

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI**



**Efisiensi Perbanyakkan *Piper colubrinum* Link.
Melalui Setek dan Penyambungannya dengan Varietas
Lada Unggul Nasional untuk Menghasilkan Bibit Lada
Resisten Penyakit Busuk Pangkal Batang**

Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIDN/ID Sinta: 0003016204/257710

Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.
NIDN/ID Sinta 0002046106/5974773

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
November 2021**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN MANDIRI**

Judul Penelitian : Efisiensi Perbanyakkan *Piper colubrinum* Link. dan Penyambungannya dengan Varietas Lada Unggul Nasional untuk Menghasilkan Bibit Lada Resisten Penyakit Busuk Pangkal Batang.

Kode>Nama Rumpun Ilmu : PERTANIAN
Bidang Unggulan PT : Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman

Topik Unggulan : Peningkatan Produksi Lada di Lampung

Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
b. NIDN : 0003016204
c. Jabatan Fungsional : Guru Besar bidang Bioteknologi Pertanian
d. Program Studi : Magister Agronomi
e. Nomor HP : 0812 8145990
f. Alamat e-mail : yusnita.1961@fp.unila.ac.id

Anggota Peneliti 1
a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.
b. NIDN : 0002046104
c. Jabatan Fungsional : Guru Besar bidang Bioteknologi Pertanian dan Perkebunan
d. Program Studi : Doktor Ilmu Pertanian
Lama Penelitian : 1 tahun
Biaya Penelitian : Rp. 40.000.000 (empat puluh juta rupiah)

Bandar Lampung, 11 November, 2021



Mengetahui:
Ketua Badan Bidang Akademik dan
Kerjasama Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Dr. Purnomo, M.S.
NIP. 196406131987031002

Ketua Peneliti

Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP. 196108031986032002

Menyetujui
Ketua FPPT Universitas Lampung

Dr. Esmetha Afriani, D.E.A.
NIP. 196505101993032008

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

Judul Penelitian: Efisiensi Perbanyakkan *Piper colubrinum* Link. dan Penyambungannya dengan Varietas Lada Unggul Nasional Untuk Menghasilkan Bibit Lada Resisten Penyakit Busuk Pangkal Batang.

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Program Studi	Alokasi Jam/mgg
1	Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc. NIDN0003016204 ID Sinta 257710	Ketua	Bioteknologi Pertanian/Fisiologi Tanaman	PSMA	12
2	Prof. Dr. Dwi Hapsoro, M.Sc. NIDN 0002046106 ID Sinta 5974773	Anggota 1	Bioteknologi /Fisiologi Tanaman	PS DIP	12

Penelitian (material yang akan diteliti dan segi penelitian): Perbanyakkan *Piper colubrinum* Link yang resisten terhadap busuk pangkal batang (*Phytophthora capsici*) melalui setek dan penggunaannya sebagai batang bawah untuk disambung dengan batang atas ortotropik varietas unggul lada yaitu Varietas Natar 1, Natar 2, Petaling 1 dan Petaling 2.

4. Masa Pelaksanaan: Semester Genap Tahun 2020/2021

5. Biaya : Rp. 30.000.000,-.

6. Lokasi Penelitian : Rumah kaca dan Laboratorium Ilmu Tanaman Fak Pertanian Universitas Lampung .

7. Instansi Lain yang Terlibat: UPTD Pembibitan Tanaman Perkebunan Tegineneng.

8. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu: Salah satu langkah penting untuk menuju revitalisasi agribisnis lada Lampung adalah mengupayakan ketersediaan bibit yang resisten terhadap penyakit busuk pangkal batang. Karena varietas unggul nasional yang ada kebanyakan rentan penyakit, maka perlu dilakukan penyambungan batang bawah *Piper colubrinum* yang resisten terhadap BPB dengan entres varietas lada unggul nasional. Penelitian ini bertujuan mendapatkan perbanyakkan *Piper colubrinum* Link., melalui penyetekan dan menggunakannya sebagai batang bawah untuk penyambungan tanaman yang efisien dengan batang atas beberapa varietas lada unggul nasional sehingga didapatkan bibit lada sambungan yang resisten penyakit busuk pangkal batang.

9. Jurnal Ilmiah yang menjadi sasaran: Biodiversitas (Journal of Biological Diversity – terindeks Scopus, DOAJ, Google Scholar) dan manuskrip monograf berjudul: Teknik Penyetekan dan Penyambungan *Piper colubrinum* Link. dengan batang atas Varietas Lada Unggul Nasional untuk Produksi Bibit Lada Tahan Penyakit Busuk Pangkal Batang.

10. Rencana Publikasi : Submission Desember 2021, published 2022.

RINGKASAN

Indonesia merupakan negara penghasil lada kedua terbesar di dunia, setelah Vietnam. Pada tahun 2017, produktivitas lada rata-rata di Indonesia adalah 2,09 ton per hektar. Nilai tersebut jauh lebih rendah daripada produktivitas rata-rata lada di Vietnam (3,2 ton per hektar). Provinsi Lampung merupakan sentra produksi lada terbesar kedua setelah Bangka dan Belitung. Namun kejayaan agribisnis lada Lampung akhir-akhir ini memudar disebabkan makin rendahnya produktivitas dan minat petani yang menggeluti agribisnis lada. Salah satu penyebab utama adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. Saat ini kebanyakan pertanaman lada di Lampung berasal dari bibit asal setek dari varietas unggul nasional, misalnya Natar 1, Natar 2, Petaling 1, dan Petaling 2. Namun varietas-varietas unggul tersebut ternyata masih rentan terhadap BPB. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah penyambungan batang atas dari varietas unggul dengan batang bawah resisten terhadap BPB. Penelitian di India dan Malaysia menunjukkan bahwa *Piper colubrinum* telah terbukti resisten terhadap cekaman biotik dan abiotik, di antaranya resisten terhadap *Phytophthora capsici*, *Radophulus similis* Thorne, dan beradaptasi lebih luas, termasuk ketahanan perakarannya terhadap tanah rawa. Namun karena bahan tanaman *Piper colubrinum* ini belum banyak tersedia di Lampung, maka perlu diintroduksi dari Kalimantan dan teknik perbanyakannya yang efisien perlu dipelajari untuk menjamin ketersediaan bahan tanaman sebagai batang bawah penyambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh IBA dan NAA (Percobaan I) terhadap keberhasilan penyetakan dan pengakaran setek *Piper colubrinum*. Selanjutnya bibit *Piper colubrinum* dari setek yang sudah berakar digunakan untuk batang bawah pada Percobaan 2: Pengaruh aplikasi benziladenin (BA) pada batang atas (Natar 1 dan Petaling 2) terhadap keberhasilan penyambungan. Pada Percobaan I hasil penelitian menunjukkan (1) perlakuan ZPT auksin 2000 ppm NAA dan 2000 ppm NAA+IBA pada setek *Piper colubrinum* menghasilkan persen hidup bibit 90,48-95,24%, (2) perlakuan ZPT auksin (IBA, NAA, atau IBA+NAA) pada setek *Piper colubrinum* menyebabkan akar muncul lebih cepat, akar primer dan sekunder lebih banyak, dan akar primer dan tunas lebih panjang dan (3) kenaikan konsentrasi ZPT auksin antara 1000-3000 ppm menyebabkan peningkatan jumlah akar primer dan sekunder, panjang akar dan tunas, dan bobot segar akar pada setek *Piper colubrinum*. Pada Percobaan II, hasil penelitian menunjukkan (1) perlakuan 50 ppm benziladenin (BA) pada batang atas menyebabkan peningkatan keberhasilan penyambungan antara *Piper colubrinum* (batang bawah) dan *Piper nigrum* (batang atas), yaitu untuk Natar-1 80-93% dan Petaling-2 73-100% dan (2) perlakuan 50 ppm BA pada batang atas menyebabkan pertumbuhan bibit sambungan yang lebih cepat. Dari penelitian ini diperoleh teknologi yang efektif untuk menghasilkan bibit sambungan antara *Piper nigrum* sebagai batang atas dan *Piper colubrinum* sebagai batang bawah.

Kata kunci: *Piper colubrinum*; *Piper nigrum*; penyambungan; penyetakan, auksin

DAFTAR ISI

Bab		Halaman
	HALAMAN PENGESAHAN	
	IDENTITAS DAN RAIAN UMUM	
	RINGKASAN	
I	PENDAHULUAN	1
	Latar Belakang	1
	Tujuan Khusus dan Temuan Yang Ditargetkan	3
	Manfaat Penelitian	4
II	TINJAUAN PUSTAKA DAN HASIL YANG TELAH DICAPAI	5
	Agribisnis Lada di Provinsi Lampung perlu Revitalisasi	5
	Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Lada dan Pengendaliannya	5
	<i>Piper colubrinum</i> dan Potensinya sebagai batang bawah	6
	Kompatibilitas Penyambungan <i>P. colubrinum</i> dengan lada	7
	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengakaran Setek	7
	Hasil Penelitian Pendahuluan	8
III	BAHAN DAN METODE	9
	Percobaan I	9
	Percobaan II	11
IV	HASIL	12
V	KESIMPULAN	17
	REFERENSI	18

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lada (*Piper nigrum* L.) adalah salah satu dari rempah-rempah terpenting dari Indonesia baik dalam perdagangan di dalam maupun di luar negeri karena rasa pedasnya dan manfaatnya yang luas dalam industri makanan, farmasi, parfum, dan pestisida nabati. Saat ini Indonesia menempati peringkat kedua sebagai Negara terbesar penghasil lada, setelah Vietnam. Dari data yang dikemukakan pada acara *The 7th Meeting of ASEAN National Focal Point Working Group on Pepper*, di Pangkal Pinang, Bangka Belitung, Selasa 26 Juni 2018, luas areal pertanaman lada di Indonesia pada tahun 2017 adalah 181.978 ha, sedangkan produksi lada Indonesia pada tahun 2017 adalah 87.029 ton. Dengan demikian, produktivitas lada rata-rata di Indonesia pada tahun 2017 adalah sebesar 2,09 ton per hektar. Nilai tersebut jauh lebih rendah daripada produktivitas rata-rata lada di Vietnam, yaitu sebesar 3,2 ton per hektar (<http://liputan6.com> , 13 November 2017).

Lada dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan, obat-obatan atau jamu tradisional, parfum, dan pestisida nabati. Dalam perdagangannya secara internasional, produk utama komoditi lada adalah lada hitam dan lada putih. Kedua jenis produk lada ini berasal dari tanaman lada yang sama, namun berbeda cara pengolahannya. Lada hitam dihasilkan dari buah lada yang belum masak, yaitu yang masih berwarna hijau yang langsung dikeringkan tanpa proses pengupasan kulit buahnya, sedangkan lada putih dihasilkan dari buah lada masak pohon yang dikupas kulitnya, lalu dikeringkan.

Dari segi teknik budidaya, salah satu masalah terberat dalam teknik budidaya lada di Indonesia yang menyebabkan rendahnya produktivitas adalah kehilangan produksi akibat serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Phytophthora capsici* Leonian. Kerugian akibat penyakit busuk pangkal batang pada lada diperkirakan sebesar 10-15% per tahun (Kasim, 1990). Penyakit BPB pada lada ini sangat ditakuti oleh petani lada karena penyebarannya sangat cepat dan dapat mematikan tanaman lada yang terserang dalam waktu singkat (Manohara, *et al.*, 2005). Wahyuno *et al.* (2007) melaporkan bahwa insiden penyakit BPB dijumpai di hampir semua pertanaman lada di Indonesia, yaitu di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi.

Provinsi Lampung merupakan sentra lada terbesar kedua di Indonesia setelah Bangka Belitung. Lampung terkenal sebagai penghasil lada hitam (*Lampung black pepper*), sedangkan Bangka Belitung sebagai penghasil lada putih yang terkenal dengan sebutan *Muntok white pepper*. Di masa lalu Lampung sangat terkenal dengan produk lada hitam Lampung (*Lampung black pepper*). Namun akhir-akhir ini, kinerja agribisnis lada hitam Lampung terus menurun dan melemah. Dari hasil *focus group discussion* (FGD) Revitalisasi Komoditas Lada di Lampung, pada bulan Maret 2018 yang diselenggarakan oleh Balitbangda Provinsi Lampung, penyebab utama penurunan kinerja agribisnis tersebut adalah berbagai persoalan di hulu, *on farm* dan proses hilir dan pemasaran (Balitbangda Provinsi Lampung, 2018). Salah satu persoalan hulu pada budidaya lada adalah ketersediaan bibit lada unggul yang berkualitas tinggi sehingga menjamin vigor tanaman yang tinggi di lapangan. Pada bagian *on farm*, lemahnya kultur teknis dan belum memadainya upaya pengendalian penyakit BPB merupakan penyebab utama.

Pengendalian terpadu penyakit BPB pada lada meliputi pengendalian secara terintegrasi antara penggunaan bahan kimia (fungisida), pengendalian secara kultur teknis, pengendalian secara hayati dan penggunaan varietas tahan penyakit. Pengendalian secara kimia yang dianggap paling efektif saat untuk mengendalikann jamur kelompok Oomycetes adalah Fosetyl-Al dan phosphonat yang bersifat sistemik. Namun akhir-akhir ini pemakaian fungisida cenderung menurun karena adanya potensi produk lada yang mengandung residu pestisida dan issue pencemaran lingkungan. Di samping itu, harga lada yang fluktuatif, yang menyebabkan petani menganggap fungisida sebagai input yang mahal. Pengendalian dengan kultur teknis meliputi penggunaan bibit yang sehat, sanitasi kebun yang baik, pemupukan berimbang dan penggunaan tiang tajar hidup. Pengendalian BPB lain yang perlu diperhatikan adalah penggunaan agensia hayati seperti trichoderma dan mikroorganisme menguntungkan lainnya dan penanaman varietas tahan penyakit (Wahyuno, 2009).

Saat ini kebanyakan pertanaman lada di Lampung berasal dari bibit asal setek dari varietas-varietas unggul Nasional, misalnya Natar 1, Natar 2 dan Lampung Daun Kecil. Penggunaan varietas-varietas lada unggul tersebut ternyata masih agak rentan terhadap BPB. Salah satu cara untuk mengatasinya, yang sejauh ini belum pernah dicoba di Provinsi Lampung adalah penyambungan entress dari varietas unggul nasional dengan batang bawah yang resisten terhadap BPB. Beberapa penelitian sebelumnya dari India dan Malaysia telah mendapatkan bahwa *Piper colubrinum* (di Indonesia disebut dengan melada) telah terbukti resisten terhadap cekaman biotik

dan abiotik, di antaranya resisten terhadap *Phytophthora capsici*, nematoda *Radophulus similis* Thorne, lebih tahan terhadap genangan (tanah rawa) (Ravindran dan Remashree, 1998; Vanaja *et al.*, 2007). Tiing *et al.* (2012) melaporkan *cloning* dan karakterisasi analog gen resisten dari lada (*Piper nigrum* L.) cv. Semongok Aman dan *Piper colubrinum* Link. Namun karena bahan tanaman *Piper colubrinum* ini belum tersedia di Lampung, maka perlu diintroduksi dari Kalimantan dari teknik perbanyakannya perlu diupayakan untuk menjamin ketersediaan bibitnya sebagai batang bawah penyambungan. Di samping itu, karena kompatibilitas sambungan antara *Piper colubrinum* Link. dengan *Piper nigrum* L. dipengaruhi baik oleh kondisi lingkungan saat grafting dilakukan maupun genotipe lada (Vanaja *et al.* 2007), maka kompatibilitas grafting *Piper colubrinum* terhadap berbagai varietas lada unggul nasional yang tersedia di Lampung perlu dipelajari.

Baik lada (*Piper nigrum* L.) maupun *Piper colubrinum* umumnya diperbanyak menggunakan cara vegetatif dengan setek batang. Perbanyak lada dengan biji dapat dilakukan, yaitu untuk keperluan pemuliaan tanaman. Perbanyak tanaman dengan setek untuk tanaman *P. colubrinum* sebagai calon batang bawah yang akan disambung dengan lada unggul perlu dilakukan secara besar-besaran jika teknik produksi bibit resisten BPB diterapkan di Lampung. Untuk itu, perlu metode penyetekan yang menjamin pengakaran yang kuat bagi *P. colubrinum*. Berbagai studi pengakaran setek menunjukkan bahwa berbagai faktor telah terdokumentasi secara luas mempengaruhi pembentukan akar pada setek, yaitu genotipe tanaman (Rahdari, *et al.*, 2014), umur fisiologis bahan setek (Santoso & Parwata, 2014), umur ontogenetik tanaman induk (Rasmussen, *et al.*, 2015), musim dilakukannya penyetekan, media penyetekan (Benti, 2014), dan aplikasi auksin sebagai perangsang akar pada bagian dasar setek (Seyedi *et al.* 2013; Yusnita *et al.*, 2018). Campuran dari dua jenis auksin yang berbeda, misalnya IBA dengan NAA bisa lebih efektif daripada jika diaplikasikan sendiri pada konsentrasi yang sama (Hartmann *et al.*, 2011; Yusnita, *et al.*, 2018). Namun demikian, respons pengakaran setek terhadap auksin seringkali sangat dipengaruhi oleh spesies yang berbeda atau bahkan klon yang berbeda dalam spesies yang sama (Abu-Zahra *et al.*, 2013).

Tujuan Khusus dan Temuan yang Ditargetkan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keberhasilan penyetekan dan pembentukan akar terbaik pada setek *Piper colubrinum* sebagai respons terhadap zat pengatur tumbuh (ZPT) perangsang akar, IBA, NAA dan kombinasinya (Percobaan I). Pada percobaan II, hasil penyetekan

Piper colubrinum digunakan sebagai batang bawah untuk penyambungan dengan entress varietas nasional lada, yaitu varietas Natar 1 dan Petaling 1.

Temuan yang ditargetkan pada tahun 2021 adalah sebagai berikut:

1. Didapatkan formulasi zat perangsang akar setek *Piper colubrinum* yang efektif, yang dapat digunakan untuk *scaling up* perbanyakannya sehingga di Lampung akan tersedia bahan tanaman *Piper colubrinum* sebagai batang bawah penyambungan dengan lada varietas unggul nasional.
2. Didapatkan metode penyambungan yang efisien antara batang bawah *Piper colubrinum* dengan batang atas lada varietas Natar 1 dan Petaling 1.

Manfaat Penelitian:

Hasil penelitian ini akan menunjang upaya revitalisasi komoditi lada Lampung, karena teknologi penyetekan dan penyambungan ini diharapkan dapat digunakan untuk produksi bibit lada unggul sambungan dengan batang bawah *Piper colubrinum* yang resisten terhadap penyakit busuk pangkal batang, nematoda dan berdaya adaptasi luas.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HASIL YANG SUDAH DICAPAI

Agribisnis Lada di Provinsi Lampung perlu Revitalisasi

Lada (*Piper nigrum* L.) adalah salah satu rempah-rempah penting dalam perdagangan di dunia dan andalan Indonesia sejak dahulu kala. Indonesia adalah negara penghasil lada terbesar kedua di dunia setelah Vietnam. Lada adalah tanaman merambat berkayu anggota famili Piperaceae yang berasal dari India Selatan hingga India Tenggara. Di Indonesia, sentra produksi lada terbesar adalah Provinsi Bangka dan Belitung yang terkenal dengan *Muntok white pepper*, disusul Povinsi Lampug yang terkenal dengan *Lampung black pepper*. Di samping itu, akhir-akhir ini lada juga banyak dikembangkan di Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara (Manohara *et al.*, 2006). Kinerja agribisnis lada di Lampung sejak beberapa tahun terakhir terus menurun. Hasil diskusi focus group discussion “Revitalisasi Komoditas Lada di Provinsi Lampung” yang diselenggarakan oleh Balitbangda Provinsi Lampung menyimpulkan bahwa penurunan kinerja agribisnis lada tersebut disebabkan oleh berbagai permasalahan di hulu, *on farm*, di bagian hilir dan pemasaran. Untuk peningkatannya, agribisnis lada harus mendapat perhatian lebih baik dari pemerintah maupun dari perguruan tinggi, terkait dilakukannya program revitalisasi yang sistematis, komprehensif dan riset yang tepat guna, didukung pendanaan yang memadai (Balitbangda Provinsi Lampung, 2018). Permasalahan di hulu menunjuk pada ketersediaan bibit yang berkualitas dan dalam jumlah mencukupi kebutuhan, sedangkan permasalahan *on farm*, masalah utama yang dihadapi para petani adalah penurunan produktivitas akibat serangan penyakit busuk pangkal batang. Hal ini pula yang menurunkan minat petani untuk membudidayakan lada dengan serius (Erwanto, 2018).

Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Lada dan Pengendaliannya

Tanaman lada umumnya rentan terhadap berbagai pathogen yang menyebabkan kehilangan hasil secara signifikan setiap tahunnya dan beberapa penyakit terpentingnya adalah BPB oleh pathogen *P. capsici*, busuk buah (*black berry*) yang disebabkan oleh *Colletotrichum capsici* dan *C. gloeosporoides* serta penyakit kuning (*slow decline*) yang disebabkan oleh kompleks penyakit yang disebabkan oleh nematoda dan cendawan *Fusarium* spp (Tiing *et al.*, 2012). Di Indonesia, penyakit busuk pangkal batang (BPB) juga merupakan salah satu penyakit lada terpenting. Penyakit ini dilaporkan pertama kali di pertanaman lada Indonesia pada tahun 1885, dimana

patogennya diidentifikasi sebagai *Phytophthora palmivora* var. *piperis*. Cendawan ini pada tahun 1985 diubah namanya menjadi *P. palmivora* MF4 dan pada tahun 1988 diidentifikasi sebagai *P. capsici sensu lato* (Tsao dan Alizadeh, 1988; Wahyuno, 2009).

Gejala penyakit BPB mulai muncul pada leher akar yaitu pada pertemuan antara daerah perakaran dengan batang, yang disebabkan oleh infeksi dan penyebaran spora dan hifa akibat percikan air hujan. Pada daun, gejala serangan terlihat sebagai bercak hitam bergerigi seperti renda, yang tampak jelas ketika daun diarahkan ke cahaya. Pada keadaan infeksi yang parah, tanaman layu, dan apabila tanahnya dibongkar akan tampak pangkal batang berwarna hitam yang pada keadaan lembab akan berlendir dan warnanya hitam kebiruan (BPTP Kep. Bangka dan Belitung, 2015).

Pengendalian terpadu penyakit BPB pada lada meliputi pengendalian secara terintegrasi antara penggunaan bahan kimia (fungisida), pengendalian secara kultur teknis, pengendalian secara hayati dan penggunaan varietas tahan penyakit. Pengendalian secara kimia yang dianggap paling efektif saat untuk mengendalikan jamur kelompok Oomycetes adalah Fosetyl-Al dan fosfonat yang bersifat sistemik. Namun akhir-akhir ini pemakaian fungisida cenderung menurun karena adanya potensi produk lada yang mengandung residu pestisida dan issue pencemaran lingkungan. Di samping itu, harga lada yang fluktuatif, yang menyebabkan petani menganggap fungisida sebagai input yang mahal. Pengendalian dengan kultur teknis meliputi penggunaan bibit yang sehat, sanitasi kebun yang baik, pemupukan berimbang dan penggunaan tiang tajar hidup. Pengendalian BPB lain yang perlu diperhatikan adalah penggunaan agensia hayati seperti *Trichoderma* dan mikroorganisme menguntungkan lainnya serta penanaman varietas tahan penyakit (Wahyuno, 2009).

***Piper colubrinum* Link. dan Potensinya sebagai Batang Bawah Sambungan dengan Lada**

Piper colubrinum Link adalah salah satu spesies lada liar atau kerabat jauh lada, tanaman perdu berkayu yang diintroduksi dari Brazil dan bagian utara Amerika Selatan. Tanaman yang juga anggota Piperaceae ini sangat penting untuk peningkatan kultur teknis budidaya lada, karena resistensinya terhadap BPB dan nematoda *Radopholus similis* Thorne, serta tahan genangan atau beradaptasi terhadap kondisi tanah rawa (Ravindran dan Remashree, 1998; Vanaja *et al.*, 2007). Para petani lada di Brazil, India dan Malaysia mempercayai bahwa grafting entress lada dengan batang bawah *P. colubrinum* merupakan cara efisien untuk mengatasi masalah serangan penyakit pada lada. Di samping itu, Tiing *et al.* (2012) telah melaporkan *cloning* dan karakterisasi analog

gen resisten dari lada (*Piper nigrum* L.) cv. Semongok Aman dan *Piper colubrinum* Link. Hasil penelitian Wahyuno *et al.* 2010, yang mengisolasi *P. capsici* dari tanaman lada dan 50 isolatnya diuji virulensinya pada enam spesies *Piper*, tiga di antaranya merupakan lada liar (*P. colubrinum*, *P. cubeba* dan *P. hispidum*), tiga lainnya adalah lada (*P. nigrum*), sirih (*P. betle*) dan cabe jawa (*P. retrofractum*) didapatkan bahwa semua spesies yang diuji terinfeksi *P. capsici*, namun dengan tingkat kepekaan yang beragam, yang ditunjukkan oleh beragamnya luas nekrosis pada daun yang diuji. Hasil penelitian Wahyuno *et al.* (2010) tersebut menunjukkan bahwa *P. nigrum*, *P. cubeba* dan *P. retrofractum* lebih rentan, dengan kisaran % nekrosis daun 30-50% sedangkan *P. colubrinum* dan *P. hispidum* tergolong lebih tahan, dengan kisaran % nekrosis daun 0-5%. Pada sirih (*P. betle*), kisaran nekrosis yang dihasilkan berada di antara kedua kelompok tersebut, yaitu 0-13,9%.

Kompatibilitas Penyambungan *P. colubrinum* dengan lada (*P. nigrum*)

Dari berbagai laporan penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa potensi penggunaan *P. colubrinum* sebagai sumber gen resisten *P. capsici* maupun digunakan sebagai batang bawah penyambungan dengan lada varietas unggul nasional sangat menjanjikan. Namun demikian, kompatibilitas penyambungan antara batang bawah *P. colubrinum* dengan *P. nigrum* belum banyak dilaporkan. Alconero *et al* (1972) melaporkan bahwa penggunaan *P. colubrinum* sebagai batang bawah kurang bagus untuk pertanaman lada dengan cahaya matahari penuh. Namun Mathew and Rema (2000) melaporkan bahwa tanaman sambungan antara *P.colubrinum* dengan *P. nigrum* dapat bertahan dengan baik di lapangan hingga 9 tahun setelah tanam. Zachariah *et al.* (2005) mendapatkan bahwa penggunaan batang bawah *P. colubrinum* tidak berpengaruh terhadap kualitas fitokimia dari lada yang dihasilkan. Vanaja *et al.* 2007 mendapatkan bahwa keberhasilan penyambungan yang tertinggi tergantung jenis sulur yang digunakan sebagai entress dan bulan apa dilakukannya penyambungan, yaitu Februari dan Maret merupakan periode terbaik yang menghasilkan keberhasilan tertinggi.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengakaran Setek

Studi pengakaran pada setek berbagai spesies menunjukkan bahwa pembentukan akar pada setek dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari genotipe tanaman (Rahdari, *et al.*, 2014), umur fisiologis bahan setek (Santoso & Parwata, 2014), umur ontogenetik tanaman induk (Rasmussen, *et al.*, 2015), musim dilakukannya penyetekan, media penyetekan (Benti, 2014), dan aplikasi

auksin sebagai perangsang akar pada bagian dasar setek (Seyedi *et al.* 2013). Auksin yang sering digunakan untuk pengakaran setek adalah IAA, IBA dan NAA (Hartmann *et al.*, 2011). Campuran dari dua jenis auksin yang berbeda, misalnya IBA dengan NAA bisa lebih efektif daripada jika diaplikasikan sendiri pada konsentrasi yang sama (Yusnita, *et al.*, 2018). Namun demikian, respons pengakaran setek terhadap auksin seringkali sangat dipengaruhi oleh spesies yang berbeda atau bahkan klon yang berbeda dalam spesies yang sama (Abu-Zahra *et al.*, 2013). Raja *et al.* (2018) mendapatkan dari hasil penelitiannya, bahwa dari enam spesies *Piper* spp., yaitu *P.colubrinum*, *P. hymenophyllum*, *P. longum*, *P. attenuatum*, *P. nigrum* dan *P. betle* yang disetek, *P. colubrinum* menunjukkan keberhasilan penyetekan yang tertinggi, yaitu 82,24%, menghasilkan pertumbuhan tunas terbaik.

Hasil Penelitian Pendahuluan

Hasil dari penelitian pendahuluan yang sudah kami capai adalah bahwa beberapa bahan setek *Piper colubrinum* yang didatangkan dari Sambas yang proses pengirimannya ke Lampung memerlukan waktu 5 hari telah berhasil disetek baik tanpa perlakuan ZPT maupun dengan perlakuan NAA 2000ppm, namun pengakaran setek *Piper colubrinum* menggunakan NAA 1000 ppm lebih baik daripada kontrol tanpa ZPT (Gambar 1).



Gambar 1. Setek batang *Piper colubrinum* tanpa aplikasi auksin dan dengan perlakuan NAA 2000 ppm. Jumlah akar yang terbentuk pada perlakuan NAA jauh lebih banyak.

III. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan langkah awal dari salah satu upaya revitalisasi lada di provinsi Lampung. Pada tahun ini dilaksanakan dua percobaan. Percobaan I bertujuan untuk mendapatkan formulasi zat pengatur tumbuh perangsang akar yang efektif untuk penyetekan *Piper colubrinum*. Selanjutnya setek *Piper colubrinum* digunakan sebagai batang bawah penyambungan dengan lada Natar 1 dan Petaling 2. Kedua percobaan tersebut dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung, mulai bulan Januari sampai dengan Agustus 2021.

Percobaan I: Pengaruh berbagai konsentrasi IBA, NAA dan campuran keduanya terhadap pengakaran setek *Piper colubrinum*.

Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan untuk Percobaan I adalah setek *Piper colubrinum* yang didatangkan dari Desa Sekura, Kecamatan Teluk Keramat, Sambas, Kalimantan Barat. Bahan tanaman terdiri dari setek batang dari tunas ortotropik dua buku yang panjangnya kurang lebih 30 cm dengan diameter kurang lebih 1,5 cm (Gambar 2).



Gambar 2. Bahan setek batang dua buku *Piper colubrinum* dari tunas orthotropic.

Rancangan Percobaan, Pengamatan dan Analisis Data

Percobaan I dilaksanakan menggunakan rancangan teracak lengkap dengan tiga ulangan. Perlakuan disusun secara faktorial (3x4) dengan tiga jenis auksin sebagai faktor pertama, yaitu IBA, NAA dan campuran IBA + NAA, dan empat level konsentrasi auksin sebagai faktor kedua, yaitu 0 (tanpa auksin sebagai kontrol), 1000 ppm, 2000 ppm dan 3000 ppm. Setiap satuan percobaan terdiri dari 8 setek batang dua buku *Piper colubrinum* yang sudah diseleksi sedemikian rupa sehingga antar ulangan terdiri dari bahan setek yang panjang dan diameternya kurang lebih sama satu sama lainnya, sehingga jumlah setek *Piper colubrinum* seragam yang diperlukan dalam percobaan I adalah 288 setek.

Pengamatan pada percobaan I pada saat setek berumur 10 minggu untuk variabel : persentase setek bertunas, persentase setek berakar, jumlah akar primer, panjang akar dan bobot basah akar. Bobot basah akar ditentukan dengan memotong akar dari dua setek per ulangan, lalu menimbanginya dengan timbangan elektrik. Data hasil pengamatan untuk masing-masing variable dianalisis dengan sidik ragam dan jika terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan, perbedaan nilai tengah antarperlakuan dianalisis dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan Percobaan I meliputi penyiapan tempat di rumah kaca, pembuatan media tanam, pengisian media tanam ke polybag dan penyusunannya di meja rumah kaca, penyiapan zat pengatur tumbuh auksin dalam bentuk bubuk talk (*auxin talcum powder mixture*), mendatangkan setek *Piper colubrinum* dari Kalimantan Barat, dan segera setelah bahan seteknya tiba, dilakukan aplikasi ZPT sesuai perlakuan.

Media tanam setek yang digunakan adalah campuran top soil:arang sekam dan kompos dengan perbandingan 2 : 1 : 1 (v/v). Campuran media dimasukkan ke polybag berukuran (15 x 25) cm lalu polybag berisi media disusun di meja rumah kaca. Penyiapan media dilakukan sekitar 1-2 minggu sebelum penyetekan.

Zat pengatur tumbuh auksin, yaitu *indole-butyric acid* (IBA) dan *naphthaneneacetic acid* (NAA) dan campuran antara IBA+ NAA ditimbang sesuai dengan kebutuhan dan perlakuan yang dicobakan, lalu dilarutkan menggunakan ethanol dan dicampur dengan rata dalam pembawa yang berupa bubuk talk industri. Selanjutnya auksin yang sudah tercampur dengan bubuk talk dikeringkan dan siap untuk diaplikasikan.

Percobaan II:

Pengaruh aplikasi BA pada entres terhadap keberhasilan penyambungan dan pertumbuhan tunas dua varietas lada Natar 1 dan Petaling 2 dengan batang bawah *Piper colubrinum*.

Bahan tanaman:

Bahan tanaman yang digunakan untuk percobaan ini terdiri dari batang bawah dan entress atau batang atas. Batang bawah yang digunakan adalah *Piper colubrinum* dari setek berumur 12-13 minggu (atau 3 bulan) setelah tanam, sedangkan entress atau batang atasnya adalah potongan sulur panjang lada dari empat varietas unggul nasional, yaitu Natar 1, Lampung Daun Kecil, Chunuk (varietas unggul dari Bangka) dan Bangkayang (varietas unggul dari Kalimantan Barat).

Rancangan Percobaan, Pengamatan dan Analisis Data

Percobaan ini dilaksanakan dengan rancangan teracak lengkap dengan tiga ulangan. Perlakuan disusun secara faktorial (2 x 2) dengan faktor pertama aplikasi BA (0 dan 50 ppm BA) dan dua varietas lada unggul nasional (Natar 1 dan Petaling 2) sebagai faktor kedua. Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman *P.colubrinum* dan entress yang disambungkan.

Pengamatan terhadap keberhasilan penyambungan dilakukan dengan menghitung persentase tanaman yang hidup pada setiap kombinasi perlakuan, rata-rata tinggi tunas baru batang dan jumlah buku pada tunas. Di samping itu juga diamati kualitas *graft-union* setiap perlakuan.

Pelaksanaan Percobaan

Penyiapan batang bawah dan entress. Penyiapan batang bawah dilakukan dengan melakukan penyetekan *Piper colubrinum* yang diaplikasi dengan auksin yang merupakan perlakuan terbaik dari Percobaan I atau Percobaan II. Entress atau batang atas yang digunakan adalah potongan sulur panjang atau tunas orthotropik dari varietas lada unggul nasional, yaitu Natar 1 dan Petaling 2. Setelah bahan tanaman *Piper colubrinum* berumur 3 bulan mencukupi jumlahnya, dilakukan penyambungan dengan entress lada var.

Cara Penyambungan. Penyambungan dilakukan dengan cara menyayat batang bawah di bagian tengah batang, dan menyayat bagian dasar entress membentuk huruf V dengan potongan yang bersih (halus). Selanjutnya bagian dasar entress disisipkan pada sayatan batang bawah. Setelah itu sambungan diikat dengan plastik.

II. HASIL

Percobaan I: Pengaruh berbagai konsentrasi IBA, NAA dan campuran keduanya terhadap pengakaran setek *Piper colubrinum*.

Persen setek hidup sebagai respons terhadap perlakuan jenis dan konsentrasi auksin disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 tampak bahwa perlakuan ZPT efektif menyebabkan peningkatan persentase setek hidup. Secara umum konsentrasi ZPT yang lebih tinggi menghasilkan persentase setek hidup yang lebih tinggi. Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa NAA dan IBA+NAA menyebabkan persentase setek hidup yang lebih tinggi daripada IBA.

Tabel 1. Pengaruh zat pengatur tumbuh (ZPT) auksin terhadap keberhasilan penyetekan hidup *Piper colubrinum* pada 12 minggu setelah tanam (MST) yang ditunjukkan oleh persentase setek hidup.

Konsentrasi (ppm) *	Persen Hidup Bibit (%)		
	IBA	NAA	IBA + NAA
0	66,67	66,67	61,90
1000	66,67	80,97	71,43
2000	76,19	90,48	95,24
3000	76,19	95,24	100,00

*Konsentrasi IBA dan NAA ditentukan dengan perbandingan IBA:NAA=1:1 dalam satuan ppm

Hasil sidik ragam terhadap enam variabel pengamatan, yaitu awal muncul akar, jumlah akar primer, jumlah akar sekunder, panjang akar, bobot segar akar, dan panjang tunas menunjukkan bahwa masing-masing faktor yaitu jenis ZPT dan konsentrasi ZPT serta interaksinya berpengaruh nyata. Data nilai variabel-variabel tersebut disajikan pada Tabel 2. Secara umum data tersebut menunjukkan bahwa perlakuan ZPT auksin menyebabkan akar muncul lebih cepat, jumlah akar primer dan sekunder lebih banyak, dan akar primer dan tunas lebih panjang. Perlakuan ZPT auksin juga menyebabkan peningkatan bobot segar akar, kecuali perlakuan IBA (Tabel 2).

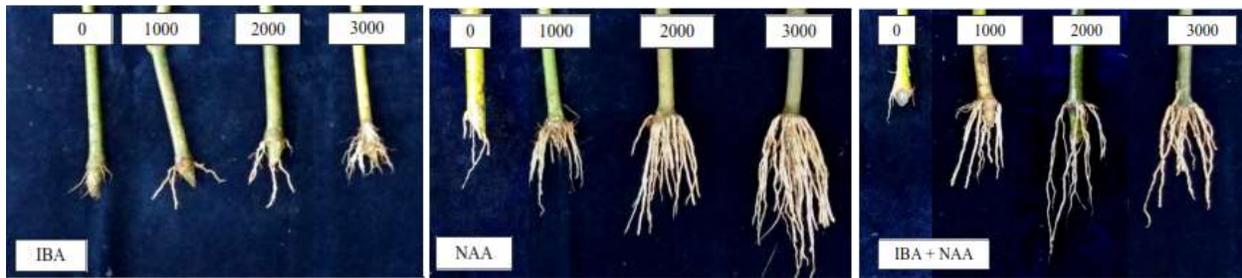
Peningkatan konsentrasi ZPT antara 1000-3000 ppm mempercepat keluarnya akar, kecuali pada perlakuan NAA, dimana peningkatan konsentrasi tidak memberikan efek signifikan terhadap awal keluarnya akar. Secara umum kenaikan konsentrasi ZPT antara 1000-3000 ppm menyebabkan peningkatan jumlah akar primer dan sekunder, panjang akar dan tunas, dan bobot segar akar. Berdasarkan efeknya terhadap awal muncul akar dan jumlah akar primer, NAA lebih

efektif daripada IBA atau IBA+NAA. NAA 1000 ppm menghasilkan akar dan tunas yang lebih panjang daripada IBA dan IBA+NAA pada konsentrasi yang sama.

Tabel 2. Pengaruh jenis ZPT dan konsentrasinya terhadap awal muncul akar, jumlah akar primer, jumlah akar sekunder, panjang akar, bobot segar akar, dan panjang tunas pada 12 minggu setelah tanam (MST)

ZPT dan Konsentrasi (ppm)	Awal muncul akar (hari setelah tanam)	Jumlah akar primer	Jumlah akar sekunder	Panjang akar (cm)	Bobot segar akar (gram)	Panjang tunas (cm)
IBA						
0	6,33 a	3,50 i	1,58 f	2,39 g	0,05 f	11,12 h
1000	6,17 a	5,03 h	2,01 e	2,49 g	0,05 f	13,42 g
2000	5,42 b	7,48 g	3,84 b	4,35 f	0,08 f	17,36 f
3000	4,75 b	23,04 a	3,58 bc	4,51 f	0,09 f	21,51 e
NAA						
0	6,50 a	3,27 i	1,86 ef	2,00 g	0,04 f	10,74 h
1000	3,00 cd	13,10 d	2,79 d	9,95 d	0,26 e	25,34 d
2000	2,83 d	15,74 c	3,48 c	11,75 c	0,42 d	29,26 b
3000	2,67 d	20,31 b	3,61 bc	14,78 b	1,01 b	26,09 cd
IBA+NAA						
0	6,58 a	3,47 i	1,96 e	1,99 g	0,05 f	11,28 h
1000	3,58 c	9,12 f	3,34 c	8,32 e	0,24 e	26,68 c
2000	3,17 cd	11,05 e	5,86 a	17,94 a	1,44 a	32,80 a
3000	2,75 d	16,19 c	6,03 a	15,33 b	0,86 c	25,72 cd

Penampilan perakaran sebagai respons terhadap perlakuan auksin dapat dilihat pada Gambar 1. Tampak bahwa perlakuan NAA menyebabkan respons pembentukan akar yang lebih baik.



Gambar 1. Pengaruh asam indolasetat (IBA), asam naftalen asetat (NAA) dan IBA+NAA dan konsentrasinya (0, 1000, 2000, 3000 ppm) terhadap pembentukan akar pada setek melada (*Piper colubrinum*) pada 12 minggu setelah perlakuan. Pada perlakuan campuran IBA + NAA, perbandingan IBA:NAA=1:1 dari konsentrasi total dalam ppm.

Percobaan II: Pengaruh aplikasi BA pada entres terhadap keberhasilan penyambungan dan pertumbuhan tunas dua varietas lada Natar 1 dan Petaling 2 dengan batang bawah *Piper colubrinum*.

Keberhasilan penyambungan antara *Piper colubrinum* sebagai batang bawah dan *Piper nigrum* sebagai batang atas disajikan pada Tabel 3. Tampak bahwa persentase hidup tanaman hasil sambungan sangat tinggi yaitu antara 73-100%. Dengan perkataan lain, keberhasilan sambungan sangat tinggi. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa baik varietas Natar 1 maupun Petaling 2 sebagai batang atas adalah *compatible* dengan *Piper colubrinum* sebagai batang bawah. Perlakuan dengan BA 50 ppm menyebabkan peningkatan keberhasilan penyambungan.

Tabel 3. Keberhasilan penyambungan antara *Piper colubrinum* sebagai batang bawah dan lada (*Piper nigrum*) varietas Natar 1 dan Petaling 2.

Konsentrasi BA (ppm)	Persen hidup	
	Natar 1	Petaling 2
0	80	73
50	93	100

Hasil analisis ragam terhadap data variabel-variabel yang diukur disajikan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut tampak bahwa terhadap semua variabel yang diukur, konsentrasi BA berpengaruh nyata sedangkan klon tidak berpengaruh nyata kecuali terhadap awal kemunculan

tunas. Tidak ada pengaruh interaksi antara klon dan konsentrasi BA terhadap semua variabel yang diukur.

Tabel 4. Hasil analisis ragam pengaruh konsentrasi benziladenin (BA) dan klon terhadap beberapa variabel pengamatan

No.	Variabel	Klon	Konsentrasi	Klon x Konsentrasi
1	Awal muncul tunas	*	*	tn
2	Panjang tunas	tn	*	tn
3	Jumlah buku	tn	*	tn
4	Jumlah daun	tn	*	tn
5	Jumlah tunas	tn	*	tn

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada 12 minggu setelah penyambungan (grafting), perlakuan BA 50 ppm menghasilkan panjang tunas, jumlah tunas, jumlah buku, dan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan ZPT. Perlakuan BA 50 ppm juga menyebabkan tunas muncul lebih cepat. Penampilan tanaman hasil sambungan dapat dilihat pada Gambar 2.

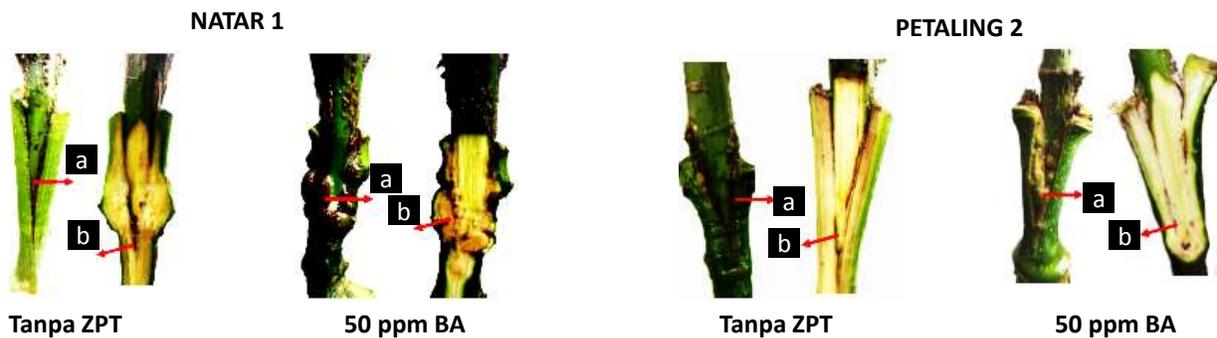
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi benziladenin (BA) terhadap beberapa variabel pengamatan pada klon Petaling 2 dan Natar 1 pada 12 minggu setelah penyambungan

No.	Variabel	Konsentrasi BA (ppm)	
		0	50
1	Awal muncul tunas (minggu ke)	4,76 b	4,45 a
2	Panjang tunas	22,07 b	32,37 a
3	Jumlah buku	11,01 b	21,83 a
4	Jumlah daun	9,90 b	20,73 a
5	Jumlah tunas	1,22 b	2,83 a

Tampak dari Gambar 2 bahwa perlakuan BA 50 ppm menyebabkan pertumbuhan tajuk yang lebih baik, yang ditunjukkan oleh ukuran tajuk yang lebih besar, jumlah daun yang lebih banyak, dan ukuran daun yang lebih besar. Hal ini berlaku pada batang atas baik yang berupa klon Natar 1 maupun Petaling 2. Pengamatan terhadap lokasi sambungan menunjukkan bahwa tanaman hasil sambungan yang menggunakan batang atas yang diperlakukan dengan BA 50 ppm mempunyai *graft union* yang lebih baik, yang ditunjukkan oleh massa kalus yang lebih banyak (Gambar 3).



Gambar 2. Tanaman lada hasil sambungan antara lada (*Piper nigrum*) sebagai batang atas (Natar 1 dan Petaling 2) dan *Piper colubrinum* sebagai batang bawah.



Gambar 3. Kondisi sambungan antara *Piper nigrum* (Natar 1 dan Petaling 2) sebagai batang atas dan *Piper colubrinum* sebagai batang bawah. (a) Sambungan utuh. (b) Sayatan longitudinal (membujur) sambungan. Baik pada sambungan baik yang menggunakan batang atas Natar 1 maupun Petaling 2, perlakuan 50 ppm BA menyebabkan terbentuknya lebih banyak kalus dibanding yang tidak diperlakukan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan ZPT auksin 2000 ppm NAA dan 2000 ppm NAA+IBA pada setek *Piper colubrinum* menghasilkan persen hidup bibit 90,48-95,24%.
2. Perlakuan ZPT auksin (IBA, NAA, atau IBA+NAA) pada setek *Piper colubrinum* menyebabkan akar muncul lebih cepat, akar primer dan sekunder lebih banyak, dan akar primer dan tunas lebih panjang.
3. Kenaikan konsentrasi ZPT auksin antara 1000-3000 ppm menyebabkan peningkatan jumlah akar primer dan sekunder, panjang akar dan tunas, dan bobot segar akar pada setek *Piper colubrinum*.
4. Perlakuan 50 ppm benziladenin (BA) pada batang atas menyebabkan peningkatan keberhasilan penyambungan antara *Piper colubrinum* (batang bawah) dan *Piper nigrum* (batang atas), yaitu untuk Natar-1 80-93% dan Petaling-2 73-100%.
5. Perlakuan 50 ppm BA pada batang atas menyebabkan pertumbuhan bibit sambungan yang lebih cepat.

REFERENSI

- Abu-Zahra, T. R., Al-Shadaideh, A. N., Abubaker, S. M., & Qrunfleh, I. M. 2013. Influence of auxin concentrations on different ornamental plants rooting. *International Journal of Botany*, 9(2), 96–99. <http://doi.org/10.3923/ijb.2013.96.99>.
- Alconero, R., Albuquerque, F., Almeyda, N., Santiago, A.G. 1972. Phytophthora foot rot of black pepper in Brazil and Puerto Rico. *Phytopathology* 62: 144-148.
- Balitbangda Provinsi Lampung. 2018. Revitalisasi Komoditas Lada di Provinsi Lampung: Lada Lampung akan kembali Berjaya. Diakses tanggal 1 Maret 2019 dari: <https://balitbangda.lampungprov.go.id>
- Benti, T. (2014). Effect of potted media mixtures on rooting ability of stem cuttings of F1 arabica coffee hybrid. *Greener Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(3), 062-066. Retrieved from <http://gjournals.org/GJPBCS/PDF/2014/May/040714178%20Benti.pdf>.
- BPTP Kep. Bangka dan Belitung. 2015. Penyakit Busuk Pangkal Batang Dan Pengendaliannya. SIDOLITKAJI. Diakses tanggal 8 Maret dari <https://babel.litbang.pertanian.go.id/index.hp/sdm-2/15-info-teknologi/327-lada-busuk-pangkal-batang> .
- Erwanto. 2018. Revitalisasi Agribisnis Lada Lampung. Diakses tanggal 6 Maret 2019 dari www.almadani.ac.id.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Jr., F. T., & Geneve, R. L. (2010). *Plant propagation: Principles and practices* (8th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Kasim, R. 1990. Pengendalian penyakit busuk pangkal batang secara terpadu. *Bulletin Littri*. 1:16-20.
- Liputan 6.com. 13 November 2017. Produksi Lada RI kalah Jauh dari Vietnam, Ini Sebabnya.
- Manohara, D., Wahyuno, D., Noveriza, R. 2005. Penyakit busuk pangkal batang ladadan strategi pengendaliannya. *Edisi Khusus Balitro* 17:41-51.
- Manohara, D., Wahid, P., Wahyuno, D., Nuryani, Y., Laba, I.W., Yuhono, Rifai, A.M., Saefudin. 2006. Status teknologi tanaman lada. Prosiding seminar 'Status Teknologi Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Parungkuda-Sukabumi. 26 September 2006. Pp1-57.
- Rahdari, P., Khosroabadi, M., Delfani, K., & 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. <http://doi.org/10.12720/jomb.3.3.190-194>.
- Raja, M.B., Parthiban, S., Anandhan, M., Venkadeswaran, E., Pandi, V.K., Suganthi, S, Prakash, M.S. 2018. Rooting and sprouting performance of nodal cutting of cultivated and wild interspecific *Piper* rootstock. *International Journal of Chemical Studies* vol.6 (2):20-24.

- Rasmussen, A., Hosseini, S. A., Hajirezaei, M. R., Druge, U., & Geelen, D. (2015). Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. *Journal of Experimental Botany*, 66(5), 1437–1452.
- Ravindran, P., Remashree, A. 1998. Anatomy of *Piper colubrinum* Link. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 7 (2): 111-123.
- Santoso, B. B., & Parwata, I.G.M.A. (2014). Seedling growth from stem cutting with different physiological ages of *Jatropha curcas* L. of West Nusa Tenggara genotypes. *International Journal of Applied Science and Technology*, 4(6), 5-10. Retrieved from <http://www.ijastnet.com/journals/>.
- Seyedi, A., Esmaeili, A., & Mostafavi, M. (2013). Study of stem type and different levels of IBA on rooting of *Bougainvillea glabra*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(12), 1276-1279. Retrieved from <http://ijagcs.com/wpcontent/uploads/2013/07/1276-1279.pdf>
- Tiing, L.E., San, H.S., Eng, L., Det, P.A. 2012. Cloning and characterization of resistance gene analogues (RGAs) from *Piper nigrum* L. cv. Semongok Aman and *Piper colubrinum* Link. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics* No 2 (5): 342-348).
- Tsao, P.H., Alizadeh, A. 1988. Proc. 10th International Cocoa Research Conference. Santo Domingo. 1988. P 441-445.
- Vanaja, T., Neema, V.P., Rajesh, R., Mammooty. 2007. Graft recovery of *Piper nigrum* L. runner shoots on *Piper colubrinum* Link. Rootstock as influenced by varieties and month of grafting. *Journal of Tropical Agriculture* No.45 (1-2): 61-62.
- Wahyuno, D., Manohara, D, Susilawati, D.N. 2007. Variasi morfologi dan virulensi *Phytophthora capsici* asal lada. *Bulletin Plasma Nutfah* 13:70-81.
- Wahyuno, D. 2009. Pengendalian terpadu busuk pangkal batang. *Perspektif* No. 8 (1):17-29.
- Wahyuno, D., Manohara, D., Susulowati, D.N. 2010. Virulensi *Phytophthora capsici* asal lada terhadap *Piper* spp. *Buletin Plasma Nutfah* vol.16 (2):140-149.
- Yusnita, Y., Jamaludin, Agustiansyah, Hapsoro, D. 2018. A 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.
- Zachariyah, T.J., Mathew, P.A., Gobinath, P. 2005. Chemical quality of berries from black pepper varieties grafted on *Piper colubrinum*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 27 (1):39-42.