

**RESPONS PENGAKARAN SETEK MELADA
(*Piper colubrinum*) TERHADAP AUKSIN**

(Tesis)

Oleh

FARIDA HANUM



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

RESPONS PENGAKARAN MELADA (*Piper colubrinum*) TERHADAP AUKSIN

Oleh

Farida Hanum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran *Piper colubrinum* kemudian membandingkannya dengan dua jenis perangsang akar komersial. Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama yaitu pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran *Piper colubrinum*. Percobaan kedua yaitu respons pengakaran *Piper colubrinum* terhadap beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial. Tahap selanjutnya melakukan pengujian kompatibilitas penyambungan melada sebagai batang bawah dan lada sebagai batang atas untuk melihat tingkat keberhasilan penyambungan. Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Mei 2018 sampai Desember 2018. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. perlakuan yang mengaplikasikan: kontrol, IBA 1500 ppm, IBA 2000 ppm, NAA 2000 ppm, NAA 750 ppm + IBA 750 ppm, NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm,

NAA 1250 ppm + IBA 1250 ppm. Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis ragam, kemudian dilanjutkan pemisahan nilai tengah dengan uji BNT pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada variabel jumlah akar primer di buku dengan perlakuan NAA 750 ppm + IBA 750 ppm nilai rata-rata meningkat yaitu 21 helai dibandingkan kontrol 2,5 helai. Pada perlakuan NAA 750 ppm + IBA 750 ppm berpengaruh pada peningkatan jumlah akar primer di penampang batang yaitu 14 helai dibandingkan dengan kontrol 11 helai.

Berdasarkan percobaan II, Penggunaan kombinasi auksin NAA dan IBA lebih efektif dibandingkan perangsang komersial yaitu ZPT A dan ZPT B.

Dapat disimpulkan bahwa auksin kombinasi NAA + IBA pada konsentrasi total 1500 ppm adalah auksin yang efektif dan efisien untuk pengakaran setek melada. Kesimpulan diambil juga berdasarkan pertimbangan biaya, apa bila konsentrasi bertambah maka penggunaan NAA dan IBA dan biaya dibutuhkan bertambah pula.

Kata kunci: Melada, *Piper colubrinum*, auksin, setek, lada

**RESPONS PENGAKARAN SETEK MELADA
(*Piper colubrinum*) TERHADAP AUKSIN**

Oleh

FARIDA HANUM

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN

Pada

Program Studi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc

Sekretaris : Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.

Anggota : Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.
NIP 19611020 198603 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.
NIP 195701011984031020

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 19 Desember 2019

Judul Tesis : **RESPONS PENGAKARAN SETEK MELADA
(*Piper colubrinum*) TERHADAP AUKSIN**

Nama Mahasiswa : **Farida Hanum**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1524011008

Program Studi : Magister Agronomi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



[Signature]
Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc
NIP 19610803 198603 2 002

[Signature]
Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.
NIP 19610402 198603 1 003

[Signature]

Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 19720804 200501 1 002

2. Ketua Program Studi

[Signature]
Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 19610803 198603 2 002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “**RESPONS PENGAKARAN SETEK MELADA (*Piper colubrinum*) TERHADAP AUKSIN**” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 19 Desember 2019
Pembuat Pernyataan,



Farida Hanum
NPM. 1524011008

Tesis ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku Mamak Mabasah
beru Ginting dan Bapak (Alm) Rabuddin. Semua yang kudapatkan
sampai saat ini berkat doa mamak dan bapak.

Untuk suamiku Muhammad Thantowi dan anakku Dayunarimi
terimakasih untuk semuanya, tanpa kalian umi tak akan mampu
menyelesaikan pendidikan ini.

Cintaku tak berujung dan semua karena Allah SWT

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabanjahe pada tanggal 16 April 1981, sebagai anak keempat dari pasangan Bapak (Alm) Rabuddin dan Ibu Mabasah beru Ginting.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD N 040448 Kabanjahe pada tahun 1988. Penulis menyelesaikan pendidikan di SLTP N 2 Kabanjahe pada tahun 1997. Pada tahun 2000, Penulis menyelesaikan pendidikan di SMAN 1 Kabanjahe. Pada tahun 2000, Penulis diterima di Universitas Lampung sebagai mahasiswa Program Studi Hortikultura, Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian. Pada tahun 2015, Penulis diterima di Universitas Lampung sebagai mahasiswa Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Tahun 2006 - 2017, Penulis aktif sebagai fasilitator pertanian di pemberdayaan masyarakat bidang peningkatan ekonomi dan pendamping petani. Pada tahun 2016, Penulis meraih penghargaan sebagai Mahasiswa terbaik Nasional dalam Inovasi dan Teknologi Pertanian yang diselenggarakan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Pada tahun 2016, Penulis meraih penghargaan sebagai Penyuluh Favorit yang diselenggarakan oleh Pemerintah Kabupaten Pringsewu. Pada tahun 2017, Penulis terpilih sebagai *Inspring Women* 2017 tingkat Propinsi Lampung kategori peningkatan Bidang Ekonomi Masyarakat yang diselenggarakan oleh Partai Keadilan Sejahtera.

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai syarat mencapai gelar magister pertanian.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Ibu Prof. Dr. Yusnita, M.Sc., selaku pembimbing pertama sekaligus ketua Program Studi Magister Agronomi yang telah memberikan ide penelitian, ilmu pengetahuan, motivasi, semangat, bimbingan dan arahan dalam melakukan penelitian hingga penulisan tesis ini hingga selesai;
4. Bapak Dr. Ir Dwi Hapsoro, M.Sc., selaku pembimbing kedua sekaligus pembimbing akademik yang telah memberi ilmu pengetahuan, motivasi, semangat, bimbingan dan arahan dalam melakukan penelitian hingga penulisan tesis ini hingga selesai;

5. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si., selaku pembimbing ketiga yang telah memberi ilmu pengetahuan, saran, dan bimbingan dalam penulisan tesis ini;
6. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penelitian dan penulisan tesis ini;
7. Seluruh dosen Magister Agronomi atas ilmu yang telah diberikan;
8. Seluruh teman-teman dosen dan staf di dekanat Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberi motivasi kepada penulis;
9. Hayane Warganegara, S.P., M.Si., yang telah bekerjasama dan membantu membuat bubuk IBA dan NAA sebagai perlakuan dalam penelitian ini;
10. Staf administrasi Magister Agronomi; Rayi, Mas Udin dan Mas Edi yang telah membantu menyelesaikan administrasi selama studi dan penelitian ini;
11. Rekan-rekan Magister Agronomi angkatan 2015; atas cerita indah, persahabatan dan kebersamaan yang berkesan selama perkuliahan;
12. Sahabat dan keluarga; Erwin, Leni, (Alm) Sandra, Merry, Mega, Joy, Raudhah, Ika, Dudi, Nining, Rosita Sihombing, Patric Monluis, Nurihati beru Ginting, Adhi Lam, Maqruf, Istihanah, Bung Rahmad yang telah memotivasi dan membantu dalam menyelesaikan tesis ini;

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak dan tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Desember 2019

Farida Hanum

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran	5
1.4 Hipotesis	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Lada (<i>Piper nigrum</i>) sebagai Komoditas Strategis dan Permasalahannya	10
2.2 Kekeabatan Lada (<i>Piper nigrum</i>) dan Melada (<i>Piper colubrinum</i>) serta Karakteristiknya	11
2.3 Melada (<i>Piper colubrinum</i>) sebagai Batang bawah Lada (<i>Piper nigrum</i>) dan Perbanyakannya	12
2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengakaran Pada Setek	14
2.5 Auksin dan Pengaruhnya terhadap Pengakaran	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Metode	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	19
3.4.1.1 Alat dan Bahan	19
3.4.1.2 Metode Penelitian	19
3.4.1.3 Pelaksanaan	20
3.4.2 Respon pengakaran <i>Piper colubrinum</i> terhadap beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial.....	25

3.4.2.1	Alat dan Bahan.....	26
3.4.2.2	Metode Penelitian	26
3.4.2.3	Metode Pelaksanaan	27
3.4.3	Penyambungan <i>P.colubrinum</i> dan <i>P.nigrum</i>	27
BAB IV. HASIL PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Penelitian	29
4.1.1	Pengaruh Berbagai Jenis Auksin Dengan Beberapa Konsentrasi Terhadap Pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	29
4.1.1.1	Presentase Setek Berakar	30
4.1.1.2	Jumlah akar primer di buku	31
4.1.1.3	Jumlah akar primer di penampang batang	32
4.1.1.4	Jumlah Akar Primer	33
4.1.1.5	Panjang Akar Primer	34
4.1.1.6	Bobot Basah Akar	35
4.1.1.7	Tinggi Tunas	36
4.1.1.8	Jumlah Daun	37
4.1.1.9	Panjang Cabang Sekunder	38
4.1.1.10	Jumlah Cabang Sekunder	39
4.1.1.11	Jumlah Cabang Primer	40
4.1.1.12	Tinggi Batang Utama	41
4.1.1.13	Jumlah Buku Pada Batang Utama	42
4.1.2	Respon Pengakaran <i>Piper colobrinum</i> Terhadap Beberapa Kosentrasi Campuran IBA dan NAA Serta Dua Jenis Perangsang Akar Komersial	45
4.1.2.1	Persentase Setek Berakar	46
4.1.2.2	Jumlah Akar Primer di Buku	47
4.1.2.3	Jumlah Akar Primer di Penampang Batang	48
4.1.2.4	Jumlah Akar Primer	49
4.1.2.5	Panjang Akar Primer	50
4.1.2.6	Bobot Basah Akar	51
4.1.2.7	Tinggi Tunas	52
4.1.2.8	Jumlah Daun	53
4.1.2.9	Jumlah Cabang Sekunder	54
4.1.2.10	Jumlah Cabang Primer	54
4.1.2.11	Tinggi Batang Utama	55
4.1.3	Penyambungan <i>P. colubrinum</i> dan <i>P. nigrum</i>	57
4.2	Pembahasan	57
4.2.1	Pengaruh Berbagai Jenis Auksin Dengan Beberapa Konsentrasi Terhadap Pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	57
4.2.2	Respon Pengakaran <i>Piper Colubrinum</i> Terhadap Beberapa Konsentrasi Campuran IBA dan NAA Serta Dua Jenis	

Perangsang Akar Komersil	63
4.2.3 Penyambungan <i>P. columbrinum</i> dan <i>P. ningrum</i>	67
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Anatomi Perbandingan Batang dari Lada (<i>Piper nigrum</i>)	13
2. Kandungan dalam 100 gram auksin	21
3. Hasil analisis ragam pengaruh berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi terhadap pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	30
4. Hasil analisis ragam pengaruh beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	45
5. Nilai tengah pengaruh berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi terhadap pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	73
6. Nilai tengah pengaruh beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap pengakaran <i>Piper colubrinum</i>	73
7. Rata-rata persentase berakar setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	74
8. Analisis ragam persentase berakar setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	74
9. Rata-rata jumlah akar primer di buku setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	74
10. Analisis ragam jumlah akar primer di buku setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	75
11. Rata-rata jumlah akar primer di penampang batang setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	75
12. Analisis ragam jumlah akar primer di penampang batang setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	75
13. Rata-rata jumlah akar primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	76

14.	Analisis ragam jumlah akar primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	76
15.	Rata-rata panjang akar primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	76
16.	Analisis ragam panjang akar primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	77
17.	Rata-rata bobot basah akar setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	77
18.	Analisis ragam bobot basah akar setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	77
19.	Rata-rata tinggi tunas setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi.....	78
20.	Analisis ragam tinggi tunas setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	78
21.	Rata-rata jumlah daun setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	78
22.	Analisis ragam jumlah daun setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	79
23.	Rata-rata panjang cabang sekunder setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	79
24.	Analisis ragam panjang cabang sekunder daun setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	79
25.	Rata-rata jumlah cabang sekunder setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	80
26.	Analisis ragam jumlah cabang sekunder daun setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	80
27.	Rata-rata jumlah cabang primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	80
28.	Analisis ragam jumlah cabang primer setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	81
29.	Rata-rata tinggi batang utama setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	81

30.	Rata-rata jumlah buku pada batang utama setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	81
31.	Rata-rata jumlah buku pada batang utama setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	82
32.	Analisis ragam jumlah buku pada batang utama setek melada terhadap pemberian berbagai jenis auksin dengan beberapa konsentrasi	82
33.	Rata-rata persentase berakar setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	82
34.	Analisis ragam persentase berakar setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	83
35.	Rata-rata jumlah akar primer di buku setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	83
36.	Analisis ragam jumlah akar primer di buku setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	83
37.	Rata-rata jumlah akar primer di penampang batang setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	84
38.	Analisis ragam jumlah akar primer di penampang batang setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	84
39.	Analisis ragam jumlah akar primer setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	84
40.	Rata-rata jumlah akar primer setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	85
41.	Rata-rata panjang akar primer setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	85
42.	Analisis ragam panjang akar setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	85

43.	Rata-rata bobot basah akar setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	86
44.	Analisis ragam bobot basah akar setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	86
45.	Rata-rata tinggi tunas setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	86
46.	Analisis ragam tinggi tunas setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	87
47.	Rata-rata jumlah daun setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	87
48.	Analisis ragam jumlah daun setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	87
49.	Rata-rata jumlah cabang sekunder setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	88
50.	Analisis ragam jumlah cabang sekunder setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	88
51.	Rata-rata jumlah cabang primer setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	88
52.	Analisis ragam jumlah cabang primer setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	89
53.	Rata-rata tinggi batang utama setek melada terhadap pemberian beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	89
54.	Analisis ragam tinggi batang utama setek melada dengan perlakuan beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran penelitian	8
2. <i>P.colubrinum</i> umur 4 bulan (a), umur lebih dari 1 tahun (b), daun <i>P.colubrinum</i> (c)	12
3. Struktur Kimia Auksin Sintetis NAA dan IBA Sumber: Hopkins <i>et al.</i> (2008)	15
4. (a) Tanaman induk setek <i>P.colubrinum</i> umur lebih dari 6 bulan, (b) bahan setek	18
5. Tugal media (a), label polibag berdasarkan perlakuan dan ulangan (b), mengelompokkan setek berdasarkan diameter (c), Melukai bahan setek (d), penampang batang yang telah dilukai (e), perendaman bahan setek (f), Mengaplikasikan bubuk auksin (g), penanaman kedalam polibag yang telah ditugal (h), pelabelan setek yang telah ditanam (i)	22
6. Teknik mengukur variabel pengamatan (a) panjang akar primer, (b) tinggi tunas, (c) panjang cabang sekunder, (d) tinggi batang utama, dan (d) buku pada batang utama	25
7. (a) sulur buah dan (b) sulur panjat	27
8. Tahap-tahap penyambungan <i>P.colubrinum</i> dan lada	28
9. Grafik pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap persentase berakar setek melada umur 12 minggu setelah tanam	31
10. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah akar primer di buku setek melada umur 12 minggu. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 3,99	32

11. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah akar primer di penampang batang setek melada umur 12 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 2,18	33
12. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah akar primer setek melada umur 12 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 3,75	34
13. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap panjang akar primer setek melada umur 12 minggu setelah tanam	35
14. Grafik pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap bobot basah akar setek melada umur 12 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 2,01	36
15. Grafik pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap tinggi tunas setek melada umur 12 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 4,31	37
16. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap Jumlah daun setek melada umur 12 minggu setelah tanam	38
17. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap panjang cabang sekunder setek melada umur 12 minggu	39
18. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah cabang sekunder setek melada umur 12 minggu	40
19. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah cabang primer setek melada umur 12 minggu setelah	41
20. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap tinggi batang utama setek melada umur 12 minggu setelah. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 3,45	42
21. Pengaruh IBA, NAA dan campuran (IBA dan NAA) terhadap jumlah buku pada batang utama setek melada umur 12 minggu	43
22. Performa tanaman percobaan I dengan perlakuan a) Kontrol, b) IBA 1500 ppm, c) NAA 750 ppm + IBA 750 ppm, d) NAA 2000 ppm, e) IBA 2000 ppm, dan f) NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm	43

23.	Performa akar perlakuan a) Kontrol, b) IBA 1500 ppm, c) NAA 750 ppm + IBA 750 ppm, d) NAA 2000 ppm, e) IBA 2000 ppm dan f) NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm	44
24.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap persentase berakar setek melada umur 8 minggu setelah tanam	46
25.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah akar primer di buku setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 1,53	47
26.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah akar primer di penampang batang setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 1,08	48
27.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah akar primer di penampang batang setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 1,75	49
28.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap panjang akar primer setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 3,83	50
29.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap bobot basah akar setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 0,65	51
30.	Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap tinggi tunas setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 6,1	52

31. Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah daun setek melada umur 8 minggu setelah tanam. Nilai tengah yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. Nilai BNT 0,05 adalah 2,55	53
32. Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah cabang sekunder setek melada umur 8 minggu setelah tanam	54
33. Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap jumlah cabang primer setek melada umur 8 minggu setelah tanam	55
34. Pengaruh campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial terhadap tinggi batang utama setek melada umur 8 minggu setelah tanam	56
35. Performa akar setek melada dengan perlakuan auksin campuran dibandingkan dengan perangsang komersial (ZPT A dan ZPT B) ...	56
36. Penampilan tanaman melada dan lada yang kompatibel	57

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Lada termasuk komoditas strategis, namun produksinya di Indonesia mengalami penurunan tiga dekade terakhir. Salah satu sebabnya adalah serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB). Penyakit busuk pangkal batang dilaporkan oleh Manohara *et al.* (2005) pertama kali ditemukan di Propinsi Lampung di Sekampung pada tahun 1885. Menurut Tiing *et al.* (2012) patogen ini dapat menyebabkan kerusakan besar-besaran pada tanaman lada, pada tahun 1970 kerusakan akibat BPB mencapai 52% (Manohara *et al.*, 2005), setiap tahun kerusakan terjadi 10 – 15 % akibat BPB dari total keseluruhan tanaman lada di Indonesia (Kasim, 1990).

Mengingat Lampung merupakan salah satu propinsi penghasil lada (*Piper nigrum* L.) terbesar di Indonesia dan menurut Badan Pusat Statistik (2014), luas areal tanam lada di Lampung pada tahun 2014 mencapai 60.480 maka sangat penting dilakukan upaya penelitian yang komprehensif untuk menemukan bibit tanaman lada yang tahan terhadap penyakit Bususk Pangkal Batang (BPB) yang pertama sekali ditemukan di Propinsi Lampung.

Upaya pengendalian sampai saat ini yang sudah dilakukan untuk mengatasi serangan BPB yaitu kultur teknis, aplikasi agen hayati dan kimia, dan menciptakan tanaman yang tahan (Wahyuno *et al.*, 2009). Ada cara lain sebagai alternatif yang belum dikenal luas di Propinsi Lampung yaitu penyambungan batang bawah tanaman yang tahan terhadap penyakit BPB dengan batang atas lada.

Penyambungan atau enten (*grafting*) adalah penggabungan batang bawah dengan batang atas sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh dan tumbuh sebagai suatu tanaman setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan atau tautannya.

Untuk menghasilkan bibit lada yang kemungkinan besar terhindar dari serangan *Phytophthora capsici*, penyambungan batang atas lada membutuhkan batang bawah (*rootstock*) yang tahan terhadap penyakit BPB. Syarat ini terdapat pada melada (*Piper colubrinum*) yang merupakan kerabat jauh lada. Teknik penyambungan menggunakan batang bawah *P.colubrinum* sudah dilakukan di India, Brasil, dan Malaysia (Wahyuno *et al.*, 2010), tetapi teknik penyambungan *P.colubrinum* dan lada belum banyak dikenal di Propinsi Lampung.

P.colubrinum adalah tanaman semak berkayu yang berasal dari bagian utara Amerika Selatan. Tanaman ini masuk ke dalam keluarga Piperaceae yang merupakan kerabat jauh lada dan telah diteliti terbukti resisten terhadap sejumlah patogen tanaman yaitu *P.capsici* dan nematoda seperti *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* (Ravindran and Remshree, 1998).

P.colubrinum dapat digunakan sebagai batang bawah ideal untuk lada karena perakarannya lebih panjang serta pertumbuhannya lebih cepat dari spesies piper lainnya (Raja *et al.*, 2018). Dengan sistem perakaran kuat dan tahan di beberapa kondisi stres biotik dan abiotik. Penggunaan *P.colubrinum* untuk batang bawah dalam penyambungan dengan batang atas lada yang kemungkinan besar akan terhindar dari penyebab penyakit BPB.

P.colobrinum dapat diperbanyak dengan cara setek dan menghasilkan banyak tunas (Raja *et al.*, 2018). Setek merupakan teknik perbanyakan pada tanaman dengan cara vegetatif menggunakan bagian tanaman seperti batang, daun atau yang lainnya. Menurut Hartmann *et al.* (2011) perbanyakan tanaman dengan cara setek dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : spesies tanaman, kondisi bahan setek, perlakuan pada stek dan kondisi lingkungan. Menurut Agustiansyah *et al.* (2018) bahwa spesies tanaman, jenis dan konsentrasi ZPT merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas dalam induksi perakaran.

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik yang bukan hara banyak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada konsentrasi rendah (Yusnita, 2013), dan menjadi herbisida pada konsentrasi tinggi (Blythe *et al.*, 2007). Auksin adalah salah satu zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar. Perbanyakan secara setek dengan aplikasi auksin dapat meningkatkan inisiasi akar adventif (Taiz *and* Zeiger, 2002; Hopkins *et al.*, 2008). Indole-3-butyric acid (IBA) dan Naphthaleneacetic acid (NAA) adalah jenis auksin sintetik yang banyak digunakan dalam perbanyakan vegetatif untuk setek batang dan daun. (Hopkins *et al.*, 2008).

Pada penelitian Yusnita *et al.* (2018) Penerapan perlakuan auksin pada jambu jamaika paling efektif adalah campuran NAA dan IBA masing-masing 1000 ppm karena menghasilkan panjang akar yang lebih besar dan performa akar yang lebih baik secara morfologi selain itu persentase bertunas lebih tinggi dan waktu untuk pembentukan akar lebih cepat. Pada tanaman stek lada varietas Natar 1 perlakuan campuran auksin NAA dan IBA dengan konsentrasi 6000 ppm adalah yang terbaik untuk merangsang pembentukan akar (Artha *et al.*, 2015) pada *Piper crocatum* Ruizan Pav. konsentrasi terbaik NAA 4000 ppm + IBA 1000 ppm (Maulida *et al.*, 2014). Efek hormon auksin pada pengakaran dan pengembangan tanaman diteliti dalam studi spesies lain seperti Rosemary, Sage dan Elderberry (Gudeva *et al.*, 2017), *Ficus benjamina* L. (Topacoglu *et al.*, 2016) dengan mengaplikasikan IBA, NAA dan campuran dari masing-masing auksin dilaporkan efektif.

Untuk itu penelitian ini penting dilakukan untuk mempelajari teknik yang efisien bagaimana mendapatkan bahan tanaman *P.colubrinum* dalam jumlah besar untuk batang bawah dalam rangka memproduksi bibit lada sambung.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan dengan tujuan sebagai:

1. Pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran *Piper colubrinum*. Tujuan percobaan ini adalah :
 - a. Mempelajari pengaruh IBA, NAA, dan campuran NAA + IBA terhadap pembentukan akar setek melada;

- b. Mempelajari efektifitas dari campuran NAA dan IBA dalam merangsang pengakaran.
 - c. Mempelajari efektifitas auksin tunggal NAA dan IBA dalam merangsang pengakaran berdasarkan variabel pengamatan
 - d. Mempelajari efektifitas campuran NAA dan IBA konsentrasi total 1500 dan 2000 ppm terhadap pengakaran
2. Respon pengakaran *Piper colubrinum* terhadap beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial. Tujuan percobaan ini adalah :
- a. Mempelajari jenis auksin yang terbaik pada pengakaran melada dibandingkan dengan perangsang jenis komersial;
 - b. Mempelajari konsentrasi auksin campuran yang efektif dan efisien untuk setek melada

1.3 Kerangka Pemikiran

Lada yang merupakan komoditas strategis yang hasil panennya menurun akibat terserang penyakit busuk pangkal batang. Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh jamur *Phytophthora capsici* pada tahun 1970 kerusakan akibat BPB mencapai 52% (Manohara *et. al.*, 2005). Kerusakan akibat BPB berkisar 10 – 15 % per tahun dari total keseluruhan tanaman lada di Indonesia (Kasim, 1990), sampai saat ini.

Untuk mengatasi serangan BPB sudah dilakukan beberapa cara yaitu kultur teknis, aplikasi agen hayati dan kimia, dan menciptakan tanaman yang tahan (Wahyuno, 2009). Ada cara lain sebagai alternatif yang belum dikenal luas di

Propinsi Lampung yaitu penyambungan batang bawah tanaman yang tahan terhadap penyakit BPB dengan batang atas lada.

Teknik *grafting*, antara batang atas lada dengan batang bawah *P.colubrinum* adalah teknik yang dapat digunakan untuk menghindari keterjadian penyakit BPB pada tanaman lada karena *P.colubrinum* telah diteliti secara bioteknologi terbukti resisten terhadap sejumlah patogen tanaman yaitu *Phytophthora capsici* (organisme penyebab penyakit busuk pangkal batang) dan nematoda seperti *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similes*. Selain itu, *P.colubrinum* memiliki sistem perakaran kuat dan tahan di beberapa kondisi stres biotik dan abiotik.

P.colubrinum perlu diperbanyak secara efisien untuk mendapatkan bahan tanaman sebagai batang bawah dalam rangka memproduksi bibit lada sambung dalam jumlah besar.

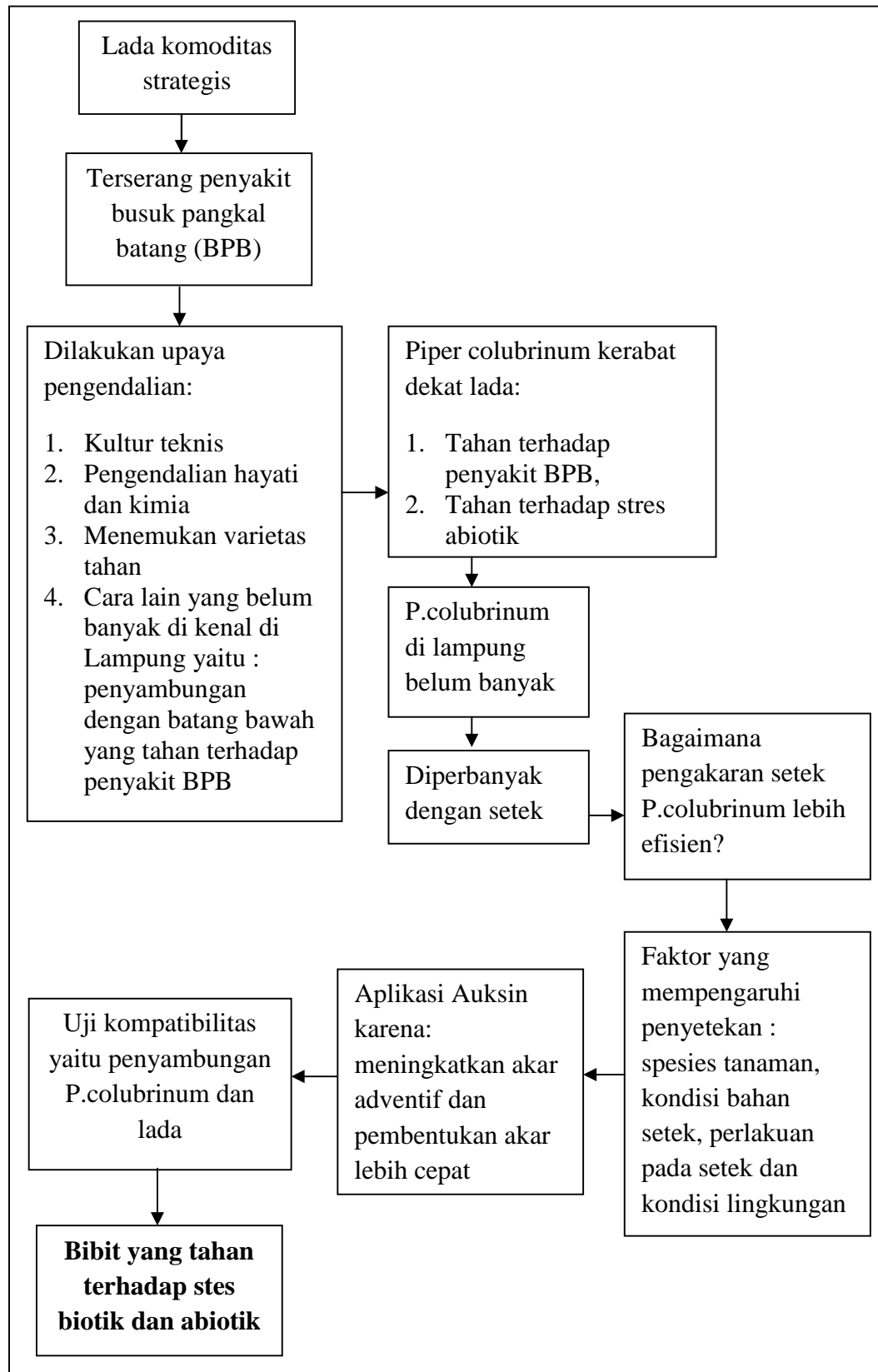
Menurut Raja *et al.*, (2018) *P.colubrinum* species piper yang paling besar persentase pengakarannya yaitu 82,24% pertumbuhannya lebih cepat sehingga efektif diperbanyak secara setek batang dibandingkan species piper lainnya.

Setek adalah metode perbanyakan tanaman menggunakan potongan bagian tanaman. Menurut Hartmann *et al.* (2011) perbanyakan tanaman dengan cara setek dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : spesies tanaman, kondisi bahan setek, perlakuan pada stek dan kondisi lingkungan. Menurut Agustiansyah *et al.* (2018) bahwa spesies tanaman, jenis dan konsentrasi ZPT merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas dalam induksi perakaran.

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik yang bukan hara banyak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada konsentrasi rendah (Yusnita, 2013; Taiz *and* Zeiger, 2006), dan menjadi herbisida pada konsentrasi tinggi (Blythe *et al*, 2007). Auksin adalah salah satu zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar. Perbanyakan secara stek dengan aplikasi auksin dapat meningkatkan inisiasi akar adventif (Taiz *and* Zeiger, 2002; Hopkins *et al.*, 2008). Jenis auksin yang biasa dipakai untuk setek batang atau daun adalah NAA dan IBA (Hopkins *et al.*,2008).

Pada penelitian Yusnita *et al.* (2018) perlakuan auksin paling efektif pada jambu jamaika adalah campuran NAA dan IBA masing-masing 1000 ppm karena menghasilkan akar yang lebih panjang, akar yang lebih baik secara morfologi, persentase bertunas lebih tinggi dan waktu untuk pembentukan akar lebih cepat. Efek hormon auksin pada pengakaran dan pengembangan tanaman diteliti dalam studi spesies lain seperti Rosemary, Sage dan Elderberry (Gudeva *et al.*, 2017), *Ficus benjamina* L. (Topacoglu *et al.*, 2016) dengan mengaplikasikan IBA, NAA dan campuran dari masing-masing auksin dilaporkan efektif.

Pada tanaman stek lada varietas Natar 1 perlakuan campuran auksin NAA dan IBA dengan konsentrasi 6000 ppm adalah yang terbaik untuk merangsang pembentukan akar (Artha *et al.*, 2015) pada *Piper crocatum* Ruizan Pav. konsentrasi NAA 4000 ppm + IBA 1000 ppm adalah yang terbaik untuk merangsang pembentukan akar (Maulida *et al.*, 2014). Skema kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran penelitian

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian yang penulis ajukan berdasarkan kerangka pemikiran.

Hipotesis percobaan pertama adalah :

1. Penggunaan IBA, NAA, dan campuran NAA + IBA meningkatkan pengakaran pada setek melada;
2. Campuran IBA dan NAA adalah yang terbaik meningkatkan pengakaran pada setek melada.
3. Auksin tunggal yang terbaik merangsang perakaran adalah IBA
4. Jenis auksin yang merupakan campuran IBA dan NAA lebih baik dibandingkan auksin tunggal IBA dan NAA

Hipotesis percobaan kedua adalah :

1. Jenis auksin yang merupakan campuran IBA dan NAA lebih baik dibandingkan perangsang komersial
2. Konsentrasi auksin campuran IBA dan NAA total 2000 ppm yang paling efektif dan efisien untuk setek melada

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lada (*Piper nigrum*) sebagai Komoditas Strategis dan Permasalahannya

Lada hitam merupakan komoditas yang sangat penting dalam perdagangan dunia karena manfaat farmakologi yang sangat besar. Prediksi permintaan pada tahun 2020 sekitar 280.000 metrik ton dan akan terus meningkat menjadi 360.000 metrik ton di tahun 2050 (Nair, 2011).

Menurut Tiing *et al.* (2012) produsen lada hitam di dunia salah satunya adalah Indonesia selain Vietnam, India, Brasil, dan Malaysia. Dalam IPC (2017) Lampung dan Bangka Belitung adalah daerah penghasil lada terbesar di Indonesia yaitu mencapai 70 - 80 % dari total produksi pada tahun 2003 adalah 57.000 ton.

Namun, ada yang menjadi kendala dalam produksi lada adalah terjadi serangan ganas penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan jamur *Phytophthora capsici* (Nair, 2011; Tiing *et al.*, 2012; Anu *et al.*, 2015). Kerusakan akibat penyakit BPB pada pertanaman lada berkisar antara 10 – 15 % per tahun (Kasim, 1990 dalam Wahyuno, 2009). Salah satu teknik mengatasi penyakit busuk pangkal batang pada lada adalah dengan grafting (Anu *et al.*, 2015).

2.2 Kekeabatan Lada (*Piper nigrum*) dan Melada (*Piper colubrinum*) Serta Karateristiknya

Piper colubrinum (Gambar 2) termasuk famili *Piperaceae* dan merupakan kerabat jauh dari lada yang dibudidayakan yaitu *P.nigrum* . Klasifikasi *P.colubrinum* adalah :

Kingdom : Plantae
 Filum : Tracheophyta
 Kelas : Magnoliophosida
 Ordo : Piperales
 Famili : Pipiraceae
 Genus : Piper
 Spesies : *Piper colubrinum* L.

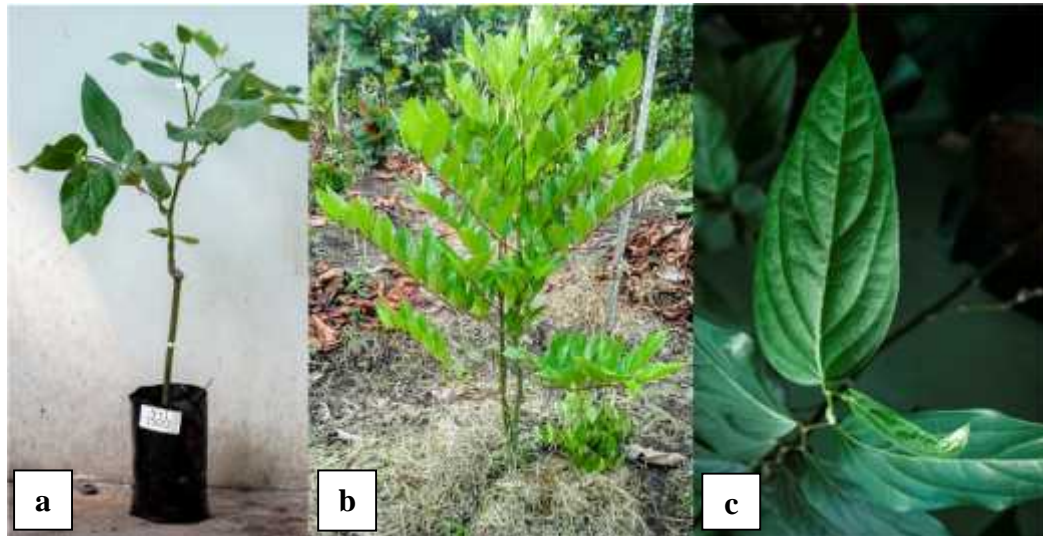
(sumber : Indiabiodiversity, 2013)

Klasifikasi tanaman lada dalam The Plant List (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Piperales
 Famili : Piperaceae
 Genus : Piper
 Spesies : *Piper nigrum*

P.colubrinum merupakan tanaman semak kayu dan tanaman asli dari bagian utara Amerika Selatan (Ravindran *et al.*, 1998). *P.colubrinum* memiliki perakaran yang panjang dan pertumbuhan yang lebih cepat dari spesies piper lainnya (Raja *et al.*,

2018). Selain itu *P.colubrinum* memiliki sistem perakaran kuat dan tahan terhadap beberapa kondisi stres biotik dan abiotik menurut Vanaja *et al.* (2007). Menurut Lau *et al.* (2012) dan Anu *et al.* (2015) bahwa *P.colubrinum* resisten terhadap *P.capsici* yaitu patogen penyebab penyakit BPB



Gambar 2. *P.colubrinum* umur 4 bulan (a), umur lebih dari 1 tahun (b), daun *P.colubrinum* (c)

2.3 Melada (*Piper colubrinum*) sebagai Batang bawah Lada (*Piper nigrum*) dan Perbanyakannya

Melada (*P.colubrinum*) adalah lada liar yang tahan terhadap patogen tanah (Ravindran and Remashree, 1998), yaitu patogen yang menyebabkan penyakit BPB (Vanaja *et al.*, 2007; Anu *et al.*, 2015). Menurut Ravindran and Remashree (1998) dengan adanya penyambungan *P.colubrinum* dan lada maka perbandingan anatomi batang keduanya menjadi penting untuk diketahui (Tabel 1).

Tabel 1. Anatomi Perbandingan Batang dari lada (*Piper nigrum*) dan melada (*Piper colubrinum*)

Jaringan	<i>P. nigrum</i>	<i>P.colubrinum</i>
Epidermis	Menyatu dengan kutikula tebal	Menyatu dengan kutikula tebal
Korteks	Menyajikan Sel Collenchyma, chlorenchyma, sclerenchyma, dan parenchyma	Menyajikan Sel sclerenchyma, chlorenchyma, dan parenchyma
Endodermis	Ada	Ada
Garis Kaspari	Ada	Ada
Perisikel	Ada	Ada
Jumlah pembuluh vaskular perifer	34-38	42-46
Jumlah bundel meduler	9 bundel disusun seperti cicin rusak di empelur	11-14 bundel tersebar di empelur
Cicin sclerenchyma di bawah bundel perifer	Ada	Ada
Tipe bundel	Conjoint, collateral, dan terbuka	Conjoint, collateral, dan terbuka
Tipe vessel	Berbintik-bintik tebal dengan penampang perforasi sederhana	Berbintik-bintik tebal dengan penampang perforasi sederhana
floem	Parenkim floem, tabung penyaring, dan sel pendamping	Parenkim floem, tabung penyaring, dan sel pendamping
Saluran sentral cairan getah	Ada	Tidak ada
Saluran kortikal cairan getah	Ada	Ada

Sumber : Ravindran *and* Remashree (1998)

Pada *P.colubrinum* yang digunakan sebagai bahan tanam setek adalah batang ortotropik (Raja *et al.*, 2018). Selain itu, sifat batang *P.colubrinum* semi kayu keras, pengakarannya lebih panjang dan pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan species piper liar lainnya juga memiliki banyak akar udara (Raja *et al.*, 2017).

2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengakaran Pada Setek

Menurut Hartmann *et al.* (2011) perbanyak tanaman dengan cara setek dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu spesies tanaman, kondisi bahan setek, perlakuan pada setek dan kondisi lingkungan. Menurut Agustiansyah *et al.* (2018) bahwa spesies tanaman, jenis dan konsentrasi ZPT merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas dalam induksi pengakaran.

Faktor yang mempengaruhi pengakaran menurut Yusnita *et al.* (2018) antara lain ketersediaan auksin pada saat inisiasi akar.

Auksin endogen hanya mampu mencukupi setengah dari auksin yang dibutuhkan selama tahap auksin aktif dalam inisiasi akar. Tahap auksin aktif merupakan proses yang membutuhkan keberadaan auksin secara terus menerus. Sedangkan auksin yang tersedia tidak mampu secara signifikan berpengaruh terhadap pembentukan akar.

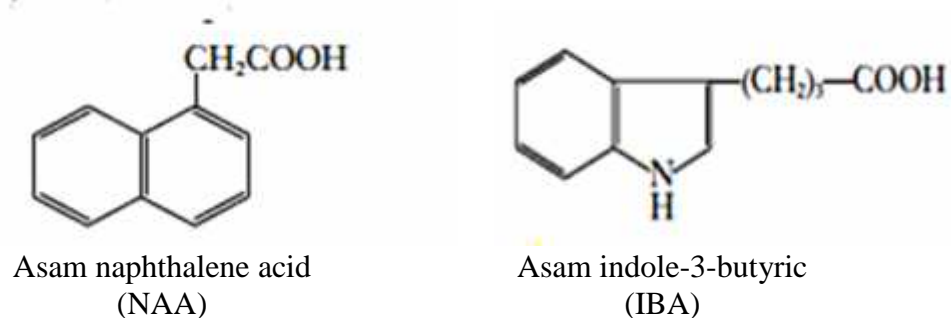
Dengan mengaplikasikan secara eksogen IBA dan NAA terhadap setek, dapat dipastikan ketersediaan auksin selama proses auksin aktif. Sehingga proses pembentukan akar akan lebih mudah dan lebih cepat.

2.5 Auksin dan Pengaruhnya terhadap Pengakaran

Auksin yaitu senyawa organik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada konsentrasi rendah (Taiz *and* Zeiger, 2002), pada konsentrasi tinggi berefek sebagai herbisida (Blythe *et al.*, 2007)

Jenis auksin sintetis yang biasa dipakai untuk perbanyakan vegetatif pada stek batang atau daun adalah Indolebutyric acid (IBA) dan Naphthaleneacetic acid (NAA) yang berfungsi untuk pembentukan akar adventif (Hopkins *et al.*, 2008). NAA berfungsi sebagai perpanjangan sel. IBA memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman juga menginisiasi akar tanaman (Korasick *et al.*, 2013). Rumus kimia IBA dan NAA adalah $C_{12}H_{13}NO_2$ dan $C_{12}H_{10}O_2$. Rumus bangun IBA dan NAA dapat dilihat pada Gambar 3.

Pemilihan jenis auksin untuk memacu pertumbuhan akar menurut Arlianti *et al.* (2013) yaitu berdasarkan pada sifat translokasi, persistensi (tidak mudah terurai), dan laju aktivitas.



Gambar 3. Struktur Kimia Auksin Sintetis NAA dan IBA
Sumber: Hopkins *et al.* (2008)

Dalam Yusnita *et al.* (2018) menjelaskan bahwa penerapan perlakuan auksin pada jambu jamaika paling efektif adalah campuran NAA dan IBA masing-

masing 1000 ppm karena menghasilkan panjang akar yang lebih besar dan performa akar yang lebih baik secara morfologi selain itu persentase bertunas lebih tinggi dan waktu untuk pembentukan akar lebih cepat.

Hopkins *et al.* (2008) dan Overvoorde *et al.* (2010) menjelaskan konsentrasi auksin merupakan variabel penting dalam beberapa tanggapan perkembangan dan pertumbuhan diferensial terhadap cahaya dan gravitasi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

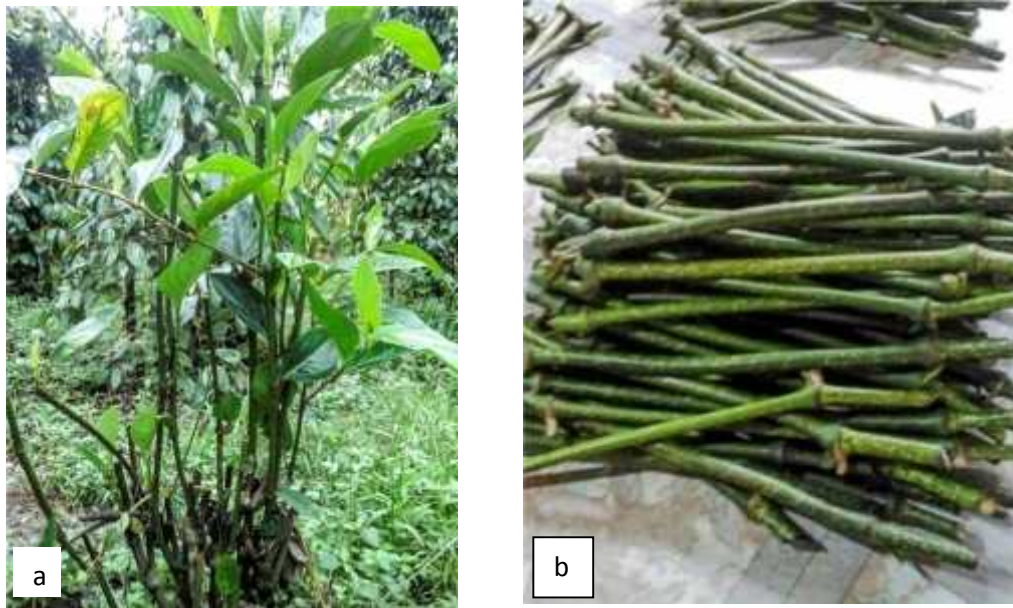
Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Mei 2018 sampai Desember 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, spatula, beaker, timbangan elektrik, sekop, ember, gembor dan kayu tugal. Sedangkan bahan yang digunakan adalah NAA dan IBA, fungisida mankozeb 80%, powder, etanol 70%, air, polibag, bahan setek *P.colubrinum*, top soil, bahan organik, sekam bakar, plastik polietilen, dan paranet.

3.3 Metode

Bahan tanaman yang digunakan adalah setek *P. colubrinum* yang didapat dari petani yang berada di desa Sekura kecamatan Teluk Keramat propinsi Kalimantan Barat (Gambar 4). Bahan setek yang digunakan diambil dari tunas ortotropik umur rata-rata 2 bulan dengan umur tanaman induk lebih dari 6 bulan, diameter setek adalah 1-1,5 cm dan panjang 28-35 cm.



Gambar 4. (a) Tanaman induk setek *P.colubrinum* umur lebih dari 6 bulan, (b) bahan setek

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan yaitu :

1. Pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran *Piper colubrinum*.
2. Respon pengakaran *Piper colubrinum* terhadap beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial.

Tujuan dari kedua percobaan tersebut adalah mempelajari pengaruh pemberian beberapa jenis auksin dengan konsentrasi yang berbeda dan membandingkannya dengan perangsang komersial (beredar di pasar) terhadap pengakaran setek *P.colubrinum*.

Setelah kedua percobaan diatas selesai dilakukan, tahap selanjutnya merupakan pembuktian yang berkaitan dengan kompatibilitas. Teknik yang digunakan adalah

dengan penyambungan melada sebagai batang bawah dan lada sebagai batang atas. Hasil dari tahapan ini akan dijadikan dasar keputusan penting atau tidaknya penelitian ini dilakukan. Kedua percobaan dan tahap pembuktian kompatibilitas penyambungan tersebut dilakukan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengaruh berbagai jenis auksin terhadap beberapa konsentrasi terhadap pengakaran *Piper colubrinum*.

3.4.1.1 Alat dan Bahan

alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah gelas ukur , spatula, beaker, timbangan elektrik, kertas label, plastik polietilen, sekop, ember, kayu tugal dan gembor. Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah top soil, bahan organik, sekam bakar, NAA dan IBA, fungisida mankozeb 80%, powder, etanol 70%, air, polibag, bahan setek dan paranet.

3.4.1.2 Metode Penelitian

Percobaan ini disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL)

dengan 3 ulangan. Dengan perlakuan adalah :

1. Kontrol
2. IBA 1500 ppm
3. IBA 2000 ppm
4. NAA 2000 ppm
5. NAA 750 ppm + IBA 750 ppm
6. NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm

Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 setek, sehingga jumlah setek keseluruhan adalah 90 setek. Variabel yang diamati adalah persentase setek berakar, jumlah

daun, panjang cabang sekunder, tinggi tunas, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, jumlah node cabang primer, tinggi batang utama, jumlah akar primer (pada buku dan pangkal penampang batang), panjang akar primer dan bobot basah akar.

Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis ragam, kemudian dilanjutkan pemisahan nilai tengah dengan uji BNT pada taraf 0,05.

3.4.1.3 Pelaksanaan

1. Pembuatan Auksin yang akan diaplikasikan

Pada percobaan ini auksin yang digunakan adalah IBA dan NAA dengan berbagai taraf konsentrasi. Cara membuat auksin adalah pertama, mempersiapkan alat- alat yaitu gelas ukur, beaker, spatula, timbangan elektrik, dan penutup. Kedua, semua bahan-bahan diukur dan ditimbang sesuai kebutuhan (Tabel 2) yaitu powder, fungisida, etanol 70%, NAA dan IBA. Ketiga, bahan yg sudah ditimbang yaitu powder dan fungisida dimasukkan kedalam beaker diaduk sampai merata.

Keempat, NAA atau IBA yang telah ditimbang dimasukkan kedalam gelas ukur kemudian dilarutkan dengan 10 ml etanol 70% diaduk hingga larut. Kelima, NAA atau IBA yang sudah larut dimasukkan kedalam beaker yang berisi campuran powder dan fungisida. Keenam, diaduk secara merata dan tidak ada gumpalan. Ketujuh, ditutup dan disimpan dalam ruang dengan suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$. Kesembilan, diaduk setiap hari selama satu minggu.

Tabel 2. Kandungan dalam 100 gram auksin

No	Perlakuan	Kandungan (gram)			
		Powder	Fungisida	IBA	NAA
1	IBA 1500	95,85	4	0,15	-
2	IBA 2000	95,8	4	0,2	-
2	NAA 2000	95,8	4	-	0,2
3	NAA 750 ppm + IBA 750 ppm	95,85	4	0,075	0,75
4	NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm	95,8	4	0,1	0,1
5	NAA 1250 ppm + IBA 1250 ppm	95,75	4	0,125	0,125

2. Penyiapan Media Tanam

Pembuatan media menggunakan sekam bakar, top soil dan bahan organik dengan perbandingan 1:1:1. Seluruh bahan dicampur dan diaduk sampai merata sambil disiram dengan air memakai gembor sampai media menjadi lembab. Kemudian media dimasukkan kedalam polibag yg sudah disiapkan, kemudian disusun diatas *bench*. Media disiapkan satu minggu sebelum dilakukan penanaman dan media disiram setiap hari agar media tetap lembab dan mudah membuat lubang pada saat penanaman.

3. Penanaman

Penanaman setek (Gambar 5) dilakukan setelah pembuatan lubang dengan cara ditugal pada media tanam.



Gambar 5. Tugal media (a), label polibag berdasarkan perlakuan dan ulangan (b), mengelompokkan setek berdasarkan diameter (c), Melukai bahan setek (d), penampang batang yang telah dilukai (e), perendaman bahan setek (f), Mengaplikasikan bubuk auksin (g), penanaman kedalam polibag yang telah ditugal (h), pelabelan setek yang telah ditanam (i)

Media ditugal dengan kedalaman ± 7 cm pada setiap masing-masing polibag.

Tahap awal yang dilakukan setek dikelompokkan berdasarkan ukuran diameter

kemudian pangkal setek dipotong (dilukai) serong. Setek direndam terlebih

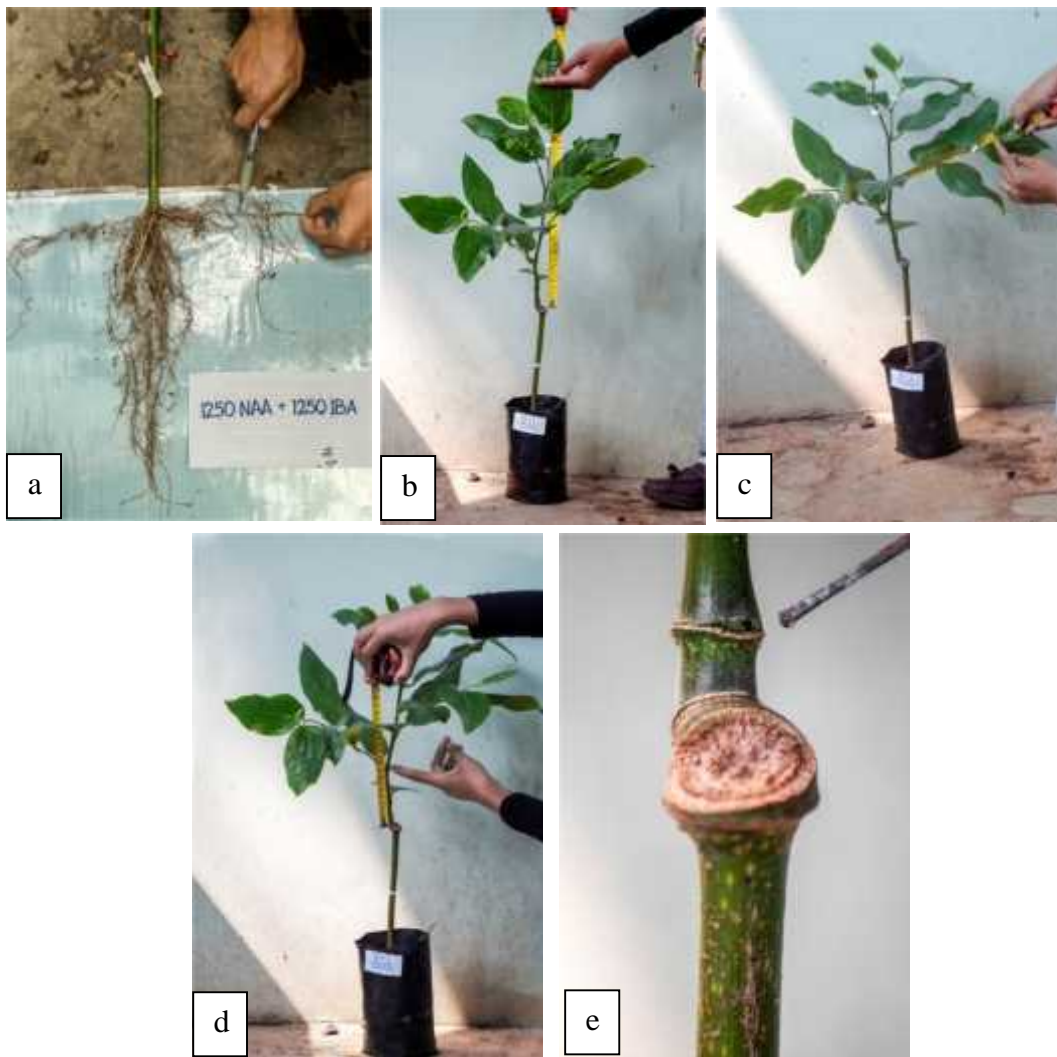
dahulu dengan air selama ± 1 jam. Setelah selesai perendaman, bubuk auksin diaplikasikan secara merata pada bagian pangkal batang yang telah dilukai/dipotong serong sebelumnya. Setek ditanam pada lubang yg telah disiapkan ditutup dengan media dengan cara ditekan atau dipadatkan dengan jari agar setek tidak goyang kemudian tahap terakhir adalah pelabelan tanaman. Perlakuan kontrol setelah direndam dengan air langsung ditanam.

4. Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah tanaman berumur 12 minggu. Variabel yang diamati adalah

1. Persentase setek berakar; tanaman yang dihitung adalah tanaman yang telah memiliki akar primer dan sekunder.
2. Jumlah akar primer di buku; jumlah akar primer dihitung yang keluar dari ruas batang dan pangkal penampang batang.
3. Jumlah akar primer di penampang batang; jumlah akar primer dihitung yang keluar pangkal penampang batang.
4. Jumlah akar Primer; jumlah akar primer di buku dan akar primer di penampang batang setek
5. Panjang akar primer; panjang akar primer diambil dari lima akar yang terpanjang yang muncul dari batang baik dari buku atau pangkal penampang batang. Diukur mulai dari pangkal munculnya akar sampai ujung akar (Gambar 6a).
6. Bobot basah akar; bobot basah akar dihitung dari tanaman yang nilai hasil pengamatan bagian atas mendekati nilai rata-rata seluruh variabel tanaman.

7. Tinggi tunas; tinggi tunas diukur dari pangkal munculnya tunas sampai bagian tanaman yang paling tinggi (Gambar 6b).
8. Jumlah Daun; daun yang dihitung adalah daun yang sudah membuka sempurna.
9. Panjang cabang sekunder; cabang sekunder dihitung dari pangkal tumbuhnya cabang sekunder sampai titik tumbuh cabang (Gambar 6c).
10. Jumlah cabang sekunder; cabang sekunder adalah cabang yang tumbuh dari cabang primer.
11. Jumlah cabang primer; cabang primer adalah cabang yang tumbuh dari batang utama.
12. Tinggi batang utama; tinggi batang utama dengan mengukur tinggi cabang primer sampai titik tumbuh cabang (Gambar 6d).
13. Jumlah buku pada batang utama (Gambar 6e).



Gambar 6. Teknik mengukur variabel pengamatan (a) panjang akar primer, (b) tinggi tunas, (c) panjang cabang sekunder, (d) tinggi batang utama, dan (e) buku pada batang utama

3.4.2 Respon pengakaran *Piper colubrinum* terhadap beberapa konsentrasi campuran IBA dan NAA serta dua jenis perangsang akar komersial.

Percobaan kedua dilakukan berdasarkan percobaan pertama yaitu setelah diperoleh konsentrasi auksin yang responnya terbaik pada pengakaran setek *P.colubrinum* kemudian dibandingkan dengan perangsang komersial yaitu Roton F (ZPT A) dan Root Up (ZPT B). Kandungan ZPT A adalah NAA 670 ppm, IBA

570 ppm, 2-metil-1 Napthalene Acetamida 310 ppm, Thyram (Tetramithium disulfat) 4 g. Kandungan ZPT B adalah NAA 2000 ppm, IBA 100 ppm dan Thyram 4 g.

3.4.2.1 Alat dan Bahan

alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah gelas ukur , spatula, beaker, timbangan elektrik, kertas label, plastik polietilen, sekop, ember, kayu tugal dan gembor. Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah top soil, bahan organik, sekam bakar, NAA dan IBA, fungisida mankozeb 80%, powder, etanol 70%, air, polibag, bahan setek dan paranet.

3.4.2.2 Metode penelitian

Metode penelitian kedua sama dengan penelitian pertama menggunakan RAL (rancangan acak lengkap) dengan 6 perlakuan yaitu:

1. Kontrol
2. NAA 750 ppm + IBA 750 ppm
3. NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm
4. NAA 1250 ppm + IBA 1250 ppm
5. ZPT A
6. ZPT B

Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga jumlah petak percobaan adalah 18.

Setiap petak percobaan terdiri dari 10 sampel. Maka percobaan kedua berjumlah 180 setek.

Homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett dan jika asumsi terpenuhi maka data dianalisis ragam, kemudian dilanjutkan pemisahan nilai tengah dengan uji BNT pada taraf 0,05.

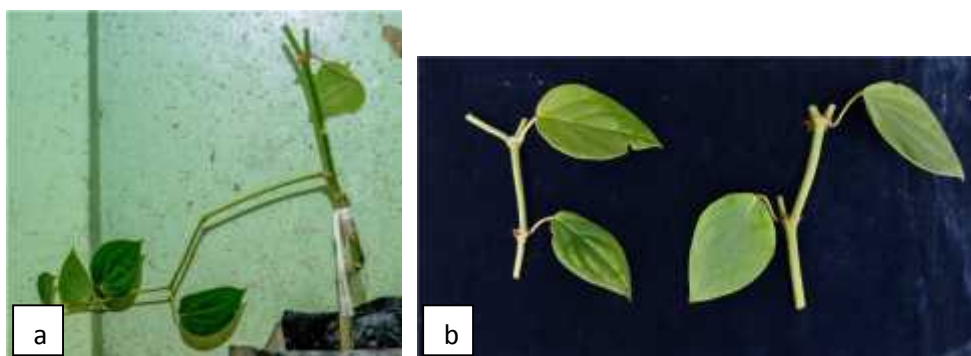
3.4.2.3 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan penelitian kedua sama dengan yang penelitian pertama yaitu pembuatan auksin yang diaplikasikan, penyiapan media tanam, penanaman, dan pengamatan.

3.4.3 Penyambungan *P.colubrinum* dan *P.nigrum*

Percobaan yang ketiga tujuannya untuk melihat kompatibilitas tanaman.

Penyambungan digunakan *P.colubrinum* sebagai batang bawah dari hasil penelitian sebelumnya dan lada sebagai batang atas yang diambil dari kebun rakyat di Propinsi Lampung. Perlakuan terdiri dari dua yaitu menggunakan sulur panjang dengan sulur buah dan menggunakan sulur panjang tanpa sulur buah. Sulur panjang adalah batang yang mempunyai akar lekat pada ruas-ruasnya. Akar lekat tersebut merupakan ciri khusus dari sulur panjang (Gambar 7a). Sulur panjang memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat. Sulur buah adalah sulur yang memproduksi buah (Gambar 7b). Pertumbuhan sulur ini mendatar serta tidak mempunyai akar lekat pada ruas-ruasnya. Masing-masing perlakuan 3 ulangan, setiap ulangan sebanyak 2 sampel.



Gambar 7. (a) sulur buah dan (b) sulur panjang

Penyambungan dilakukan dengan cara bagian pangkal atas (ruas pertama) batang bawah disayat menjadi dua bagian kemudian disambung dengan pucuk lada ukuran ± 15 cm yang pangkal batang bagian bawah sudah dipotong runcing. selanjutnya diikat dan disungkup dengan plastik bening. Tingkat keberhasilan sambungan apabila kambium sudah menempel, tanaman masih hijau dan muncul tunas baru. Tahap-tahap penyambungan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tahap-tahap penyambungan *P.colubrinum* dan lada

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari dua percobaan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

Percobaan pertama:

1. IBA dan NAA, baik sendiri-sendiri maupun campuran efektif untuk merangsang pengakaran setek melada
2. Campuran NAA dan IBA lebih lebih efektif dari pada NAA saja atau IBA saja dalam merangsang pengakaran setek melada
3. NAA lebih efektif dibandingkan IBA dalam merangsang pengakaran setek melada yang ditunjukkan oleh variabel jumlah akar primer di buku, jumlah akar primer di penampang dan jumlah akar primer
4. Campuran NAA 750 ppm + IBA 750 ppm dan campuran NAA 1000 ppm + IBA 1000 ppm paling efektif dalam merangsang akar setek melada

Percobaan kedua:

1. Campuran NAA dan IBA lebih efektif dibandingkan perangsang komersial dalam merangsang pengakaran setek melada

2. Auksin campuran NAA750 ppm + IBA 750 ppm lebih efektif dan efisien dibandingkan campuran NAA dan IBA total 2000 ppm dan 2500 ppm dalam merangsang pengakaran setek melada.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan disarankan penelitian lanjutan

1. Penting dilakukan penelitian lanjutan pengaruh auksin kombinasi terhadap diameter batang, umur tanaman, umur cabang ortotropik, panjang setek dan jarak buku ke penampang terhadap pengakaran
2. Penting dilakukan uji ketahanan bibit sambungan melada dan lada terhadap penyakit BPB pada lahan yang terserang penyakit BPB
3. Penting dilakukan uji ketahanan bibit sambungan melada dan lada terhadap stres biotik dan abiotik dengan menanam hasil sambungan melada dan lada pada lahan stres biotik dan abiotik
4. Penting dilakukan penelitian uji ketahanan batang bawah (melada) terhadap penyakit BPB dengan mengaplikasikan isolat penyakit BPB pada tanaman melada.
5. Penting dilakukan penelitian lanjutan penyambungan melada dan lada dengan mengaplikasikan hormon yang memacu munculnya tunas dari buku sulur panjat lada

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, A., Jamaludin, J., Yusnita, Y., dan Hapsoro, D. 2018. NAA lebih efektif dibandingkan iba untuk pembentukan akar pada cangkok jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry). *J. Hort. Indonesia*. 9 (1): 1-9.
- Anandaraj, M. 1995. Diseases of black pepper (*Piper nigrum* L) and their management. *Journal of Spices & Aromatic Crops*, 4(1), 17–23.
- Anu, K., Chidambareswaren, M., Gayathri, G. S., and Manjula, S. 2015. Cloning and sequence characterization of a partial *Piper colubrinum* phytoene desaturase (PcPDS) gene homologue for virus-induced gene silencing studies, *I*(1), 113–117.
- Arlianti, T., Fatimah, S. S., Kristina, N. N., dan Rostiana, O. 2013. Pengaruh auksin IAA, IBA, dan NAA terhadap induksi perakaran tanaman stevia (*Stevia rebaudiana*) Secara *In Vitro*. *Bul. Littro*. 24 (2): 57-62.
- Artha, D. D., Yusnita, and Sugiarno. 2015. Pengaruh aplikasi kombinasi NAA (naphtaleneacetic acid) dan IBA (indole butyric acid) terhadap pengakaran stek lada (*Piper nigrum* Linn) Varietas Natar 1. *J. Agrotek Trop*. 3: 1-6.
- Blythe, E.K., Sibley, J.L., Ruter, J.M. and Tilt, K.M.. 2004. Cutting Propagation of Foliage Crops Using a Foliar Application of Auxin. *Scientia Horticulturae*. 103: 31-37.
- Gudeva, L., Trajkova, F., Mihajlov, L., and Troicki, J. 2017. Influence of different auxins on rooting of rosemary, sage and elderberry. *Annual Research & Review in Biology*, 12(5), 1–8.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, JR. F. T., and Geneve, R.L. 2011. *Plant Propagation Principles And Practices*. Eighth Edition. Prentice Hall International Inc. New Jersey. 869p.
- Hopkins, W. G. and Hüner, N. P. A. 2008. *Introduction to Plant Physiology*. Fourth Edition. John Wiley and Sons, Inc. Ontario.
- IPC. 2018. Pepper (*Piper nigrum* L.) The Most Important Spice In The World. <http://www.ipcnet.org>. Diakses 31 oktober 2018.

- Jamaludin, J. 2016. Pengaruh Indole-3-Butyric Acid (IBA) dan -Naphthalene Acetic Acid (NAA) terhadap Pengakaran Setek dan Cangkok Jambu Jamaika (*Syzygium malaccense* (L) Merr. & Perry). Tesis. Universitas Lampung.
- Kasim, R. 1990. Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Secara Terpadu. *Bull. Tanaman Industri* 1 : 16-20.
- Korasick, D. A., Tara, A., Enders and Strader, L. C. 2013. Auxin Biosynthesis And Storage Forms. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 64(9). pp. 2541–2555.
- Kumar, G. N. M. 2011. Propagation of Plants by Grafting and Budding. Washington State University. Washington State University Extension.
- Listyati, D., Hasibuan, A. M., dan Setiyono, R. T. 2012. Preferensi Petani terhadap Adopsi Teknologi Lada Hibrida Tahan Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB). *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(2), 125–134.
- Manohara, D., Wahyuno, D., dan Rita, N. 2005. Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada dan Strategi Pengendaliannya. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat. Vol 17(2): 41-45
- Maulida, D., Rugayah, dan Andalasari, T. D. 2014. Pengaruh Pemberian IBA (Indole Butyric Acid) dan Konsentrasi NAA (Naphthaleneacetic Acid) Terhadap Keberhasilan Penyetekan Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz And Pav.). 2(1): 11-17.1
- Nair, K.P. Prabhakaran. 2011. The Agronomy and Economy of Black Pepper (*Piper nigrum* L.)—The “King of Spices”. *Abstrack*. <https://researchgate.net/publication/285180137>. Diakses tanggal 1 November 2018.
- Overvoorde, P., Fukaki, H., and Beeckman, T. 2010. Auxin control of root development. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(6).
- Rahdari, P., Khosroabadi, M., Delfani, K., and Hoseini, S.,M. 2014. Effect of different concentration of plant hormones (IBA and NAA) on rooting and growth factors in root and stem cuttings of *Cordyline terminalis*. *Journal of Medical and Bioengineering*, 3(3), 190-194.
- Raja, M. B., Parthiban, S., Anandhan, M., Venkadeswaran, E., Pandi, K., Suganthi, S., and Prakash, M. S. 2018. Rooting and sprouting performance of nodal cutting of cultivated and wild inter specific Piper rootstocks, *Internasional Journal of Chemical Studies*, 6(2), 20–24.
- Ravindran, P. N., and Remashree, A. B. 1998. Anatomy of *Piper colubrinum* Link. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 7(2), 111–123.
- Setiyono, R. T. 2009. Karakteristik Pembungaan Lada Liar (*Piper hirsutum* dan *P. colubrinum*). *Buletin RISTRI*. Vol 1(4): 174–181.

- Suryadi, R. 2009. Pengaruh jumlah tunas dan jumlah daun terhadap keberhasilan penyambungan jambu mete (*Anacardium occidentale*) di lapangan. *Bul. Litro*. Vol 20(1), 41-49
- Strader L.C., Hendrickson, C. A., Cohen, J.D., & Bartel, B. (2010). Conversion of endogenous indole-3-butyric acetic acid drives cell expansion in arabidopsis seedling. *Plant Physiology*. 2010. 153: 1577-1586
- Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology* . Fourth Edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
- The Plant List. 2010. *Piper nigrum*. tersedia online <http://www.theplantlist.org/1.1/browse-/A/Piper/> Diakses tanggal 11 Oktober 2019.
- Tiing, L. E., San, H. S., Eng, L., and Det, P. A. (2012). Cloning and characterization of resistance gene analogues (RGAs) from *Piper nigrum* L. cv. Semongok Aman and *Piper colubrinum* Link. *APCBEE Procedia*. 4(5): 215–219.
- Topacoglu, L., Sevik, H., Guney, K., Unal, C., Akkuzu, E., and Sivacioglu, A. 2016. Effect of rooting hormones on the rooting capability of *Ficus benjamina* L. cuttings. *Sumarski list*, 1-2 (2016): 39-44. <https://www.researchgate.net/publication/298714351>. Diakses tanggal 21 Oktober 2018.
- Vanaja, T., Neema, V. P., Rajesh, R., and Mammootty, K. P. 2007. Graft recovery of *Piper nigrum* L. runner shoots on *Piper colubrinum* Link. rootstocks as influenced by varieties and month of grafting. *Journal of Tropical Agriculture*, 45(1–2), 61–62.
- Wahyuno, D. 2009. Pengendalian terpadu busuk pangkal batang lada. *Perspektif*, Vol 8(1): 17–29.
- Wahyuno, D., Manohara, D., Ningsih, S. D., dan Setijono, R. T. 2010. Pengembangan varietas unggul lada tahan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. *J. Litbang Pertanian*. 29: 87
- Yusnita, Y. 2013. *Kultur Jaringan Tanaman Pisang*. Anugrah Utama Raharja. Jakarta. 172 hlm.
- Yusnita, Y., Jamaludin, J., Agustiansyah, A., and Hapsoro, D. 2018. Combination of IBA and NAA resulted in better rooting and shoot sprouting than single auxin on malay apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry] stem cuttings. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*. 40(1), 80–90.