan pada konsentrasi 12,5% (125 mg/10 ml larutan) dan aplikasi Bio P60 dilakukan dengan perendaman akar bibit kopi cabutan pada konsentrasi 1% (10 ml/1 liter larutan) selama 15 menit, kemudian saat pemeliharaan air siraman dicampur Bio P60 5 ml per tanaman hingga siraman kelima. Kedua faktor dikombinasikan dan diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Tiap unit terdiri atas 4 tanaman, sehingga total tanaman adalah 108 tanaman.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan.

	P		
H	H0	H1	H2
P0	P0H0	P0H1	P0H2
P1	P1H0	P1H1	P1H2
P2	P2H0	P2H1	P2H2

Keterangan:

P0 = Tanpa pemotongan akar

P1 = Pemotongan akar hingga 6 cm dari leher akar

P2 = Pemotongan akar hingga 3 cm dari leher akar

H0 = Tanpa Pemberian Hormon

H1 = Pemberian Rootone-F

H2 = Pemberian Bio P60

D. Variabel Pengamatan

1. Variabel nondestruktif diperoleh melalui pengamatan yang dilakukan setiap 2 minggu sekali, yaitu:

a. Selisih tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman dari pangkal batang hingga ujung daun terpanjang menggunakan penggaris dan ditetapkan sebagai ujung teratas tinggi tanaman. Hasil pengukuran tinggi tanaman pada pengamatan terakhir dikurang pengamatan awal.

b. Selisih jumlah daun (helai)

Penghitungan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung semua daun yang ada pada tanaman sampel. Hasil pengukuran jumlah daun pada pengamatan terakhir dikurang pengamatan awal.

c. Selisih diameter batang (mm)

Pengukuran diameter batang dilakukan dengan cara meletakkan jangka sorong pada batang dengan jarak 2 cm di atas tanah. Hasil pengukuran diameter batang pada pengamatan terakhir dikurang pengamatan awal.

2. Variabel destruktif diperoleh melalui pengamatan yang dilakukan saat umur tanaman 50 hst dan 100 hst, yaitu sebagai berikut.

a. Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur dengan menggunakan penggaris. Akar primer terpanjang dibentangkan, kemudian di ukur dari leher akar sampai ujung

akar terpanjang tersebut. Menurut Rusd (2009), panjang akar diukur mulai dari pangkal akar sampai pada ujung akar dengan penggaris.

b. Volume akar (ml)

Volume akar diukur dengan cara merendam akar pada gelas ukur dan diamati peningkatan volume air saat perendaman akar dalam gelas ukur tersebut. Menurut Munarso (2011), volume akar ditentukan dengan cara menentukan volume air yang akan dimasukkan ke dalam gelas ukur, memasukkan akar ke dalam gelas ukur, kemudian mencatat pertambahan volume air setelah memasukkan akar ke dalamnya.

c. Jumlah akar primer

Jumlah akar primer yang dihitung dalam penelitian ini adalah akar yang tumbuh dari akar tunggang yang dipotong. Menurut Nur dan Zainudin (1988), akar lateral yang keluar dari leher akar atau dari akar tunggang semu disebut akar lateral primer. Menurut Kumar (1979), akar yang tumbuh ke bawah berasal dari akar tunggang disebut akar aksial (*axial root*). Akar tunggang yang dipotong biasanya dapat tumbuh lebih dari satu, maka dapat dikatakan jumlah akar primer.

d. Bobot segar tanaman

Pengukuran bobot segar tanaman diperoleh dari penimbangan seluruh bagian tanaman (tajuk dan akar) menggunakan timbangan analitik.

e. Bobot kering tanaman

Pengukuran bobot kering tanaman dilakukan dengan memasukkan seluruh bagian tanaman ke dalam kantong kertas, kemudian dimasukkan ke

dalam oven pada suhu 85° C. Pengeringan dalam oven dilakukan selama 48 jam, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik.

f. Bobot segar akar

Bobot segar akar didapat dari potongan akar sampai batas leher akar yang ditimbang dengan timbangan analitik.

g. Bobot kering akar

Pengukuran bobot kering akar dilakukan dengan memasukkan potongan akar sampai batas leher akar ke dalam kantong kertas, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 85° C. Pengeringan dalam oven dilakukan selama 48 jam, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik.

E. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kesalahan 5% dan jika hasil analisis ragam berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$), maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5% untuk mengetahui perlakuan terbaik. Analisis data menggunakan *software* DSAASTAT.

F. Pelaksanaan Penelitian

1. Penyediaan Medium Tanam

Medium tanam untuk pembenihan dibuat dari campuran tanah lapis atas (topsoil), pupuk kandang dan pasir yang telah diayak halus. Perbandingan yang

digunakan pada penelitian ini adalah 2 : 1 : 1 atau tanah : pasir : kompos (Erwiyono, 2005).

2. Penyiapan *Polybag*

Polybag (kantong plastik) yang digunakan sebagai wadah medium pembesaran dapat berwarna hitam atau putih, dengan ukuran lebih kurang 17 x 25 cm dan tebal berkisar 0,05 mm. Kantong diberi lubang drainase dengan jumlah minimum sekitar 8 lubang per kantong pada bagian dasar dan samping. Pengisian media pembenihan pada *polybag* dilakukan sampai batas 1 cm dari bibir *polybag*. *Polybag* yang sudah terisi medium ditata pada bedengan yang sudah disiapkan dengan jarak 5 cm dalam unit perlakuan dan 10 cm antar unit.

3. Persiapan Kerangka Sungkup

Kerangka sungkup yang digunakan terbuat dari bambu dan sungkup dari plastik transparan dengan ketebalan 0,6 mm. Pemasangan kerangka sungkup bertujuan untuk menciptakan keseimbangan udara, suhu, dan kelembaban dengan demikian pemulihan bibit cabutan lebih terjamin.

4. Penanaman Bibit Cabutan

Penanaman dilakukan oleh dua orang yang tidak mengetahui tujuan dari penelitian ini agar penanaman dilakukan seperti teknis penanaman bibit cabutan yang umumnya dilakukan oleh tenaga pembibitan. Sebelumnya medium dalam *polybag* telah dilakukan fumigasi. Penanaman bibit cabutan dilakukan dengan tugal dan diawali dengan memberikan perlakuan yang sudah ditentukan, baik perbedaan jarak potong maupun pengaplikasian Rootone-F

dan Bio P60. Bibit yang sudah ditanam dilakukan penyiraman pertama yang termasuk aplikasi Bio P60 melalui penyiraman, kemudian tutup kerangka sungkup dengan plastik sungkup dengan rapat.

5. Pemeliharaan

Penyiraman dilakukan pagi hari setiap 4 hari sekali atau sesuai kondisi media dalam *polybag*. Aplikasi campuran Bio P60 dilakukan sampai penyiraman kelima. Penyiraman dilakukan pagi hari dengan cara membuka sungkup plastik dan sesekali dilakukan penyiangan dan pengendalian hama. Aplikasi fungisida juga diberikan untuk mengantisipasi serangan penyakit oleh jamur di pembibitan karena lingkungan yang lembab.

6. Penarangan (*Hardening*)

Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indoensia (2018), penarangan atau *hardening* bertujuan melatih bibit terhadap kondisi lingkungan yang lebih terbuka dengan cara membuka sungkup secara bertahap. *Hardening* dilakukan pada 21 hari setelah tanam. Langkah *hardening* sebagai berikut:

- Hari ke-22 selama 1 jam : ujung sungkup
- Hari ke-23 selama 2 jam : ujung sungkup
- Hari ke-24 selama 3 jam : ujung sungkup
- Hari ke-25 selama 1 jam : setengah lebar sungkup
- Hari ke-26 selama 2 jam : setengah lebar sungkup
- Hari ke-27 selama 3 jam : setengah lebar sungkup
- Hari ke-28 sungkup dibuka keseluruhan dilakukan mulai sore hari sampai jam 7 pagi, kemudian ditutup kembali.

7. Destruksi dan Pengambilan Data

Destruksi dilakukan pada 50 dan 100 hari setelah tanam. Data yang diambil menyesuaikan dengan variabel pengamatan. Variabel nondestruktif diperoleh dari hasil pengamatan setiap dua minggu sekali, sedangkan variabel destruktif diperoleh setelah tanaman dibongkar pada 50 hst dan 100 hst.

8. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%. Apabila berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Aplikasi Hormon Eksogen dan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Nondestruktif

Tabel 4. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Rootone-F dan Bio P60 dengan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Nondestruktif

Pengamatan Variabel Nondestruktif	Perlakuan		
	P	H	P x H
Selisih Tinggi tanaman	tn	sn	tn
Selisih Jumlah daun	tn	n	tn
Selisih Diameter batang	tn	sn	tn

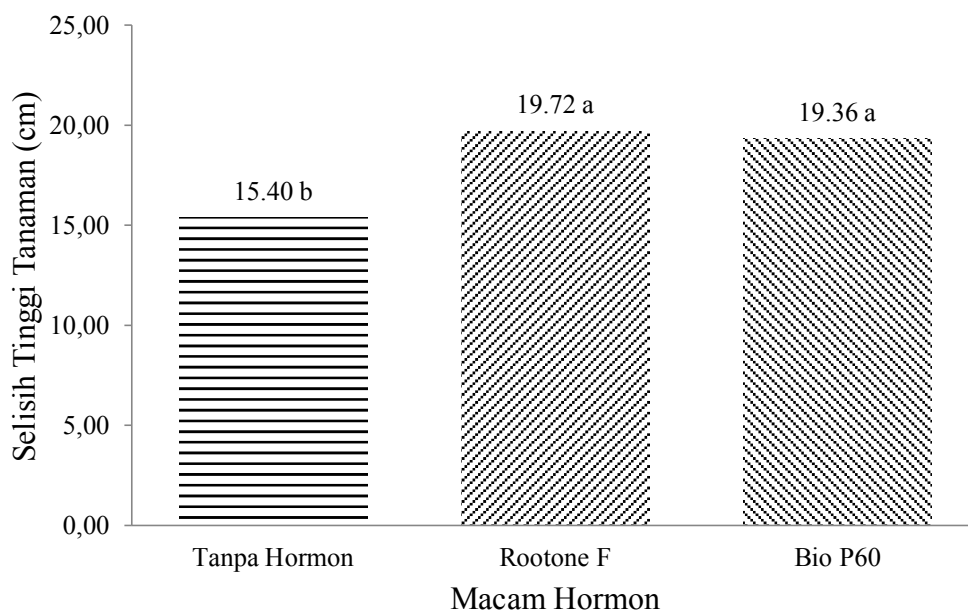
Keterangan: P = Pemotongan akar, H = Hormon Eksogen, P x H = Interaksi Pemotongan akar dan hormon eksogen, tn = tidak nyata, n = nyata, sn = sangat nyata; taraf 5%.

Hasil Uji F pada variabel nondestruktif menunjukkan tidak adanya interaksi antara aplikasi hormon eksogen dan jarak potong akar (Tabel 4). Perbedaan hormon eksogen memberikan pengaruh keragaman pada selisih tinggi tanaman, selisih jumlah daun, dan selisih diameter batang. Perbedaan jarak potong akar tidak memberikan pengaruh keragaman pada semua variabel nondestruktif.

1. Selisih Tinggi Tanaman

Hasil analisis uji lanjut dari variabel selisih tinggi tanaman menunjukkan pengaruh Rootone-F tidak berbeda dengan Bio P60 (Gambar 5). Hal ini diduga Rootone-F memiliki kandungan lengkap dari golongan auksin. Seperti yang dikemukakan Mulyani dan Ismail (2015), kandungan Rootone-F, terdiri atas NAA

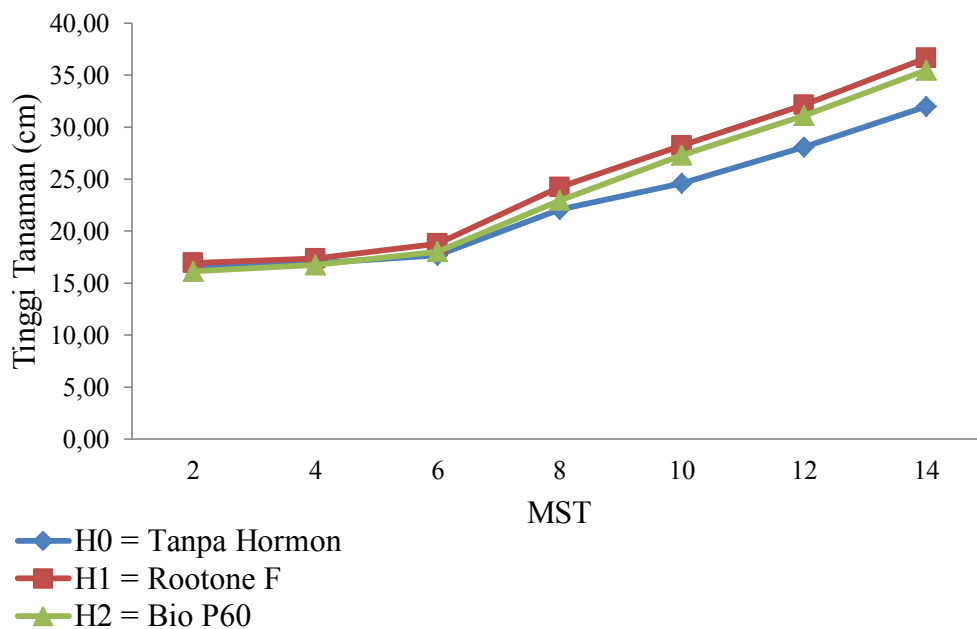
dan IBA yang merupakan hormon auksin yang ketika diberikan pada konsentrasi optimum serta ketika didukung oleh keadaan lingkungan seperti tersedianya air yang cukup pada medium tanam dan terpenuhinya kebutuhan cahaya akan mempercepat terjadinya proses fisiologis yang menyebabkan pembelahan sel menjadi lebih cepat. Sementara itu dalam Bio P60, menurut Soesanto *et al.* (2011), *P. fluorescens* P60 juga mampu menghasilkan IAA yang berperan sebagai pendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Soesanto *et al.* (2014) bahwa Bio P60 yang diaplikasikan pada tanaman cabai menunjukkan adanya peningkatan selisih tinggi tanaman hingga 23,7%.



Gambar 5. Histogram Rata-Rata Selisih Tinggi Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen.

Pertumbuhan tinggi tanaman menunjukkan bahwa nilai rerata yang nyata dari nilai rerata, baru dapat ditunjukkan pada pengamatan 10 minggu setelah tanam (Gambar 6). Hal ini dikemukakan oleh Anwaruddin *et al.* (1996), bahwa

penggunaan hormon tumbuh eksogen hanya dapat berpengaruh terhadap fisiologi tanaman jika kandungan hormon di dalam jaringan tanaman belum mencukupi, sehingga menjadi faktor pembatas. Menurut Djamhari (2010), zat pengatur tumbuh eksogen yang diaplikasikan pada tanaman berfungsi untuk memacu pertumbuhan fitohormon. Hormon dapat mendorong suatu aktivitas biokimia. Fitohormon sebagai senyawa organik yang bekerja aktif dalam jumlah sedikit biasanya ditransformasikan ke seluruh bagian tanaman, sehingga dapat memengaruhi pertumbuhan dan proses fisiologi tanaman (Djamhari, 2010).



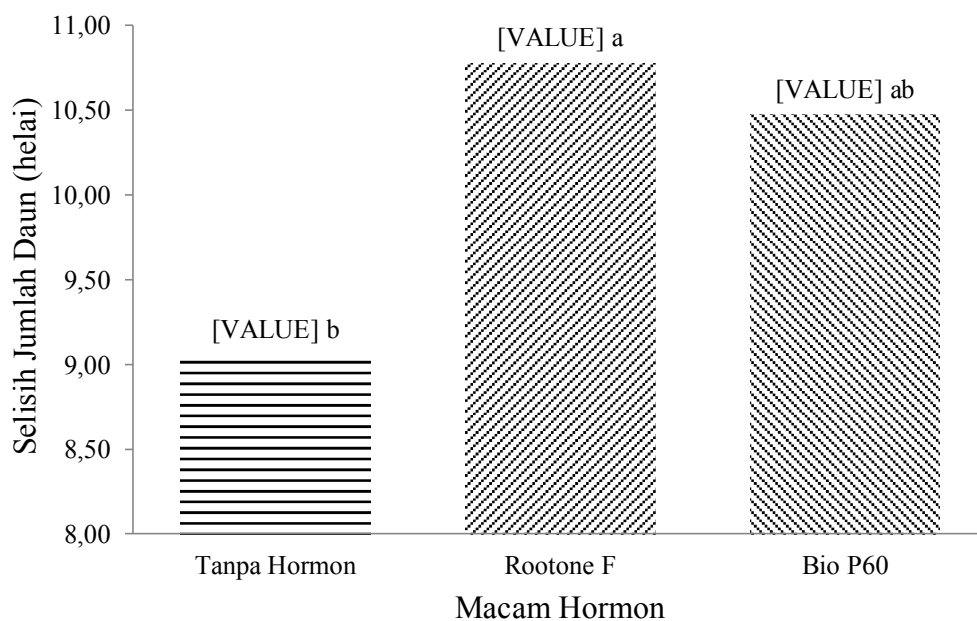
Gambar 6. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Tinggi Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST).

Jarak potong akar tidak memberikan pengaruh keragaman pada variabel non destruktif selisih tinggi tanaman. Hal ini diduga karena perakaran di setiap perlakuan jarak potong masih mendapatkan hara dan air yang cukup. Jarak potong

akar juga berkorelasi dalam mengurangi akar bengkok, namun tidak dapat memberikan pengaruh keragaman secara langsung pada selisih tinggi tanaman.

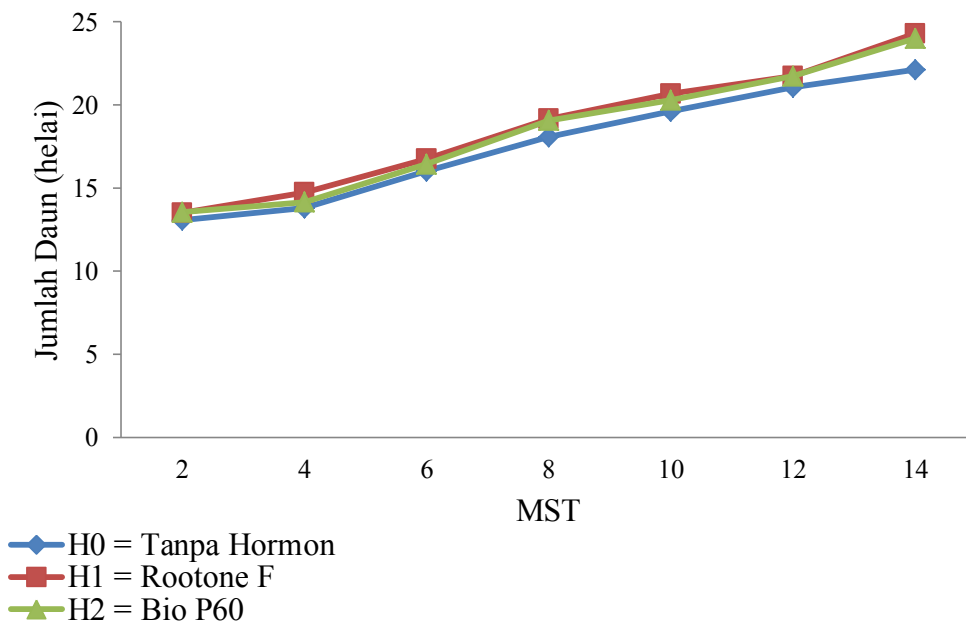
Penelitian sebelumnya pemotongan akar cengkeh juga dilakukan untuk menanggulangi akar yang bengkok. Menurut Rusnani (2012), tanaman cengkeh dengan akar tunggang lurus memiliki tingkat penambahan tinggi tanaman yang lebih baik dibanding tanaman cengkeh dengan akar tunggang bengkok, maupun setelah diadakan pemotongan akar tunggang tersebut, maka pertumbuhannya menjadi lebih baik. Berkaitan dengan penelitian pemotongan akar tunggang semu stek kopi robusta Nur *et al.* (1990) bahwa jarak potong akar berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman pada bibit umur 6 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag* dan uji lanjut menunjukkan panjang akar tunggang semu 10 cm lebih baik dari 2,5 cm, namun tidak berpengaruh nyata pada bibit umur 12 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag*.

2. Selisih Jumlah Daun



Gambar 7. Histogram Rata-Rata Selisih Jumlah Daun pada Perlakuan Hormon Eksogen.

Hasil analisis uji lanjut dari variabel selisih jumlah daun menunjukkan tidak berbeda nyata antara Rootone-F dan Bio P60 (Gambar 7). Aplikasi Rootone-F dan Bio P60 dapat meningkatkan jumlah daun dibanding tanpa aplikasi hormon. Hal ini karena berkaitan dengan semakin tinggi tanaman maka semakin banyak nodus sebagai tempat tumbuh daun. Oleh sebab itu, menurut Salisbury dan Ross (2005) auksin dapat memacu kerja giberelin dalam pemanjangan ruas-ruas batang sehingga menyebabkan meningkatnya jumlah tempat tumbuh daun (nodus) pada tunas batang yang selanjutnya terjadi penambahan jumlah daun.



Gambar 8. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Jumlah Daun pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST).

Gambar 8 merupakan kurva pertumbuhan jumlah daun dari setiap perlakuan hormon. Kurva tersebut menunjukkan bahwa perbedaan pertumbuhan jumlah daun sudah sedikit terlihat dari hasil pengamatan 2 minggu setelah tanam.

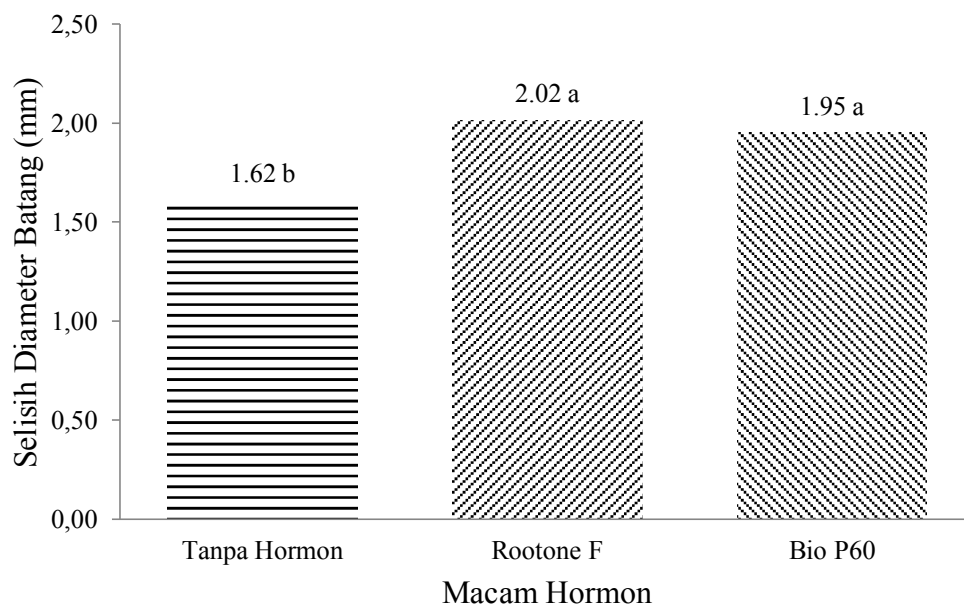
Hal ini diterangkan oleh Rochiman dan Harjadi (2003) bahwa daun juga sebagai sumber auksin yang akan bergerak ke bawah dan menumpuk di bagian dasar setek yang selanjutnya merangsang pembentukan akar.

Hubungan jarak potong akar dalam mengurangi akar bengkok sudah dapat dibuktikan dalam penelitian ini. Namun hubungannya dalam selisih jumlah daun tidak memberikan pengaruh keragaman. Melalui penelitian sebelumnya, pemotongan akar cengkeh juga dilakukan untuk menanggulangi akar yang bengkok. Menurut Rusnani (2012), tanaman cengkeh dengan akar tunggang lurus memiliki tingkat penambahan jumlah daun yang lebih baik dibanding tanaman cengkeh dengan akar tunggang bengkok, maupun setelah diadakan pemotongan akar tunggang tersebut maka pertumbuhannya menjadi lebih baik. Berkaitan dengan penelitian pemotongan akar tunggang semu stek kopi robusta Nur *et al.* (1990) bahwa jarak potong akar berpengaruh nyata terhadap variabel jumlah daun pada bibit umur 6 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag* dan uji lanjut menunjukkan panjang akar tunggang semu 10 cm lebih baik dari 2,5 cm, namun tidak berpengaruh nyata pada bibit umur 12 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag*.

3. Selisih Diameter Batang

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rerata selisih diameter batang tertinggi pada aplikasi Rootone-F, yang tidak berbeda nyata dengan aplikasi Bio P60 (Gambar 9). Rerata selisih diameter batang terendah pada tanaman tanpa perlakuan hormon. Hal ini diduga karena adanya kandungan IBA dalam Rootone-F. Menurut Siregar (2009), mekanisme kerja IBA dalam membantu penambahan

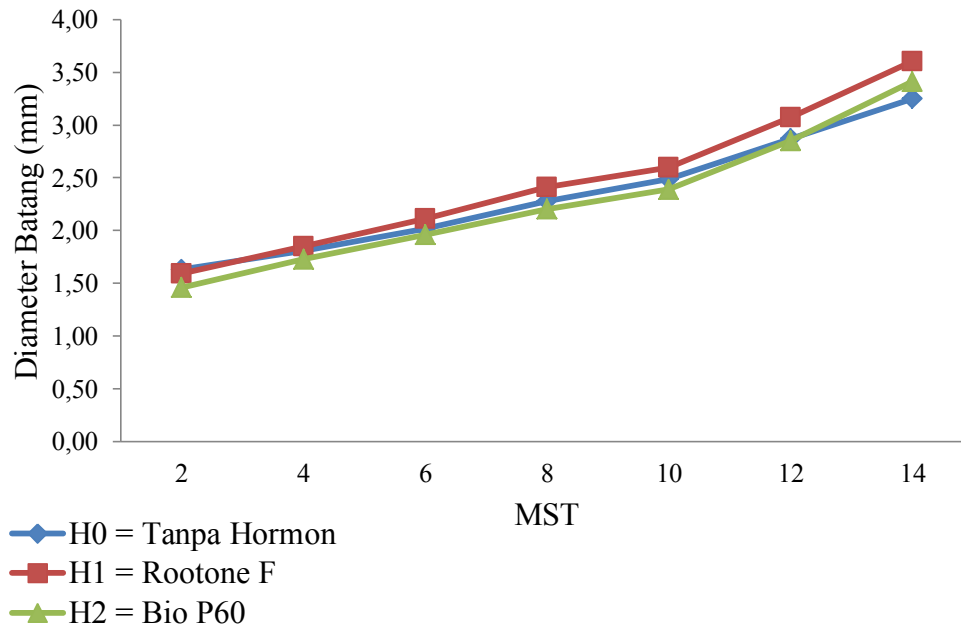
diameter batang dengan cara memacu protein tertentu yang terdapat di dalam membran plasma sel untuk memompa Ion H^+ . Pompa Ion H^+ tersebut menyebabkan kondisi asam pada dinding sel tanaman, sehingga mengaktifkan enzim tertentu yang mampu memutuskan ikatan silang hidrogen pada rantai selulosa dinding sel tanaman. Akibat kehilangan ikatan silang hidrogen di antara mikrofibril selulosa menyebabkan serat dinding sel tanaman menjadi longgar dan lentur, sehingga dinding sel tanaman menjadi lebih plastis (Siregar, 2009).



Gambar 9. Histogram Rata-Rata Selisih Diameter Batang pada Perlakuan Hormon Eksogen.

Kurva rata-rata pertumbuhan diameter batang pada perlakuan hormon menunjukkan bahwa pertumbuhan terus meningkat seiring berjalannya waktu dan perbedaan nyata paling jelas ditunjukkan dari hasil pengamatan 7 minggu setelah tanam (Gambar 10). Hal ini dapat terjadi karena menurut Rusmin *et al.* (2011), mekanisme kerja auksin yaitu memengaruhi pelenturan dinding sel, sehingga air

masuk secara osmosis dan memacu pemanjangan sel. Selanjutnya ada kerja sama antara auksin dan giberelin yang memacu perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel, sehingga mendorong pembesaran batang.



Gambar 10. Kurva Rata-Rata Pertumbuhan Diameter Batang pada Perlakuan Hormon Eksogen Selama 2-14 Minggu Setelah Tanam (MST).

Perlakuan jarak potong akar dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh keragaman. Hal ini membuktikan bahwa pengaruh akar yang bengkok tidak memberikan gejala secara langsung dari pertumbuhan diameter batang selama penelitian ini. Berkaitan dengan penelitian pemotongan akar tunggang semu stek kopi robusta Nur *et al.* (1990) bahwa jarak potong akar berpengaruh nyata terhadap variabel diameter batang pada bibit umur 6 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag* dan uji lanjut menunjukkan panjang akar tunggang semu 10 cm lebih baik dari 2,5 cm, namun tidak berpengaruh nyata pada bibit umur 12 bulan setelah ditanam ke dalam *polybag*.

B. Pengaruh Aplikasi Hormon Eksogen dan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Destruktif

Tabel 5. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Aplikasi Rootone-F dan Bio P60 dengan Jarak Potong Akar terhadap Variabel Destruktif

Pengamatan Variabel Destruktif	Perlakuan					
	P		H		P x H	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Panjang akar	tn	tn	tn	n	tn	tn
Volume akar	tn	tn	tn	n	tn	tn
Jumlah akar primer	tn	sn	tn	tn	tn	tn
Bobot segar tanaman	tn	tn	tn	sn	tn	tn
Bobot segar akar	tn	tn	tn	sn	tn	tn
Bobot kering tanaman	tn	tn	tn	sn	tn	tn
Bobot kering akar	tn	tn	tn	sn	tn	tn

Keterangan: P = Pemotongan akar, H = Hormon Eksogen, P x H = Interaksi Pemotongan akar dan hormon eksogen, D1 = Destruksi Pertama pada 50 hst, D2 = Destruksi Kedua pada 100 hst, tn = tidak nyata, n = nyata, sn = sangat nyata; taraf 5%.

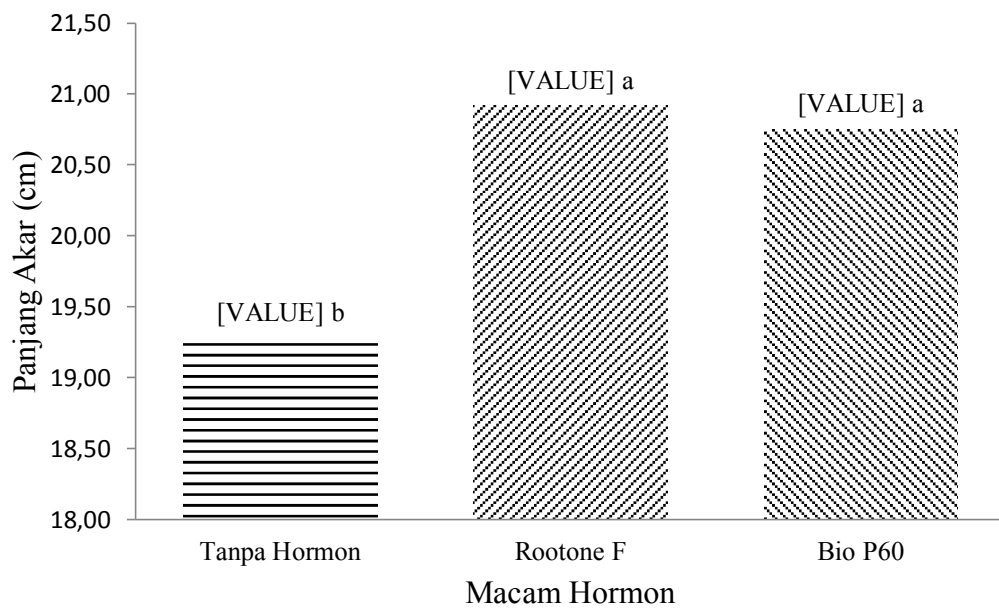
Hasil Uji F pada variabel destruktif menunjukkan tidak adanya interaksi antara aplikasi hormon eksogen dan jarak potong akar (Tabel 5). Perbedaan hormon eksogen memberikan pengaruh keragaman pada variabel destruktif panjang akar, volume akar, bobot segar tanaman, bobot segar akar, bobot kering tanaman, dan bobot kering akar. Perbedaan jarak potong akar hanya memberikan pengaruh keragaman pada jumlah akar primer.

1. Panjang Akar

Perbedaan nyata dari ketiga variabel nondestruktif dapat dikatakan nyata saat umur bibit di atas 50 hari setelah tanam bibit cabutan tersebut (Gambar 6, 8,

10). Hal ini juga ditunjukkan dari hasil analisis ragam bahwa hampir seluruh variabel destruktif pada 100 hst hasilnya nyata atau sangat nyata. Pengaruh hormon eksogen secara fisiologis pada penelitian ini baru ditunjukkan pada variabel destruktif 100 hari setelah tanam (Gambar 11).

Menurut Hidayanto *et al.* (2003), auksin berfungsi untuk menginduksi pemanjangan sel, memengaruhi dominasi apikal serta inisiasi pengakaran. Hal ini menyebabkan pembentukan organ baru dan pemanjangan sel pada tanaman akan lebih cepat. Selain itu, pada atonik mengandung senyawa dinitrofenol yang fungsinya sebagai pemecah dormansi tunas, mengaktifkan penyerapan hara, dan memacu keluarnya kuncup.



Gambar 11. Histogram Rata-Rata Panjang Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

Hasil uji lanjut menunjukkan tidak berbeda nyata antara Rootone-F dan Bio P60 (Gambar 11). Rootone-F dari penelitian sebelumnya yang diaplikasikan

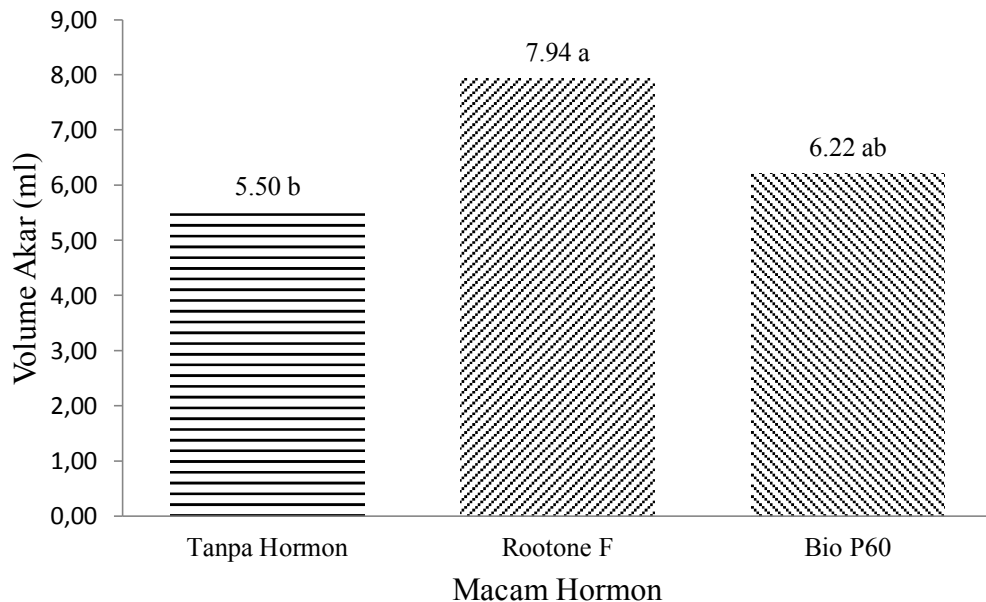
pada setek kakao oleh Prawoto dan Tjahjono (1991) menunjukkan bahwa Rootone-F cenderung meningkatkan panjang akar. Penelitian mengenai aplikasi Rootone-F pada tanaman manglid (*Manglietia glauca* BI) dituturkan oleh Sudomo *et al.* (2012). Aplikasi Rootone-F dengan konsentrasi yang tepat dapat memperbaiki persentase keberhasilan setek pucuk manglid dan meningkatkan nilai rerata variabel panjang akar. Bio P60 juga memberikan pengaruh positif pada variabel panjang akar tanaman cabai merah. Menurut Soesanto *et al.* (2014), Bio P60 yang diaplikasikan pada tanaman cabai menunjukkan adanya peningkatan panjang akar hingga 6,44%.

Rootone-F mengandung IBA yang berperan meningkatkan panjang akar tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (2005), IBA yang diberikan pada setek mengakibatkan sel penerima mengeluarkan H^+ ke dinding sel primer serta memengaruhi pelenturan dinding sel. Akibat adanya H^+ tersebut, pH sel akan menjadi turun, sehingga enzim yang berperan dalam pemecahan ikatan polisakarida dinding sel menjadi aktif, akibatnya adalah terjadi pengenduran dinding sel dan pemanjangan yang cepat melalui air yang masuk secara osmosis ke dalam sel tanaman tersebut. Menurut Kusumo (2004) aplikasi IAA pada tanaman dapat memperpanjang akar. IAA merangsang terbentuknya primordia akar melalui pembelahan sel pada parenkim floem.

Berdasarkan penelitian ini jarak potong akar memberikan pengaruh sangat berarti dalam mencegah akar bengkok yang terjadi di lapangan. Pada variabel destruktif panjang akar justru jarak pemotongan akar tidak memberikan pengaruh keragaman. Senada penelitian sebelumnya Nur *et al.* (1990), bahwa perlakuan

jarak pemotongan akar tunggang semu terhadap pertumbuhan setek kopi robusta tidak memberikan pengaruh keragaman pada variabel panjang akar.

2. Volume Akar



Gambar 12. Histogram Rata-Rata Volume Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan hormon eksogen tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel destruktif volume akar pada 50 hst, namun hasilnya memberikan pengaruh nyata pada volume akar 100 hst. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa nilai rerata aplikasi Rootone-F dan Bio P60 tidak berbeda signifikan walaupun nilai rerata tertinggi pada Rootone-F dan terendah tanpa pemberian hormon (Gambar 12). Volume akar lebih berkaitan dengan ketersediaan akar dalam medium, dalam penelitian ini ketersediaan ditunjang dengan penyiraman. Namun, ketika terjadinya hujan maka kegiatan penyiraman sudah tidak harus dilakukan. Oleh sebab itu, dalam variabel ini ada faktor lain

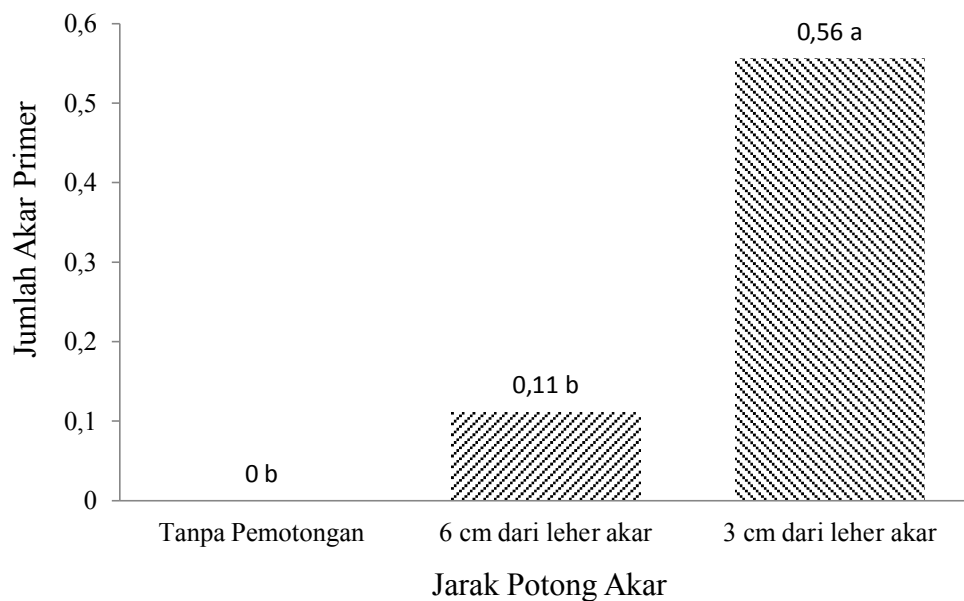
yang berpengaruh walaupun nilai rerata yang diperoleh terbaik melalui aplikasi Rootone-F dan Bio P60.

Tanaman yang mengalami kekurangan air memiliki kemampuan mengambil air secara maksimum dengan perluasan dan kedalaman sistem perakaran yang meningkat. Distribusi akar pada tanaman bervariasi dan hal ini akan memengaruhi kemampuan tanaman untuk mencukupi kebutuhan airnya. Menurut Palupi dan Dedywiryanto (2008), tanaman dengan volume akar yang besar akan mampu mengabsorpsi air lebih banyak, sehingga mampu bertahan pada kondisi kekurangan air. Menurut Budiasih (2009), peningkatan akar tanaman dan volume akar merupakan tanggap morfologi yang penting dalam proses adaptasi tanaman terhadap kekurangan air.

Menurut Sari *et al.* (2017) karakter panjang akar dan volume akar berkorelasi positif dengan bobot segar akar, bobot kering akar, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Berdasarkan hal ini, semakin panjang akar dan semakin berat volume akar akan meningkatkan bobot basah dan bobot kering akar serta bobot basah dan kering tajuk. Karakter diameter sebaran akar berkorelasi positif dengan bobot basah akar, bobot basah tajuk dan bobot kering tajuk. Hal ini menunjukkan semakin luas diameter sebaran akar akan meningkatkan bobot basah akar, bobot basah tajuk dan bobot kering tajuk. Ketiga karakter tersebut dalam menjelaskan peningkatan yang terjadi pada karakter produksi karena adanya korelasi nyata (Sari *et al.*, 2017).

3. Jumlah Akar Primer

Jarak Potong akar tidak berpengaruh nyata pada semua variabel nondestruktif. Satu-satunya ditunjukkan pengaruh sangat nyata pada variabel destruktif jumlah akar primer 100 hst. Hal ini menunjukkan semakin dekat pemotongan akar dengan pangkal akar maka jumlah akar primer yang tumbuh semakin banyak. Senada Gardner *et al.* (1991), adanya gangguan fisik terhadap akar berupa perlukaan atau penghilangan ujung akar akan menghilangkan dominasi ujung dan menggiatkan pertumbuhan akar lateral. Terbentuknya akar lateral ini akan meningkatkan jumlah akar, sehingga sebaran akar akan lebih luas dan serapan hara akan lebih optimum.



Gambar 13. Histogram Rata-Rata Jumlah Akar Primer Pada Perlakuan Jarak Potong Akar.

Hasil uji lanjut dari rerata jumlah akar primer melalui perlakuan jarak potong akar menunjukkan pemotongan 3 cm dari pangkal akar memberikan rerata tertinggi, sedangkan pemotongan 6 cm dari pangkal akar dan tanpa pemotongan

tidak dapat dikatakan berbeda (Gambar 13). Hal ini diduga karena pada jarak pemotongan 6 cm dari pangkal akar sebagian besar mengalami akar yang bengkok, terlebih tanpa pemotongan yang dipastikan semua mengalami akar yang bengkok.

Melalui fenomena akar bengkok, menemukan pertumbuhan yang cenderung lamban pada tanaman yang teridentifikasi memiliki akar bengkok saat dilakukan destruksi, walaupun tidak semua tanaman yang teridentifikasi memiliki akar bengkok memperlihatkan gejala tersebut secara langsung. Akar bengkok terdapat di semua sampel tanaman dengan akar yang tidak dipotong, sedangkan tanaman dengan jarak potong akar 6 cm dari pangkal akar dengan sampel sebanyak 36 tanaman yang teridentifikasi memiliki akar bengkok berjumlah 32 atau dapat dikatakan 89% memiliki akar bengkok. Pemotongan 3 cm dari pangkal akar tidak ditemukan sampel dengan akar yang bengkok.

Gambar 14 (tanda panah) menunjukkan akar yang bengkok dan berdampak langsung saat pertumbuhan bibit. Penulis sengaja menghilangkan akar serabut agar akar tunggang yang bengkok bisa terlihat jelas (Gambar 14). Bahkan akar yang bengkok tidak hanya ke arah samping atau horizontal tetapi mengarah ke atas dan titik bengkok berkisar antara 3-4 cm dari pangkal akar. Oleh sebab itu, jarak potong akar 3 cm dari pangkal akar pada penelitian ini dapat menjadi acuan yang tepat bagi teknis penanaman bibit cabutan ke medium dalam *polybag*.

Berdasarkan nilai rerata umumnya perlakuan aplikasi hormon menunjukkan nilai rerata yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak diaplikasikan hormon. Mengacu dari penelitian sebelumnya yang pemotongan akar tunggang

semu kopi robusta 2,5 cm dari pangkal nilai rerata dari variabel pertumbuhannya relatif lebih rendah dibandingkan dengan pemotongan 10 cm (Nur *et al.*, 1990). Oleh sebab itu, guna menanggulangi kemungkinan tersebut maka penambahan hormon atau zat pengatur tumbuh pada pemotongan akar merupakan keputusan yang baik. Hal ini sangat penting dalam rangka menyeimbangkan rasio pertumbuhan akar dan batang tanaman.



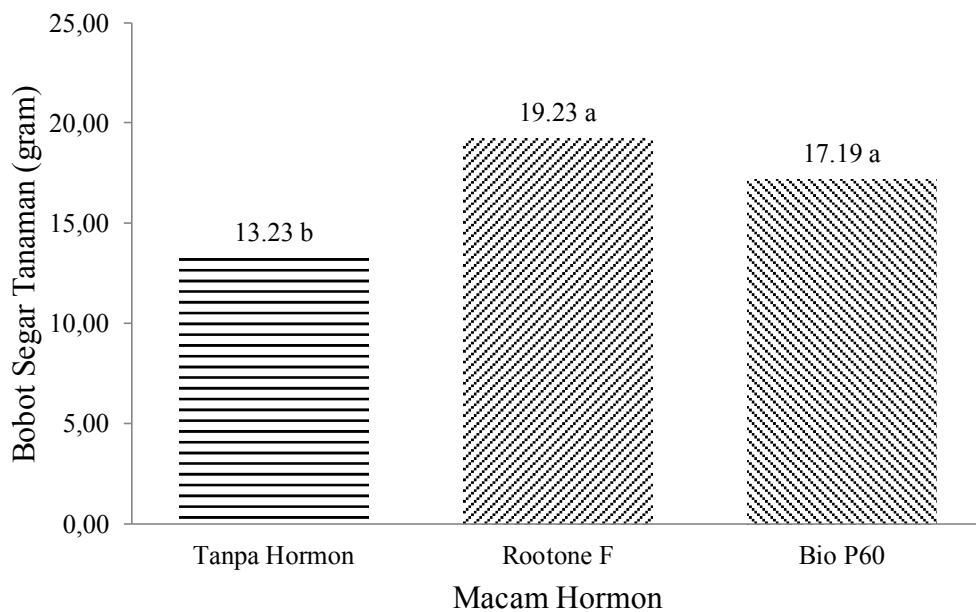
Gambar 14. Contoh Akar Bengkok pada Sampel.

Hubungan jarak potong akar dalam mengurangi akar bengkok diinterpretasikan dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman secara keseluruhan memang belum dapat dibuktikan melalui hasil analisis ragam. Namun, hal ini dapat ditunjukkan melalui penelitian sebelumnya mengenai pemotongan akar. Menurut Febriani *et al.* (2012), pemotongan akar mampu memperluas perakaran

tanaman, diameter, dan bobot segar tanaman selada. Perakaran yang lebih luas dapat menyerap hara lebih baik.

4. Bobot Segar Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan hormon eksogen tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel destruktif bobot segar tanaman pada 50 hst, namun hasilnya justru berpengaruh sangat nyata pada bobot segar tanaman 100 hst. Histogram rerata bobot segar tanaman pada perlakuan hormon eksogen menunjukkan nilai rerata tertinggi pada aplikasi Rootone F dan terendah tanpa aplikasi hormon (Gambar 15). Namun, aplikasi Rootone-F dan Bio P60 melalui uji lanjut menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Oleh sebab itu, aplikasi hormon tetap lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi hormon.



Gambar 15. Histogram Rata-Rata Bobot Segar Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

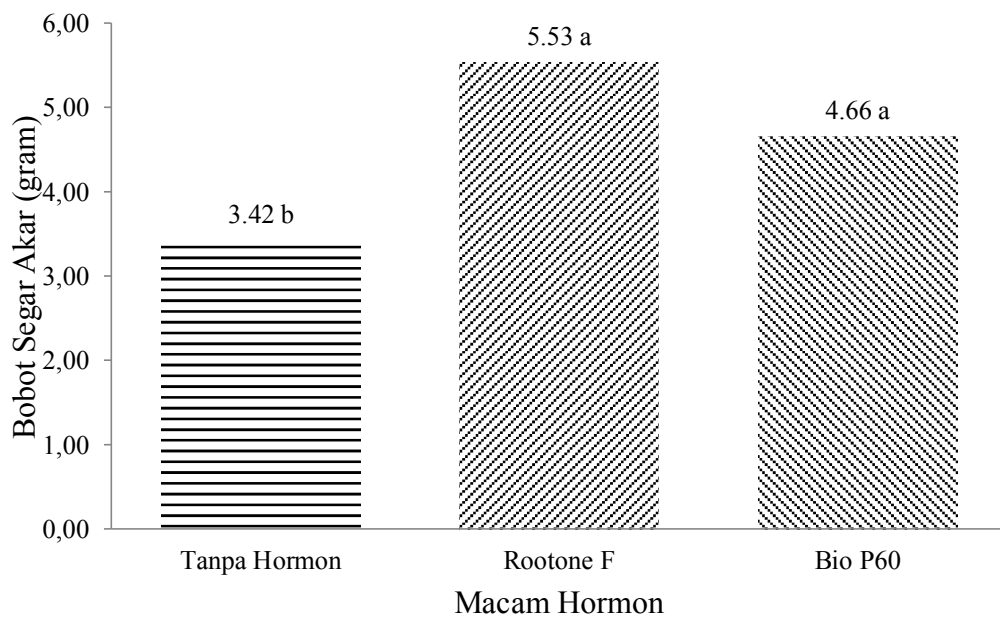
Penggunaan hormon dalam penelitian ini selain memperhatikan pertumbuhan akar juga tidak kalah penting mengenai pertumbuhan tajuk. Hal ini bukan saja interpretasi dari akar yang baik, lebih dari itu tanaman harus kokoh dengan perakaran yang kuat. Menurut Klepper (1991), untuk menjaga keseimbangan fisiologis antar tajuk dan akar, CO₂ yang diikat oleh daun dan air serta hara yang diserap oleh akar harus seimbang. Hubungan tajuk dan akar telah diamati pada tanaman kapri dan hasil penelitian pemotongan sebagian dari tajuk atau akar tanaman kapri menghasilkan peningkatan laju translokasi sukrosa pada organ utuhnya, sedangkan fungsi auksin dan sitokinin memperbaiki organ tersebut dengan meningkatkan pergerakan sukrosa. Hal ini menunjukkan bahwa hormon berperan dalam menjaga keseimbangan tajuk dan akar. Upaya memperbaiki pertumbuhan akar akar memacu pertumbuhan tajuk karena adanya sifat homeostasis untuk menjaga keseimbangan akar dan tajuk.

Jarak potong akar dalam mengurangi akar bengkok tidak dapat memberikan pengaruh keragaman secara langsung pada bobot segar tanaman. Hal ini diduga karena akar bengkok dalam *polybag* masih memungkinkan memperoleh hara dan air. Berbeda pada penelitian pemotongan akar selada menurut Febriani *et al.* (2012) pemotongan akar mampu memperluas perakaran tanaman, diameter, dan bobot segar tanaman selada.

5. Bobot Segar Akar

Hasil analisis ragam pada variabel destruktif bobot segar akar menunjukkan pengaruh sangat nyata pada 100 hst. Histogram rerata bobot segar akar pada perlakuan hormon eksogen menunjukkan aplikasi Rootone-F dan Bio

P60 tidak menunjukkan perbedaan nyata walaupun nilai rerata Rootone-F lebih tinggi dibandingkan Bio P60 (Gambar 16). Berdasarkan uraian tersebut aplikasi hormon eksogen terbukti dapat meningkatkan bobot segar akar. Menurut Fahrudin (2009), apabila jumlah perakaran tumbuh dengan baik maka pertumbuhan bagian tanaman yang lain akan berkembang baik pula, karena akar dapat menyerap unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pada dasarnya akar merupakan salah satu organ tanaman yang digunakan untuk menyimpan air dan biomassa dari tanah, kemudian akar didistribusikan pada tanaman yang nantinya akan digunakan untuk proses metabolisme pada tanaman itu sendiri.

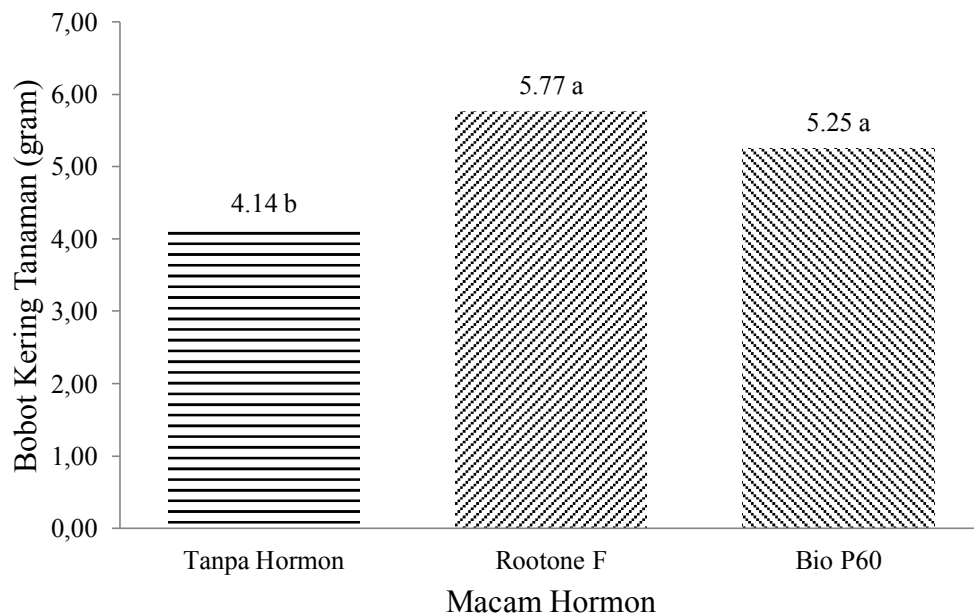


Gambar 16. Histogram Rata-Rata Bobot Segar Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya mengenai aplikasi Rootone-F pada stek lada, menurut Astutik (2018), aplikasi Rootone-F pada stek lada meningkatkan bobot segar akar. Ini diduga karena kandungan IBA pada Rootone-

F, diperkuat Sulastri (2004) yang menyatakan bahwa IBA dapat meningkatkan berat akar tanaman. Selain itu, Bio P60 juga memiliki IAA, yang menurut Larosa *et al.* (2013), hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri dapat meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral tanaman. Penyerapan hara pada tanah menjadi maksimum, sehingga tanaman akan tumbuh lebih cepat atau lebih besar.

6. Bobot Kering Tanaman



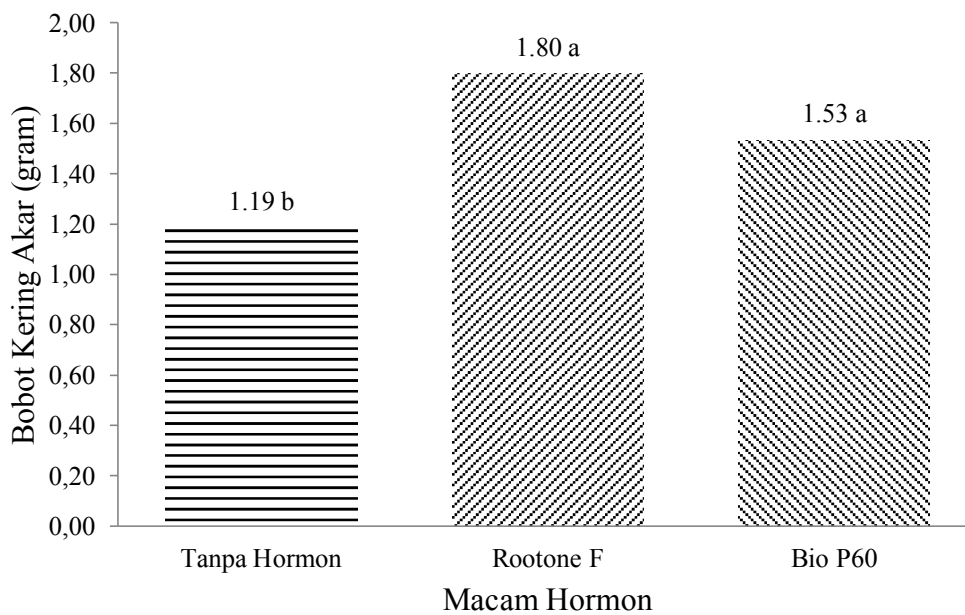
Gambar 17. Histogram Rata-Rata Bobot Kering Tanaman pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan hormon eksogen memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel destruktif bobot kering tanaman pada 100 hst. Histogram rerata bobot kering tanaman pada perlakuan hormon eksogen menunjukkan nilai rerata tertinggi pada aplikasi Rootone F dan terendah tanpa aplikasi hormon (Gambar 17). Namun, aplikasi Rootone-F dan Bio

P60 melalui uji lanjut menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya mengenai aplikasi Rootone-F pada *Mucuna bracteata*, menurut Hariyadi dan Anindito (2017) aplikasi Rootone-F dapat meningkatkan bobot kering tanaman, serta sebelumnya aplikasi Bio P60 pada cabai merah Soesanto *et al.* (2014) menuturkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* P60 menghasilkan IAA yang berperan sebagai pendukung pertumbuhan, sehingga mampu untuk meningkatkan bobot kering tanaman.

Menurut Francisco *et al.* (2005), berat kering tanaman merupakan berat dari tanaman setelah dikeringkan sampai kandungan airnya hilang, sehingga yang tersisa hanya hasil proses fotosintesis dan komponen yang tersimpan pada tanaman. Laju fotosintesis dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Peningkatan laju fotosintesis terjadi ketika intensitas cahaya meningkat. Saat intensitas cahaya rendah, laju fotosintesis menurun. Setiap spesies tanaman mempunyai kisaran intensitas cahaya yang optimum untuk proses fotosintesis dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi.

7. Bobot Kering Akar



Gambar 18. Histogram Rata-Rata Bobot Kering Akar pada Perlakuan Hormon Eksogen 100 hst.

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh sangat nyata pada variabel destruktif bobot kering akar pada 100 hst. Menurut Tomo *et al.* (1993), berat kering akar adalah hasil akumulasi bahan kering atau fotosintat pada proses fotosintesis. Bobot kering akar juga merupakan indikator banyaknya fotosintat yang terbentuk guna absorpsi nutrisi atau unsur hara dari tanah. Bobot kering akar sangat tergantung pada volume akar dan jumlah akar tanaman itu sendiri.

Histogram rerata bobot kering akar pada perlakuan hormon eksogen menunjukkan nilai rerata tertinggi pada aplikasi Rootone-F dan terendah tanpa aplikasi hormon, namun aplikasi Rootone-F tidak berbeda nyata dengan aplikasi Bio P60 (Gambar 18). Rootone-F sebagai zat pengatur tumbuh yang dapat meningkatkan variabel pertumbuhan juga pernah ditunjukkan dari penelitian sebelumnya yang diaplikasikan pada setek kakao di Pusat Penelitian Kopi dan

Kakao Indonesia. Menurut Prawoto dan Tjahjono (1991), aplikasi Rootone-F berkaitan dengan kombinasi IBA dan NAA yang terkandung, sehingga cenderung meningkat berat kering akar, kemudian pada aplikasi Bio P60 diperkuat oleh pernyataan Soesanto *et al.* (2014) bahwa Bio P60 yang diaplikasikan pada tanaman cabai menunjukkan adanya peningkatan berat kering akar 23,59%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Aplikasi Bio P60 dan Rootone-F mampu meningkatkan selisih tinggi tanaman 25,71-28,05%, jumlah daun 15,56-18,98%, dan diameter batang 20,37-24,69%, serta meningkatkan pertumbuhan panjang akar 7,62-8,5%, volume akar 13,09-44,36%, bobot segar tanaman 29,93-45,35%, bobot segar akar 36,26-61,69%, bobot kering tanaman 26,81-39,37%, dan bobot kering akar 28,57-51,26%.
2. Jarak pemotongan akar 3 cm dari leher akar meningkatkan jumlah akar primer 100 hst dan memberikan pengaruh berarti dalam mencegah akar bengkok.
3. Tidak terjadi interaksi antara jarak pemotongan akar dengan aplikasi hormon eksogen.

B. Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh aplikasi hormon eksogen dan jarak potong akar sampai bibit kopi ditanam ke lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwaruddin, M. J., N. L. P. Indrayani, S. Hardianti, dan E. Mansyah. 1996. Pengaruh konsentrasi asam giberelat dan lama perendaman terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji manggis. *Jurnal Hortikultura* 6: 1-5.
- Arimarsetiowati, R. 2013. Seleksi pohon induk kopi arabika untuk sumber eksplan perbanyak *Somatic Embryogenesis* (SE). *Jurnal Warta PUSLITKOKA* 25 (1): 1-4.
- Astutik, E. S. W. 2018. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Stek Lada (*Piper nigrum*) dalam Larutan Rootone-F. *Skripsi*. Universitas Muria Kudus. http://eprints.umk.ac.id/8618/1/HALAMAN_JUDUL.pdf, diakses 26 Juli 2018.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Kopi Indonesia 2016*. <https://www.bps.go.id/publication/2017/12/26/342431c17fb726e7f1f52322/statistik-kopi-indonesia-2016.html>, diunduh 31 Oktober 2018.
- Budiasih. 2009. Respon tanaman padi gogo terhadap cekaman kekeringan. *Ganec Swara Edisi Khusus* 3(3): 22-27.

- Budiman, H. 2012. *Prospek Tinggi Bertanam Kopi Pedoman Meningkatkan Kualitas Perkebunan Kopi*. Pustaka Baru. Yogyakarta. 216 hal.
- Djamhari, S. 2010. Memecah dormansi rimpang temulawak (*Curcuma xanthorriza* R.) menggunakan larutan atonik dan stimulasi perakaran dengan aplikasi auksin. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 12: 66-70.
- Dwijoseputro, D. 2004. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 200 hal.
- Erwiyono, R. 2005. Alasan media tanam di pembibitan perlu dicampur pasir dan pupuk kandang. *Jurnal Warta PUSLITKOKA* 21 (3): 129-135.
- Fahrudin, F. 2009. Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/16099/MzEyMDA=/Budidaya-Caisim-Brassica-Juncea-L-Menggunakan-Ekstrak-Teh-Dan-Pupuk-Kascing-abstrak.pdf>, diunduh 27 Juli 2019.
- Febriani, D. N. S., D. Indradewa, dan S. Waluyo. 2012. Pengaruh pemotongan akar dan lama aerasi media terhadap pertumbuhan selada (*Lactuca sativa* L.) *Nutrient Film Technique*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. *Jurnal Vegetalika* 1 (1): 1-12.
- Francisco, J., D. Caranhas, U. Moriera, A. Varmes, Paulo, dan Marcos. 2005. Growth photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba Rosaedore* D.) under different light intensities. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17(3).
- Gardner, F. P., R. B. Perace, dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya (Physiology of Crop Plants)*, diterjemahkan oleh H. Susilo. Universitas Indonesia. Jakarta. 428 hal.
- Hariyadi dan A. S. Anindito. 2017. Pengaruh jenis bahan tanam dan konsentrasi Rootone-F terhadap keberhasilan pertumbuhan *Mucuna bracteata* D.C. *Buletin Agrohorti* 5 (2) : 226-233.
- Hartanto, A., A. Haris, dan D. S. Widodo. 2009. Pengaruh kalsium, hormon auksin, giberellin dan sitokinin terhadap pertumbuhan dan perkembangan jagung. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 12(3): 72-75.
- Hidayanto, M., S. Nurjanah dan F. Yosita. 2003. Pengaruh panjang stek akar dan konsentrasi natriumnitrofenol terhadap pertumbuhan stek akar sukun

- (*Artocarpus communis* F.). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 6 (2): 154-160.
- Jinus, E. Prihastanti, dan S. Haryanti. 2012. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Root-Up dan Super GA terhadap pertumbuhan akar stek tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq). Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Diponegoro. *Jurnal Sains dan Matematika* 20 (2): 35-40.
- Klepper, B. 1991. *Root Shoot Relationship: Plant Root the Hidden Leaf*. Marcell Dekker Inc. New York. 948 hal.
- Kusumo, S. 2004. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Yasaguna. Jakarta. 72 hal.
- Kumar, D. 1979. Some aspects of the physiology of *Coffea arabica* L. A review. *Kenya Coffee* 44 (519): 9-47.
- Larosa, S. F., E. Kusdiyantini, dan A. Sarjiya. 2013. Kemampuan isolat bakteri penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dari tanah gambut sampit, Kalimantan Barat. *Jurnal Biologi* 2 (3): 41-54.
- Munarso, Y. P. 2011. Keragaan padi hibrida pada sistem pengairan *Intermittent* dan tergenang. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30 (3): 189-195.
- Mulyani, C. dan J. Ismail. 2015. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman Rootone-F terhadap pertumbuhan stek pucuk jambu air (*Syzygium semaragense*) pada media oasis. *Jurnal Penelitian Agrosamudra* 2 (2): 1-9.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2002. *Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta. 167 hal.
- Nur, A. M. dan Zainudin. 1988. Kajian sistem perakaran kopi robusta asal setek. *Jurnal Pelita Perkebunan* 3(4): 118-123.
- Nur, A. M., G. Suprijadji, dan Sahali. 1990. Pengaruh jumlah dan pemotongan akar tunggang semu terhadap pertumbuhan setek kopi robusta. *Jurnal Pelita Perkebunan* 6 (1): 1-7.
- Palupi, E. R. dan Y. Dedywiryanto. 2008. Kajian karakter toleransi cekaman kekeringan pada empat genotipe bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Buletin Agronomi* 36(1): 24-31.

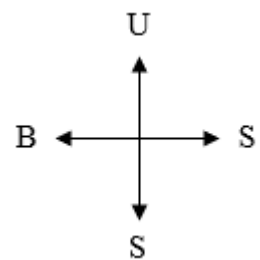
- Prawoto, A. A. dan A. Tjahjono. 1991. Pengaruh Rootone-F dan medium perakaran terhadap pertumbuhan awal setek kakao. *Jurnal Pelita Perkebunan* 7 (1): 15-20.
- Pujiyanto. 1995. Kajian sebaran akar rambut tanaman kakao. *Jurnal Pelita Perkebunan* 10 (4): 180-186.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indoensia. 2018. *Pedoman Teknis Pembesaran Benih Kopi Klonal Cabutan Pasca Aklimatisasi*. PUSLITKOKA. Jember. 24 hal.
- Rahardjo, P. 1999. Pertumbuhan bibit kopi arabika anjuran di dataran rendah. *Jurnal Warta PUSLITKOKA* 15 (2): 240-243.
- Rusd, M. I. A. 2009. Pengujian Toleransi Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Salinitas Pada Fase Perkecambah. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/53381/1/A11ami1.pdf>, diakses 27 Juli 2018.
- Rochiman dan S. Harjadi. 2003. *Pembiakan Vegetatif*. Departemen Agronomi IPB. Bogor. 72 hal.
- Rukmana, R. 2014. *Untung Selangit dari Agribisnis Kopi*. Lily Publisher. Yogyakarta. 344 hal.
- Rusmin, D., F. C. Suwarno, dan I. Darwati. 2011. Pengaruh pemberian GA3 pada berbagai konsentrasi dan lama inhibisi terhadap peningkatan viabilitas benih puwoceng (*Pimpinella pruatjan* M.). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 17 (3): 89-94.
- Rusnani, I. R. 2012. Pengaruh Pemotongan Akar Tunggang Bengkok terhadap Pertumbuhan Bibit Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. <http://eprints.ums.ac.id/19789/21/JURNAL.pdf>, diakses 27 Juli 2019.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*, diterjemahkan oleh D.R. Lukman dan Sumaryono. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 343 hal.
- Sari, D. M., K. Lubis, dan Rosmayati. 2017. Penampilan morfologi akar beberapa hasil persilangan (F1) jagung (*Zea mays* L.) pada dua media tanam di rhizotron. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi* 5(3): 665-675.

- Siregar, A. S. 2009. Inventarisasi Tanaman Sukun (*Arthocarpus communis*) pada Berbagai Ketinggian di Sumatera Utara. *Skripsi*. Departemen Kehutanan Universitas Sumatera Utara. Medan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/7666/10E01037.pdf?sequence=1>, diakses 27 Juli 2019.
- Sri dan Soekamto. 1989. Identifikasi penyakit pada tanaman kopi rakyat di Kecamatan Tangse Kabupaten Pidie Provinsi Daerah Istimewa Aceh. *Warta Balai Penelitian Perkebunan Jember* 8: 17-26
- Soemomarto, S. 1975. Penggunaan hormon tanaman pada tanaman stump karet. *Riset Penelitian I RRC Getas, Salatiga*. 126-138.
- Soenaryo. 1974. Akar bengkok pada bibit kopi dan coklat, laporan dari lapangan. *Jurnal Menara Perkebunan* 42 (6): 305-307.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, dan R. F. Rahayuniati. 2011. Biochemical characteristic of *Pseudomonas fluorescens* P60. *Journal Biotechnol Biodiver* 2: 19-26.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, dan R. F. Rahayuniati. 2014. Aplikasi formula cair *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk menekan penyakit virus cabai merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 9(6): 179-185.
- Sudomo, A., A. Rohandi, dan N. Mindawati. 2012. Penggunaan zat pengatur tumbuh pada stek pucuk manglid (*Manglietia glauca* BI). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 10 (2): 57-63.
- Sulastri, Y. S. 2004. Pengaruh konsentrasi IBA dan lama perendaman terhadap pertumbuhan stek pucuk jambu air (*Syzygium samagence*). *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* 2(3): 25-34.
- Tomo, Wani, dan Hadi. 1993. *Dasar-Dasar Fisika Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wahyudi, T., Pujiyanto, dan Misnawi. 2016. *Kopi: Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan, Produk Hilir dan Sistem Kemitraan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 890 hal.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26: 379-407.

Yahmadi, M. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia*. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI). Surabaya. 339 hal.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Rancangan Penelitian



Blok 1	P0H0	P1H2	P2H1	P1H0	P2H0	P0H1	P1H1	P0H2	P2H2
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Blok 2	P2H0	P0H2	P0H1	P2H1	P0H0	P1H0	P1H2	P2H2	P1H1
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Blok 3	P2H2	P1H1	P1H2	P0H1	P0H2	P2H1	P2H0	P0H0	P1H0
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Lampiran 2. Dokumentasi



Gambar 19. Penulis di PUSLITKOKA



Gambar 20. Pencampuran Media



Gambar 21. Contoh Bibit Cabutan



Gambar 22. Perendaman Bio P60



Gambar 23. Pemotongan Akar



Gambar 24. Penanaman Bibit Cabutan



Gambar 25. Kondisi Sungkup



Gambar 26. Paranet Sungkup



Gambar 27. Penyiraman Per Tanaman



Gambar 28. Perawatan Fungisida



Gambar 29. Karat Daun pada Sampel



Gambar 30. Hardening Setengah Sungkup Terbuka

Lampiran 2. Hasil Analisis Data

ANALYSIS OF VARIANCE				MULTIPLE COMPARISON TEST			
VARIABLE	Tinggi Tanaman			Procedure: Duncan's multiple r			
				S.E.M.: 0,869549640127626; DF:			
				Critical range; 0; 2,609; 2,739			
Average oH							
P	H0	H1	H2	Grand Total		S.E.D.	..S.D. (0.05)..S.D. (0.01)
P0	14,88	18,50	18,13	17,17		2	19,72222 a
P1	17,54	19,71	19,50	18,92		3	19,36111 a
P2	13,79	20,96	20,46	18,40		1	15,40278 b
Grand Tot	15,40	19,72	19,36	18,16			
ANOVA TABLE							
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.
BLOK	56,20255	2	28,10127	4,13	0,035808 *		
P	14,56366	2	7,281829	1,07	0,366301		0,86955
H	103,3692	2	51,68461	7,60	0,004795 **		0,86955
P x H	25,10301	4	6,275752	0,92	0,475264		1,506104
Residual	108,8808	16	6,805049				
Total	308,1192	26	11,85074				
C.V. (%) = 14,3631956870431							

ANALYSIS OF VARIANCE				MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	Jumlah	Daun		Procedure:	Duncan's multiple r				
				S.E.M.:	0,460921424616802;	DF:			
				Critical range:	0; 1,383; 1,452				
Average o H									
P	H0	H1	H2	Grand Total					
P0	8,50	10,67	9,42	9,53	2	10,77778	a		
P1	9,58	10,58	11,00	10,39	3	10,47222	ab		
P2	9,08	11,08	11,00	10,39	1	9,055556	b		
Grand Tot	9,06	10,78	10,47	10,10					
ANOVA TABLE									
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05 ..S.D. (0.01
BLOK	8,282407	2	4,141204	2,17	0,147085				
P	4,449074	2	2,224537	1,16	0,337483		0,460921	0,651841	1,381842
H	15,19907	2	7,599537	3,97	0,039686 *		0,460921	0,651841	1,381842
P x H	2,759259	4	0,689815	0,36	0,832844		0,798339	1,129022	2,39342
Residual	30,59259	16	1,912037						
Total	61,28241	26	2,357016						
C.V. (%) = 13,6882256256502									

ANALYSIS OF VARIANCE						MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE Diameter Batang						Procedure : Duncan's multiple r.					
						S.E.M.: 6,65194168565112E-02; 1					
						Critical range; 0; 0,2; 0,21					
Average o H											
P	H0	H1	H2	Grand Total							
P0	1,47	1,93	1,83	1,74	2 2,02 a						
P1	1,88	1,97	1,90	1,91	3 1,95 a						
P2	1,51	2,15	2,13	1,93	1 1,62 b						
Grand Tot:	1,62	2,02	1,95	1,86							
ANOVA TABLE											
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	0,006157	2	0,003079	0,08	0,925948						
P	0,196852	2	0,098426	2,47	0,116046		0,066519	0,094073	0,199425	0,199425	0,274766
H	0,831157	2	0,415579	10,44	0,001257	**	0,066519	0,094073	0,199425	0,199425	0,274766
P x H	0,34287	4	0,085718	2,15	0,121269		0,115215	0,162939	0,345414	0,345414	0,475908
Residual	0,637176	16	0,039823								
Total	2,014213	26	0,07747								
C.V. (%) = 10,7172009256637											

ANALYSIS OF VARIANCE											
VARIABLE	PA	D1									
Average o H											
P	H0	H1	H2	Grand Total							
P0	13,27	13,23	15,10	13,87							
P1	13,23	14,27	12,98	13,49							
P2	13,30	13,38	13,45	13,38							
Grand Tot.	13,27	13,63	13,84	13,58							
ANOVA TABLE											
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D.	(0.05)..S.D.	(0.01)
BLOK	7,872407	2	3,936204	2,26	0,136893						
P	1,173519	2	0,586759	0,34	0,719185		0,440151	0,622468	1,319573	1,818093	
H	1,533519	2	0,766759	0,44	0,651749		0,440151	0,622468	1,319573	1,818093	
P x H	8,124259	4	2,031065	1,16	0,362935		0,762365	1,078146	2,285568	3,14903	
Residual	27,89759	16	1,7436								
Total	46,6013	26	1,792358								
C.V. (%) = 9,72378723079532											

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE	VA	D1								
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total						
P0	2,83	2,58	2,67	2,69						
P1	3,25	3,33	2,25	2,94						
P2	2,83	2,67	2,83	2,78						
Grand Tot:	2,97	2,86	2,58	2,81						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	3,041667	2	1,520833	2,31746	0,130658					
P	0,291667	2	0,145833	0,222222	0,803168		0,270031	0,381881	0,809552	1,115392
H	0,722222	2	0,361111	0,550265	0,587332		0,270031	0,381881	0,809552	1,115392
P x H	1,611111	4	0,402778	0,613757	0,658868		0,467707	0,661438	1,402186	1,931915
Residual	10,5	16	0,65625							
Total	16,16667	26	0,621795							
C.V. (%) = 28,8745872701341										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,275221	2	0,137611	2,23	0,139587					
P	0,017884	2	0,008942	0,15	0,866081		0,082757	0,117036	0,248104	0,341835
H	0,048825	2	0,024412	0,40	0,679385		0,082757	0,117036	0,248104	0,341835
P x H	0,146572	4	0,036643	0,59	0,671702		0,143339	0,202712	0,429729	0,592076
Residual	0,986208	16	0,061638							
Total	1,47471	26	0,05672							
C.V. (%) = 14,9686970429382										

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE	JAP D1									
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total						
P0	0,00	0,00	0,00	0,00						
P1	0,00	0,00	0,00	0,00						
P2	0,00	0,17	0,17	0,11						
Grand Tot:	0,00	0,06	0,06	0,04						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,074074	2	0,037037	2,285714	0,13392					
P	0,074074	2	0,037037	2,285714	0,13392		0,042431	0,060007	0,127209	0,175267
H	0,018519	2	0,009259	0,571429	0,57583		0,042431	0,060007	0,127209	0,175267
P x H	0,037037	4	0,009259	0,571429	0,687218		0,073493	0,103935	0,220332	0,303571
Residual	0,259259	16	0,016204							
Total	0,462963	26	0,017806							
C.V. (%) = 343,693177121688										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,025418	2	0,012709	2,29	0,13392					
P	0,025418	2	0,012709	2,29	0,13392		0,024856	0,035151	0,074517	0,102669
H	0,006355	2	0,003177	0,57	0,57583		0,024856	0,035151	0,074517	0,102669
P x H	0,012709	4	0,003177	0,57	0,687218		0,043051	0,060884	0,129068	0,177828
Residual	0,088964	16	0,00556							
Total	0,158864	26	0,00611							
C.V. (%) = 10,2314352601201										

ANALYSIS OF VARIANCE											
VARIABLE	BST	D1									
Average o H											
P	H0	H1	H2	Grand Total							
P0	7,66	6,83	7,64	7,37							
P1	8,85	9,55	7,06	8,48							
P2	8,30	7,57	7,76	7,88							
Grand Tot:	8,27	7,98	7,48	7,91							
ANOVA TABLE											
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	22,73858	2	11,36929	4,95	0,021185 *						
P	5,555791	2	2,777895	1,21	0,324092		0,505075	0,714284	1,514215	2,086269	
H	2,831669	2	1,415834	0,62	0,552079		0,505075	0,714284	1,514215	2,086269	
P x H	9,292148	4	2,323037	1,01	0,430532		0,874816	1,237177	2,622698	3,613523	
Residual	36,73455	16	2,29591								
Total	77,15274	26	2,967413								
C.V. (%) = 19,1522400631812											

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE BST D1										
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total						
P0	3,05	2,60	2,90	2,85						
P1	3,73	3,70	2,44	3,29						
P2	3,29	2,84	3,09	3,07						
Grand Tot:	3,36	3,05	2,81	3,07						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	5,314346	2	2,657173	4,445577	0,029147	*				
P	0,88003	2	0,440015	0,736166	0,494485		0,257706	0,364451	0,772602	1,064483
H	1,355002	2	0,677501	1,133491	0,346438		0,257706	0,364451	0,772602	1,064483
P x H	2,505265	4	0,626316	1,047857	0,413634		0,44636	0,631248	1,338187	1,843739
Residual	9,563387	16	0,597712							
Total	19,61803	26	0,75454							
C.V. (%) = 25,1723730221394										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,42975	2	0,214875	4,48	0,02842	*				
P	0,060265	2	0,030133	0,63	0,545835		0,072961	0,103183	0,218738	0,301375
H	0,093677	2	0,046838	0,98	0,397582		0,072961	0,103183	0,218738	0,301375
P x H	0,202509	4	0,050627	1,06	0,409576		0,126373	0,178718	0,378865	0,521997
Residual	0,766564	16	0,04791							
Total	1,552765	26	0,059722							
C.V. (%) = 12,6083396907456										

ANALYSIS OF VARIANCE									
VARIABLE	BKT	D1							
Average o H									
P	H0	H1	H2	Grand Total					
P0	1,64	1,55	1,62	1,60					
P1	1,84	2,11	1,62	1,85					
P2	1,77	1,60	1,67	1,68					
Grand Tot:	1,75	1,75	1,63	1,71					
ANOVA TABLE									
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)..S.D. (0.01)
BLOK	0,447757	2	0,223879	2,33	0,128903				
P	0,296585	2	0,148293	1,55	0,243181		0,103217	0,14597	0,309443
H	0,082452	2	0,041226	0,43	0,657832		0,103217	0,14597	0,309443
P x H	0,34407	4	0,086018	0,90	0,488508		0,178776	0,252828	0,535971
Residual	1,534126	16	0,095883						
Total	2,704991	26	0,104038						
C.V. (%) = 18,0924886555799									

ANALYSIS OF VARIANCE										
VARIABLE BKA D1										
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total						
P0	0,44	0,40	0,42	0,42						
P1	0,52	0,56	0,36	0,48						
P2	0,45	0,42	0,44	0,44						
Grand Tot:	0,47	0,46	0,40	0,44						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,037617	2	0,018808	1,537859	0,24497					
P	0,015267	2	0,007633	0,624138	0,54827		0,036863	0,052133	0,110517	0,152268
H	0,022156	2	0,011078	0,905772	0,423982		0,036863	0,052133	0,110517	0,152268
P x H	0,047844	4	0,011961	0,977997	0,446956		0,063849	0,090297	0,19142	0,263737
Residual	0,195683	16	0,01223							
Total	0,318567	26	0,012253							
C.V. (%) = 24,8828112735482										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,020106	2	0,010053	1,46	0,260996					
P	0,006626	2	0,003313	0,48	0,626238		0,027635	0,039082	0,082849	0,114149
H	0,01136	2	0,00568	0,83	0,45547		0,027635	0,039082	0,082849	0,114149
P x H	0,028295	4	0,007074	1,03	0,422318		0,047865	0,067691	0,143499	0,197712
Residual	0,109971	16	0,006873							
Total	0,176357	26	0,006783							
C.V. (%) = 12,5281042547813										

ANALYSIS OF VARIANCE				MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	PA	D2					Procedure: Duncan's multiple r. S.E.M.: 0,44015813227175; DF: Critical range; 0; 1,32; 1,386		
Average o H									
P	H0	H1	H2	Grand Total			2 20,91667 a		
P0	19,67	20,50	19,83	20,00			3 20,75 a		
P1	19,67	21,17	20,83	20,56			1 19,27778 b		
P2	18,50	21,08	21,58	20,39					
Grand Tot.	19,28	20,92	20,75	20,31					
ANOVA TABLE									
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)..S.D. (0.01)
BLOK	17,01852	2	8,509259	4,88	0,022148 *				
P	1,462963	2	0,731481	0,42	0,66439		0,440156	0,622474	1,319587 1,818112
H	14,64352	2	7,321759	4,20	0,034205 *		0,440156	0,622474	1,319587 1,818112
P x H	6,675926	4	1,668981	0,96	0,45734		0,762372	1,078157	2,285591 3,149062
Residual	27,89815	16	1,743634						
Total	67,69907	26	2,603811						
C.V. (%) = 6,50002203671853									

ANALYSIS OF VARIANCE					MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	VA D2				Procedure: Duncan's multiple range test (p= 0,05)					
					S.E.M.: 0,540061724867321; DF: 16					
					Critical range; 0; 1,62; 1,701					
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total	2	7,944444	a			
P0	5,67	7,33	4,83	5,94	3	6,222222	ab			
P1	5,00	9,67	6,33	7,00	1	5,5	b			
P2	5,83	6,83	7,50	6,72						
Grand Tot:	5,50	7,94	6,22	6,56						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	11,16667	2	5,583333	2,126984	0,151663					
P	5,388889	2	2,694444	1,026455	0,380699		0,540062	0,763763	1,619104	2,230784
H	28,38889	2	14,19444	5,407407	0,016068	*	0,540062	0,763763	1,619104	2,230784
P x H	20,22222	4	5,055556	1,925926	0,155143		0,935414	1,322876	2,804371	3,863831
Residual	42	16	2,625							
Total	107,1667	26	4,121795							
C.V. (%) = 24,7146891040978										

Transfromasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	0,493685	2	0,246843	2,07	0,159075					
P	0,259887	2	0,129944	1,09	0,36056		0,115198	0,162914	0,345362	0,475837
H	1,125477	2	0,562739	4,71	0,024609	*	0,115198	0,162914	0,345362	0,475837
P x H	0,697922	4	0,174481	1,46	0,26021		0,199528	0,282176	0,598185	0,824173
Residual	1,910953	16	0,119435							
Total	4,487924	26	0,172612							
C.V. (%) = 13,6721587319593										

ANALYSIS OF VARIANCE					MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	JAP D2				Procedure: Duncan's multiple range test (p= 0,05)					
					S.E.M.: 9,62250448649379E-02; DF: 16					
					Critical range; 0; 0,289; 0,303					
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total	3	0,555556	a			
P0	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0,111111	b			
P1	0,00	0,00	0,33	0,11	1	0	b			
P2	0,33	0,50	0,83	0,56						
Grand Tot:	0,11	0,17	0,39	0,22						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,166667	2	0,083333	1	0,389744					
P	1,555556	2	0,777778	9,333333	0,002059	**	0,096225	0,136083	0,288483	0,397468
H	0,388889	2	0,194444	2,333333	0,129061		0,096225	0,136083	0,288483	0,397468
P x H	0,222222	4	0,055556	0,666667	0,624337		0,166667	0,235702	0,499666	0,688435
Residual	1,333333	16	0,083333							
Total	3,666667	26	0,141026							
C.V. (%) = 129,903810567666										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	S.D. (0.01)
BLOK	0,030242	2	0,015121	0,73	0,499137					
P	0,444422	2	0,222211	10,67	0,001137	**	0,048108	0,068035	0,144228	0,198715
H	0,106038	2	0,053019	2,55	0,109703		0,048108	0,068035	0,144228	0,198715
P x H	0,057237	4	0,014309	0,69	0,611382		0,083325	0,11784	0,24981	0,344185
Residual	0,33327	16	0,020829							
Total	0,97121	26	0,037354							
C.V. (%) = 17,4219484864216										

ANALYSIS OF VARIANCE				MULTIPLE COMPARISON TEST						
VARIABLE	BST	D2		Procedure : Duncan's multiple r. S.E.M.: 0,968061367483491; DF: Critical range; 0; 2,904; 3,049						
Average o H	H0	H1	H2	Grand Total	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05	..S.D. (0.01		
P	12,87	17,74	14,72	15,11	2	19,23111	a			
P0	15,54	20,38	16,56	17,49	3	17,19	a			
P1	11,27	19,58	20,29	17,05	1	13,22833	b			
P2	13,23	19,23	17,19	16,55						
Grand Tot:										
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05	..S.D. (0.01
BLOK	37,1717	2	18,58585	2,20	0,142787					
P	28,91027	2	14,45514	1,71	0,211635		0,968061	1,369046	2,902247	3,998683
H	167,6828	2	83,84142	9,94	0,001563	**	0,968061	1,369046	2,902247	3,998683
P x H	58,22785	4	14,55696	1,73	0,193484		1,676731	2,371256	5,026839	6,925922
Residual	134,9486	16	8,434285							
Total	426,9412	26	16,42082							
C.V. (%) = 17,5481365498468										

ANALYSIS OF VARIANCE					MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	BSA D2				Procedure: Duncan's multiple range test (p= 0,05)					
					S.E.M.: 0,339017204001586; DF: 16					
					Critical range; 0; 1,017; 1,068					
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total	2	5,533333	a			
P0	3,41	4,90	3,77	4,03	3	4,655	a			
P1	3,81	5,88	4,20	4,63	1	3,422222	b			
P2	3,05	5,82	5,99	4,95						
Grand Tot:	3,42	5,53	4,66	4,54						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	10,73916	2	5,369581	5,191041	0,018302	*				
P	3,985969	2	1,992984	1,926717	0,177941		0,339017	0,479443	1,016373	1,400348
H	20,244	2	10,122	9,785441	0,001676	**	0,339017	0,479443	1,016373	1,400348
P x H	6,98682	4	1,746705	1,688627	0,201679		0,587195	0,830419	1,76041	2,425473
Residual	16,5503	16	1,034394							
Total	58,50626	26	2,250241							
C.V. (%) = 22,4175627773611										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	0,569138	2	0,284569	4,34	0,031265	*				
P	0,2334	2	0,1167	1,78	0,20069		0,085385	0,120752	0,255984	0,352692
H	1,188989	2	0,594494	9,06	0,002338	**	0,085385	0,120752	0,255984	0,352692
P x H	0,352338	4	0,088085	1,34	0,297277		0,147891	0,209149	0,443377	0,61088
Residual	1,049844	16	0,065615							
Total	3,393709	26	0,130527							
C.V. (%) = 12,196241124954										

ANALYSIS OF VARIANCE						MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE: RERATA						Procedure : Duncan's multiple r.					
						S.E.M.: 0,29176398288312; DF: 1					
						Critical range; 0; 0,875; 0,919					
Average o H											
P	H0	H1	H2	Grand Total							
P0	4,06	5,24	4,44	4,58	2 5,767222 a						
P1	4,86	6,36	5,30	5,51	3 5,254444 a						
P2	3,51	5,70	6,02	5,08	1 4,139444 b						
Grand Tot:	4,14	5,77	5,25	5,05							
ANOVA TABLE											
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	1,872124	2	0,936062	1,22	0,320771						
P	3,875613	2	1,937806	2,53	0,111049		0,291764	0,412617	0,874708	1,205163	1,205163
H	12,46748	2	6,23374	8,14	0,003649	**	0,291764	0,412617	0,874708	1,205163	1,205163
P x H	4,540537	4	1,135134	1,48	0,254217		0,50535	0,714673	1,515039	2,087403	2,087403
Residual	12,25818	16	0,766136								
Total	35,01393	26	1,34669								
C.V. (%) = 17,31981136939											

ANALYSIS OF VARIANCE					MULTIPLE COMPARISON TEST					
VARIABLE	BKA D2				Procedure: Duncan's multiple range test (p= 0,05)					
					S.E.M.: 0,117283861273521; DF: 16					
					Critical range; 0; 0,352; 0,369					
Average o H										
P	H0	H1	H2	Grand Total	2	1,799444	a			
P0	1,24	1,57	1,21	1,34	3	1,533889	a			
P1	1,36	2,06	1,56	1,66	1	1,188889	b			
P2	0,97	1,77	1,83	1,52						
Grand Tot:	1,19	1,80	1,53	1,51						
ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	0,142024	2	0,071012	0,573605	0,574662					
P	0,45558	2	0,22779	1,839989	0,190881		0,117284	0,165864	0,351617	0,484454
H	1,686969	2	0,843484	6,813307	0,007236	**	0,117284	0,165864	0,351617	0,484454
P x H	0,727654	4	0,181913	1,469419	0,257729		0,203142	0,287286	0,609018	0,839099
Residual	1,980793	16	0,1238							
Total	4,993019	26	0,192039							
C.V. (%) = 23,3415055605779										

Transformasi:

ANOVA TABLE										
EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	S.E.M.	S.E.D.	..S.D. (0.05)	..S.D. (0.01)
BLOK	0,026162	2	0,013081	0,65	0,535867					
P	0,079385	2	0,039692	1,97	0,172013		0,047329	0,066933	0,141892	0,195497
H	0,294258	2	0,147129	7,30	0,005593	**	0,047329	0,066933	0,141892	0,195497
P x H	0,111604	4	0,027901	1,38	0,28371		0,081976	0,115932	0,245764	0,338611
Residual	0,322564	16	0,02016							
Total	0,833973	26	0,032076							
C.V. (%) = 11,6849893667764										

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Singkawang pada tanggal 6 Februari 1996 sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Punto Dewo, S.K.M., M.Kes. dan Ibu Hasrawati Hamzah, S.K.M. Saat ini penulis bertempat tinggal di Jl. Swadaya II No. 4 RT 004/009 Kel. Manggarai, Kec. Tebet, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12850. No. HP: 082233996623, email: witjaksonorama@gmail.com. Penulis memulai pendidikan tingkat dasar di SDN 4 Nagur, Sambas, Kalimantan Barat lulus tahun 2008, kemudian melanjutkan ke jenjang tingkat menengah pertama lulus tahun 2011 di SMPN 3 Jakarta. Jenjang pendidikan menengah atas di SMAN 54 Jakarta lulus tahun 2014 sebelum melanjutkan ke Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman melalui jalur test Ujian Mandiri pada tahun 2014. Selama menempuh studi, penulis berkesempatan mendapatkan berbagai pengalaman di dalam universitas maupun di luar. Tahun 2017, penulis berkesempatan menjalani Praktik Kerja Lapangan mengenai pembibitan kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember, Jawa Timur. Selain itu, penulis berkesempatan mengikuti seminar, workshop maupun pelatihan, seperti: pelatihan teknik budidaya dan pengolahan kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia tahun 2017, kelas pengolahan, standar mutu dan grading kopi di Pusat Pelatihan Kopi Indonesia tahun 2019, *Coffee Cupping Session* dari *Specialty Coffee Association of Indonesia* tahun 2018, workshop *Coffee Art* dari DISPORAPAR Jawa Tengah tahun 2018. Penulis juga berkesempatan mengikuti Pengembangan Karakter dan Kepribadian Mahasiswa (PKKM) dari Universitas Jenderal Soedirman, seminar *Revolution of Agrotechnology Resources* di Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman tahun 2015, kuliah umum *Linkage Between Agriculture and Forestry: Paradox or Panacea* di Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman tahun 2017, Seminar Nasional Cresioner mengenai *Agricultural Sociopreneur* tahun 2017, peserta Ekspedisi Daulat Pangan Indonesia di Desa Temajuk, Kecamatan Paloh, Sambas, Kalimantan Barat tahun 2016. Penulis juga berkesempatan mengikuti berbagai kepanitian dan organisasi, antara lain: Kepala Bidang Pendamping di Malam Keakraban Himpunan Mahasiswa Agroteknologi tahun 2016, panitia musyawarah anggota Himpunan Mahasiswa Agroteknologi tahun 2014, staff bidang keacaraan Dies Natalis Himpunan Mahasiswa Agroteknologi tahun 2015, panitia kegiatan Rektor Cup VII Unit Bola Basket Universitas Jenderal Soedirman 2016, dan lain-lain. Penulis juga Wakil Koordinator Mahasiswa tingkat Kecamatan dan Ketua Program Kerja Pengembangan Komoditas Kopi pada Kuliah Kerja Nyata (KKN) Desa Babadan, Kecamatan Pagentan, Banjarnegara, Jawa Tengah periode Januari-Februari 2018. Sejak November 2017, penulis menjadi konsultan pembibitan atau budidaya kopi dan diundang sebagai pembicara di beberapa acara, penulis juga membina beberapa petani kopi di daerah Banyumas.