

EFEKTIFITAS *INDOLE-3-BUTYRIC ACID* (IBA) TERHADAP PERTUMBUHAN AKAR MUTAN ALFALFA (*Medicago sativa* L.) TAHAN ASAM pH 3.6 PADA KULTUR *IN VITRO*

FATHUR YUSRAN BUDIMAN



**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Efektifitas *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) Terhadap Pertumbuhan Akar Mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Tahan Asam pH 3.6 pada Kultur *In Vitro*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2021

Fathur Yusran Budiman
NIM D24160103



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

FATHUR YUSRAN BUDIMAN. *The Effectiveness of Indole-3-Butyric Acid (IBA) on the Growth of Mutant Roots of Alfalfa (Medicago sativa L.) Acid-Resistant pH 3.6 in In Vitro Culture.* Supervise by PANCA DEWI MANU HARA KARTI and IWAN PRIHANTORO.

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is a type of legume forage that has the potential to be used as a source of animal feed. Alfalfa has a high protein content and is good as animal feed. Alfalfa plant mutants resistant to pH 3.6 have been produced, a collection of Pastura Laboratory, Department of Nutrition and Feed Technology, Faculty of Animal Husbandry, IPB University with limited seed production capabilities. One of the efforts to cultivate and multiply the culture of alfalfa plant collections that are pH 3.6 resistant is by vegetative propagation through tissue culture. Tissue culture is a plant cultivation technique that is carried out *in vitro*. The tissue culture technique has several stages in the process, namely explant culture initiation, propagation, rooting and plant acclimatization. Root formation can be stimulated more rapidly by auxin as a growth regulator. The purpose of this study was to determine the effectiveness of IBA on root growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.) mutant acid resistance pH 3.6 through tissue culture techniques. The method used in this study was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments, namely control, IBA 0.5 ppm, 1.0 ppm, 1.5 ppm and 2.0 ppm. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) with SPSS version 16.0 and the difference in significance between treatments was further analyzed using Tukey's test. The variables observed were root length, number of rooted plants, plant height, number of leaves and shoots, leaf fall, plant mortality, plant biomass and media loss. The results showed that the number of rooted plants and the increase in root length of alfalfa plants gave a good response to 2.0 ppm. The conclusion of this study is the effective level of adding IBA to mutant plants Alfalfa (*Medicago sativa* L.) acid resistant pH 3.6 is 2.0 ppm. Increased level of compassion also had a positive correlation with root growth, leaf formation and vertical height gain but had a negative correlation with shoot formation, biomass and media shrinkage.

Keywords: alfalfa (*Medicago sativa* L.), IBA, tissue culture



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

EFEKTIFITAS *INDOLE-3-BUTYRIC ACID* (IBA) TERHADAP PERTUMBUHAN AKAR MUTAN ALFALFA (*Medicago sativa* L.) TAHAN ASAM pH 3.6 PADA KULTUR *IN VITRO*

FATHUR YUSRAN BUDIMAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan
pada
Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan

**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Efektifitas *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) Terhadap Pertumbuhan Akar Mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Tahan Asam pH 3.6 pada Kultur *In Vitro*

Nama : Fathur Yusran Budiman
NIM : D24160103

Disetujui oleh

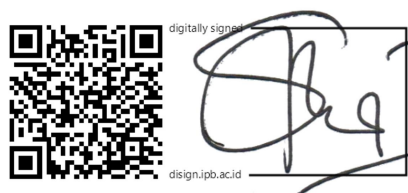


Prof Dr Ir Panca Dewi MHK, MSI
Pembimbing I



Dr Iwan Prihantoro, SPt MSI
Pembimbing II

Diketahui oleh



Dr Ir Sri Suharti, SPt MSi
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 02 Februari 2021



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Efektifitas *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) Terhadap Pertumbuhan Akar Mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Tahan Asam pH 3.6 pada Kultur *In Vitro*”. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pakan, Divisi Ilmu dan Teknologi Tumbuhan Pakan dan Pastura, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor dari bulan November 2019 sampai Februari 2020. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Faktulas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) merupakan salah satu hijauan jenis leguminosa yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Alfalfa memiliki kandungan protein yang tinggi dan baik sebagai pakan ternak. Salah satu, upaya untuk membudidayakan tanaman alfalfa di Indonesia yaitu menggunakan metode kultur jaringan. Rendahnya daya adaptasi alfalfa saat aklimatisasi mendorong untuk berinovasi menciptakan perakaran alfalfa yang baik sehingga mampu untuk bertahan hidup saat proses aklimatisasi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektifitas IBA terhadap pertumbuhan akar pada tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) tahan asam pH 3.6 melalui teknik kultur jaringan.

Penulis mengapresiasi saran, masukan dan kritik yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sehingga memberi manfaat untuk penulis serta pembaca di masa mendatang. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat untuk penulis dan masyarakat.

Bogor, Januari 2021

Fathur Yusran Budiman



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
MATERI DAN METODE	2
Lokasi dan Waktu Penelitian	2
Alat dan Bahan	2
Prosedur Penelitian	2
Peubah yang Diamati	3
Rancangan Percobaan dan Analisis Data	4
HASIL DAN PEMBAHASAN	5
Jumlah Tanaman Berakar	5
Pertambahan Panjang Akar	6
Pertambahan Tinggi Vertikal Tanaman	8
Pertambahan Jumlah Daun dan Tunas	10
Biomassa dan Penyusutan Media	11
Kerontokan Daun	12
Tingkat Kematian Tanaman	13
SIMPULAN DAN SARAN	14
Simpulan	14
Saran	14
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN	17
RIWAYAT HIDUP	29
UCAPAN TERIMA KASIH	29

DAFTAR TABEL

1	Jumlah tanaman berakar pada tanaman alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	5
2	Pertambahan panjang akar tanaman Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	7
3	Pertmbahan tinggi vertikal tanaman Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	9
4	Total rataan pertambahan jumlah daun dan tunas tanaman Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	10
5	Total rataan biomassa dan penyusutan media mutan Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	12
6	Kerontokan pada tanaman Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	13
7	Tingkat kematian tanaman Alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	13



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

1	Pola Panjang Akar Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	6
2	Pola Tinggi Vertikal Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	8
3	Korelasi antara tinggi vertikal dengan panjang akar Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	10
4	Korelasi antara jumlah daun dengan panjang akar tanaman alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	11

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan panjang akar tanaman	17
2	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan panjang akar tanaman	20
3	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan panjang rata-rata akar tanaman	21
4	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan panjang rata-rata akar tanaman	21
5	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan tinggi tanaman	22
6	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan tinggi tanaman	23
7	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan rata-rata tinggi tanaman	25
8	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan tinggi rata-rata tanaman	25
9	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan tunas tanaman	25
10	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan tunas tanaman	25
11	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan daun tanaman	26
12	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan daun tanaman	26
13	Hasil analisis ragam (ANOVA) pertambahan biomassa tanaman	26
14	Hasil uji lanjut Tukey pertambahan biomassa tanaman	26
15	Hasil analisis ragam (ANOVA) penyusutan media tanam	27
16	Hasil uji lanjut Tukey penyusutan media tanam	27
17	Hasil analisis ragam (ANOVA) kerontokan daun tanaman	27
18	Hasil uji lanjut Tukey kerontokan daun tanaman	27
19	Gambar tanaman tidak berakar	27
20	Gambar tanaman berakar	28



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peningkatan produksi ternak dipengaruhi oleh ketersediaan hijauan yang berkualitas, yaitu hijauan dengan kandungan nutrisi yang cukup untuk ternak dan memiliki pencernaan yang tinggi (Sajmin 2011). Tanaman alfalfa (*Medicago sativa* L.) merupakan salah satu hijauan (leguminosa) yang berpotensi dapat dijadikan sebagai sumber pakan ternak, karena memiliki kandungan protein yang tinggi (Parman dan Harnina 2008). Menurut Sajmin (2011), alfalfa mengandung protein kasar sebesar 16%-25.4%, *Neutral Detergent Fiber* (NDF) sebesar 40.45%-44.9%, dan *Acid Detergent Fiber* (ADF) sebesar 16.2%-25.4%. Kandungan serat yang terkandung dalam alfalfa sebesar 26.46%-34.77%, hal tersebut mempengaruhi pencernaan alfalfa pada ternak yaitu sebesar 68.32% untuk bahan kering dan 79.8% untuk bahan organik. Selain itu, alfalfa memiliki kandungan senyawa flavonoid yang dapat berfungsi sebagai anti peradangan dan antioksidan bagi ternak (Rahmayanti dan Sitanggang 2006). Namun, tanaman alfalfa sulit dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia karena tidak dapat menghasilkan biji pada kondisi iklim tropis. Salah satu upaya untuk membudidayakan tanaman alfalfa di Indonesia yaitu menggunakan metode kultur jaringan.

Kultur jaringan merupakan teknik budidayakan tanaman yang dilakukan dengan cara mengisolasi dan menginduksi eksplan secara *in vitro*, sehingga tanaman dapat beregenerasi dan menjadi tanaman dengan organ yang lengkap (Sukmadjaja dan Mulyana 2011). Teknik kultur jaringan memiliki beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu inisiasi kultur eksplan, multiplikasi, pengakaran dan aklimatisasi plantet (Avivi *et al.* 2013). Proses pengakaran sangat berkaitan dengan proses aklimatisasi suatu eksplan, karena akar memiliki peran penting untuk menyerap nutrisi dan unsur hara, sehingga proses aklimatisasi dapat berjalan dengan baik. Menurut Sukmadjaja dan Mariska (2003), hambatan yang sering terjadi pada proses kultur jaringan yaitu rendahnya keberhasilan induksi pengakaran dan kegagalan dalam proses aklimatisasi. Kegagalan tersebut dapat dikurangi dengan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang dapat menstimulus pertumbuhan pucuk dan akar tanaman, sehingga pada saat proses aklimatisasi kebutuhan nutrisi tercukupi untuk melakukan peyesuaian suhu, kelembaban dan intensitas cahaya agar plantet dapat berkembang dengan baik diluar media kultur jaringan (Dwiyani 2015).

Penambahan ZPT pada proses kultur jaringan memiliki peran yang penting dalam menstimulus pertumbuhan akar dan pucuk, sehingga dapat menghasilkan plantet yang memiliki perkembangan dan pertumbuhan yang baik. Terdapat beberapa ZPT yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat dan etilen (Hendaryono dan Wijayani 1994). ZPT yang paling sering digunakan pada saat proses kultur jaringan yaitu sitokinin dan auksin. Sitokinin berperan dalam proses pembelahan sel pada kalus, morfogenesis, pertumbuhan tunas lateral dan perluasan permukaan daun, sedangkan auksin berperan dalam proses perpanjangan sel, pembentukan akar adventif dan dapat menghambat pembentukan tunas adventif dan ketiak (Karjadi dan Buchory 2008).

Indole-3-butyric acid (IBA) merupakan salah satu ZPT sintetis dari golongan auksin, yang memiliki kemampuan mobilitas yang rendah pada tanaman dan sifat kimia yang stabil (Hendaryono dan Wijayani 1994). Menurut Zasari (2010), pengaplikasian IBA pada tanaman jarak pagar dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan memiliki kemampuan yang stabil dibandingkan ZPT sintetis lainnya.

Mutan tanaman Alfalfa tahan asam pH 3.6 telah dihasilkan melalui penelitian panjang di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pakan, Bagian Ilmu dan Teknologi Tumbuhan Pakan dan Pastura, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Penggunaan IBA dapat dijadikan salah satu ZPT yang ditambahkan pada proses kultur jaringan, namun hingga saat ini kajian mengenai efektifitas IBA terhadap tanaman alfalfa (mutan tahan asam pH 3.6) belum diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mengenai efektifitas IBA terhadap perakaran pada tanaman alfalfa, sehingga dapat mengurangi kegagalan dalam proses aklimatisasi.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektifitas *Indole-3-butyric acid* (IBA) terhadap pertumbuhan akar pada mutan tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) tahan asam pH 3.6 melalui teknik kultur jaringan.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pakan, Divisi Ilmu dan Teknologi Tumbuhan Pakan dan Pastura, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilakukan pada November 2019 hingga Februari 2020.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi mutan tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) tahan pH 3.6 sebagai eksplan yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pakan Bagian Ilmu dan Teknologi Tumbuhan dan Pastura, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Spiritus, aquades, alkohol 70%, arang karbon aktif, gula, media MS (*Murashige Skoog*), agar-agar, zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi larutan stok IBA (*Indole 3-butyric acid*), dan KOH 2% hingga pH 5.7. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, botol kultur kapasitas 100 ml, aluminium foil, *Laminar air flow*, sudip, timbangan digital merk *ohaus*, sendok, pipet mohr 5 ml, *bulp*, *scalpel*, pinset, gelas piala ukuran 1 l, kaliper (jangka sorong), *magnetic stirrer*, *autoclave*, timbangan analitik dan ruangan kultur berpendingin.

Prosedur Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat tanam sebelum digunakan pada saat subkultur disterilisasi menggunakan sabun cuci, kemudian dibilas hingga bersih. Alat – alat yang telah dicuci lalu

disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C dan tekanan 17.5 psi selama 20 menit.

Pembuatan Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu media MS (*Murashige and Skoog*) basal sebagai media kontrol (0 ppm), media MS dengan penambahan IBA 0.5 ppm; 1.0 ppm; 1.5 ppm; dan 2.0 ppm. Pembuatan media kontrol terdiri dari MS 4.43 g dan gula 30 g, kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala ukuran 1 l dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*, selanjutnya ditambahkan zat pengatur tumbuh IBA sesuai perlakuan. Agar-agar sebanyak 7 g l⁻¹ dan arang karbon aktif sebanyak 1 g ditambahkan ke dalam larutan dan dipanaskan hingga mendidih. Media tersebut dimasukkan ke dalam botol kultur masing-masing sebanyak ±10 ml botol⁻¹ dan ditutup dengan menggunakan aluminium foil. Media tanam kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 17.5 psi selama 15 menit. Media perlakuan yang sudah steril disimpan di dalam ruang kultur jaringan dengan suhu rendah dan diamati selama seminggu, apabila terdapat kontaminasi maka media tidak digunakan sebagai media tanam.

Persiapan Ruang Tanam dan Ruang Kultur

Bidang kerja *laminar air flow* disterilisasi menggunakan alkohol 70%, kemudian dikeringkan menggunakan tisu dan sinar ultra violet (UV) selama 15-20 menit, setelah itu blower dan lampu dinyalakan. Ruang kultur perlu disterilisasi dengan cara membersihkan lantai terlebih dahulu dengan cairan disinfektas lalu menyemprotkan alkohol 70% ke seluruh ruangan.

Multiplikasi eksplan pada Media

Eksplan tanaman berupa batang beserta tunas, dipindahkan ke dalam media perlakuan melalui teknik subkultur di dalam *laminar air flow*, setiap botol terdiri dari 1 eksplan dan diberi label pada setiap botol dari masing-masing perlakuan. Setelah dilakukan subkultur botol diletakkan pada ruang kultur.

Ruang kultur dikondisikan sesuai dengan kebutuhan lingkungan tanaman alfalfa. Suhu ruangan pada penelitian ini yaitu berkisar 23-26°C dengan kondisi pencahayaan menggunakan lampu selama 12 jam perharinya. Penempatan kultur dikelompokkan sesuai perlakuan yang diberikan dan jika terdapat sampel yang terkena kontaminasi segera sampel tersebut dipisahkan dan dikeluarkan dari ruang kultur.

Peubah yang Diamati

1. Jumlah Tanaman Berakar (%)

Jumlah tanaman berakar dihitung berdasarkan persentase tanaman berakar dibagi dengan jumlah total sampel pada setiap perlakuan.

2. Pertambahan Panjang Akar Tanaman Alfalfa (mm)

Panjang akar tanaman dilakukan pengukuran setiap minggu hingga tanaman berumur 11 MST. Pertambahan panjang akar diukur dengan menghitung rata-rata pertambahan panjang akar setiap minggunya menggunakan jangka sorong. Pertambahan panjang akar diperoleh dari pengurangan panjang akar minggu tersebut dengan minggu sebelumnya.

3. Pertambahan Tinggi Tanaman Alfalfa (mm)

Tinggi tanaman dilakukan pengukuran setiap minggu hingga tanaman berumur 11 MST. Pertambahan tinggi diukur dengan menghitung rata-rata pertambahan tinggi setiap minggunya menggunakan jangka sorong. Pertambahan tinggi tanaman diperoleh dari pengurangan tinggi tanaman minggu tersebut dengan minggu sebelumnya.

4. Jumlah Tunas (buah) dan Daun Tanaman Alfalfa (helai)

Jumlah tunas dan daun diukur dengan menghitung jumlah tunas dan daun setiap minggu hingga tanaman berumur 11 MST.

5. Biomassa dan Penyusutan Media (gram)

Biomassa dihitung dengan mengurangkan berat keseluruhan masing-masing perlakuan pada hari ke-77 dengan keseluruhan masing-masing perlakuan pada hari ke-0.

Rumus perhitungan biomassa tanaman alfalfa:

$$\text{Biomassa} = \text{berat tanaman akhir} - \text{berat tanaman awal}$$

Penyusutan media dilakukan dengan mengurangkan berat keseluruhan masing-masing perlakuan berat botol dan media tanaman hari ke-0 (awal) dan hari ke-77 (akhir).

Rumus perhitungan penyusutan media tanaman alfalfa:

$$\text{Penyusutan Media} = \text{berat media awal} - \text{berat media akhir}$$

6. Kerontokan Daun (helai)

Kerontokan daun diperoleh dengan menghitung jumlah daun yang rontok setiap minggu hingga tanaman berumur 11 MST. Persentase kerontokan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kerontokan Daun} = \frac{\text{Jumlah daun rontok}}{\text{Jumlah daun total}} \times 100 \%$$

7. Tingkat Kematian tanaman (%)

Akumulasi kematian tanaman dihitung berdasarkan persentase kejadian kematian dibagi dengan jumlah total sampel pada setiap perlakuan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{jumlah kejadian kematian}}{\text{jumlah total sampel setiap perlakuan}} \times 100\%$$

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan. Perlakuan berupa taraf level pemberian IBA yang berbeda, yaitu 0; 0.5; 1; 1.5; 2.0 ppm. Model matematika yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} : Level pemberian IBA ke- i dan ulangan ke- j

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh level pemberian IBA ke- i , = 0 %, 5%, 10%, 15%, dan 20%

ϵ_{ij} : Error pada perlakuan ke- i , ulangan ke- j

Analisis Data

Data hasil penelitian kemudian dianalisis *Analysis of Variance* (ANOVA). Analisis data dilakukan dengan program SPPSS versi 16.0. Apabila terdapat perbedaan nyata dilakukan uji lanjut dengan Tukey (Steel dan Torrie 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Tanaman Berakar

Akar merupakan bagian penting dari tanaman karena memiliki fungsi untuk menyerap nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Penambahan hormon auksin pada tanaman akan meningkatkan jumlah akar, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan maksimal. Detail pengaruh IBA terhadap jumlah tanaman berakar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah Tanaman berakar tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA

Parameter	Konsentrasi IBA (ppm)	n	Jumlah Tanaman Berakar --- % ---
Tanaman Berakar	0.0	19	31.58
	0.5	23	8.70
	1.0	16	25.00
	1.5	15	33.33
	2.0	21	61.90

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tanaman berakar tertinggi yaitu pada penambahan IBA taraf 2.0 ppm sebesar 61.9% sedangkan yang terendah yaitu pada penambahan IBA taraf 0.5 ppm sebesar 8.7%. Hasil ini menunjukkan bahwa taraf IBA 2.0 ppm adalah dosis ideal dalam memperbaiki tingkat berakar eksplan. Tingginya taraf IBA 2.0 ppm mampu merangsang munculnya akar dengan baik. Menurut Ernawati (2019), persentase tanaman berakar akan meningkat seiring dengan penambahan taraf IBA dari taraf 0.5 hingga 2.0 ppm. Namun, pada penambahan IBA taraf 0.5 dan 1.0 ppm memiliki persentase yang lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase pada kontrol. Hal tersebut dapat terjadi karena penambahan IBA pada konsentrasi yang rendah akan menyebabkan gangguan keseimbangan auksin di dalam tanaman, sehingga dapat menghambat pertumbuhan akar. Menurut Rostiana dan Seswita (2007), pertumbuhan akar akan optimal apabila penambahan IBA sesuai dengan keseimbangan kadar auksin yang dibutuhkan tanaman tersebut.

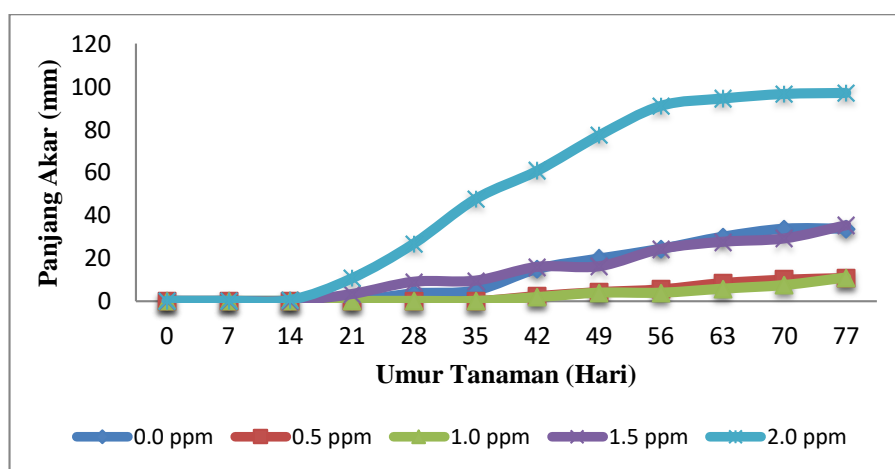
Penambahan auksin pada tanaman sebagai zat pengatur tumbuh dapat meningkatkan perkembangan tanaman dengan mempengaruhi protein membran yang dapat mempercepat sintesis protein dan asam nukleat, pemberian auksin juga berpengaruh terhadap pembentukan akar baru (Santoso dan Nursandi 2001). Menurut Firdaus (2019), setiap tanaman memiliki respon berbeda terhadap hormon, hal ini dipengaruhi dengan konsentrasi. Apabila konsentrasinya terlalu rendah,

maka kerja hormon tidak akan efektif. Sedangkan bila konsentrasinya terlalu tinggi, maka hormon itu akan bersifat menghambat. Menurut Weyers et al. (2001) menjelaskan bahwa pada rentang konsentrasi rendah, peningkatan konsentrasi auksin menyebabkan peningkatan pertumbuhan relatif terhadap kontrol. Sedangkan, setelah mencapai optimum, peningkatan konsentrasi auksin selanjutnya menyebabkan penurunan pertumbuhan, dengan nilai yang akhirnya turun di bawah kontrol. Selain itu, pada konsentrasi yang terlalu rendah auksin tidak memiliki pengaruh yang cukup baik terhadap pertumbuhan tanaman, karena pada konsentrasi tersebut auksin belum merangsang sensor tanaman untuk melakukan peningkatan pertumbuhan tanaman.

Pertambahan Panjang Akar

Pertambahan panjang akar pada tanaman memiliki pola pertumbuhan, pola tersebut dipengaruhi oleh kebutuhan tanam dalam memenuhi nutrisinya. Jika nutrisi yang dibutuhkan banyak, maka semakin besar jangkauan pola pertambahan akar (Parwata *et al.* 2017). Pola pertambahan panjang akar tanaman alfalfa disajikan pada gambar 1. Akar tanaman alfalfa setelah 21 HST menunjukkan pertambahan yang signifikan pada tanaman yang diberi perlakuan IBA konsentrasi 2.0 ppm, sedangkan pada tanaman dengan perlakuan IBA konsentrasi 1.5 ppm akar baru berinisiasi. Kemunculan akar pada tanaman dengan perlakuan kontrol baru terjadi setelah 28 HST. Panjang akar tanaman pada 77 HST dengan perlakuan IBA konsentrasi 2.0 ppm menunjukkan pertumbuhan yang paling optimal.

Mekanisme auksin dalam mempengaruhi panjang akar adalah dengan memperlambat senyawa kalsium pektat yang menyebabkan dinding sel elastis dan dapat memperluas volume sel. Perluasan volume sel mengakibatkan terjadinya pertukaran ion K^+ dan H^+ di dalam dinding sel, hal tersebut dilakukan untuk mempertahankan keseimbangan ion saat meristem apikal melakukan pemanjangan. Apabila pemanjangan telah selesai, maka hormon auksin akan menghentikan perannya dalam menghambat senyawa kalsium pektat. Setelah itu, dinding sel akan kembali mengeras karena penjerapan ion Ca^{2+} dari luar sel akan menyempurnakan susunan kalsium pektat dalam dinding sel (Hasanah dan Setiari 2007).



Gambar 1 Pola Panjang Akar Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Akar memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman karena dengan adanya akar tanaman menjadi lebih mudah untuk menyerap unsur hara dari tempat tanaman tumbuh. Hasil analisis sidik ragam penambahan panjang akar dengan perbedaan konsentrasi zat pengatur tumbuh disajikan pada Tabel 2. Hasil penambahan zat pengatur tumbuh IBA terhadap laju pertumbuhan panjang akar menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada hari ke-7, 14, 42, 56, 63, 70, 77. Hari ke-21 perlakuan konsentrasi IBA 2.0 ppm dan 1.5 ppm memiliki pertumbuhan panjang akar yang tidak berbeda nyata antara satu dan lainnya dengan pertumbuhan secara berturut-turut sebesar 10.09 mm dan 3.21 mm, namun pertumbuhan panjang akar tersebut berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi IBA 1, 0.5 ppm dan perlakuan kontrol. Pertumbuhan panjang akar pada hari ke-28 dan hari ke-35 menunjukkan bahwa pada perlakuan IBA 2.0 ppm memiliki perbedaan terhadap seluruh perlakuan, dengan pertumbuhan secara berturut-turut sebesar 16.14 mm dan 20.84 mm. Hari ke-49 pertumbuhan panjang akar pada konsentrasi IBA 2.0 ppm dan perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap semua perlakuan konsentrasi dengan pertumbuhan secara berturut-turut sebesar 16.49 mm dan 4.83 mm.

Tabel 2 Pertambahan panjang akar tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA.

Parameter	Waktu pengamatan (hari)	Perlakuan				
		Konsentrasi IBA (ppm)				
		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
	n	19	23	16	15	21
-----mm/7 hari-----						
Pertambahan Panjang Akar	7	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	14	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.46±2.11
	21	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	3.21±12.43ab	10.09±20.36a
	28	3.45±15.06ab	0.00±0.00b	0.00±0.00b	5.12±19.83ab	16.14±23.25a
	35	1.40±6.09b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	1.12±4.34b	20.84±24.97a
	42	10.03±20.51	2.37±10.25	1.77±7.07	6.39±22.71	13.18±20.18
	49	4.83±13.78ab	1.86±7.38b	2.05±8.20b	0.31±1.20b	16.49±26.07a
	56	4.54±9.74	1.26±6.06	0.00±0.00	8.04±17.90	13.81±32.69
	63	5.63±13.15	2.91±11.10	1.87±5.30	3.33±7.25	3.43±7.60
	70	3.75±11.98	1.58±5.50	1.72±4.70	1.57±4.57	2.15±5.91
	77	0.00±0.00	0.77±3.71	3.48±11.22	6.12±21.07	0.48±2.20
	Rataan	3.06±5.36b	0.98±3.57b	0.99±2.00b	3.20±5.80b	8.82±8.09a

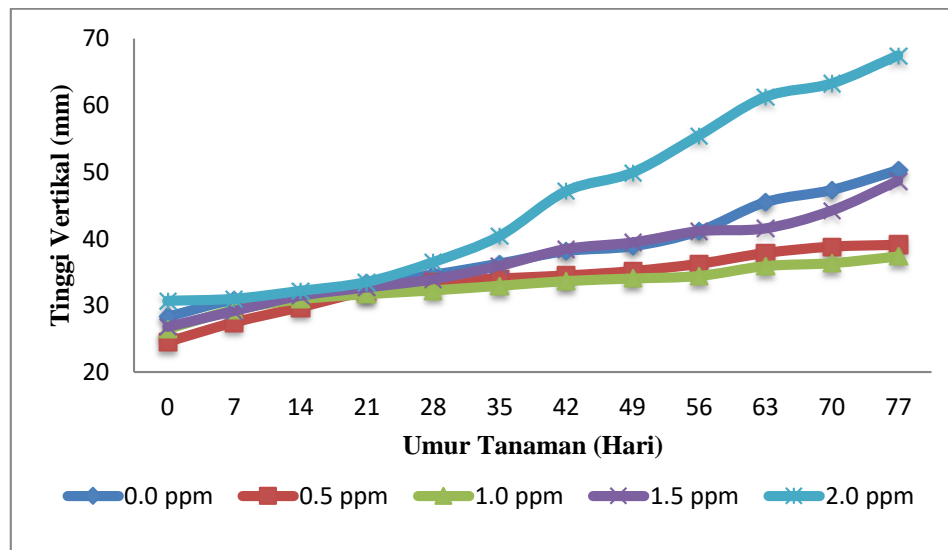
Keterangan: Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan uji berbeda nyata ($P < 0.05$).

Hasil penelitian menunjukkan laju pertumbuhan panjang akar tertinggi terjadi pada penambahan IBA taraf 2.0 ppm dengan laju pertumbuhan panjang akar rata-rata sebesar 8.82 mm per minggu, dan pertumbuhan panjang akar terendah terjadi pada penambahan IBA taraf 0.5 ppm dengan laju pertumbuhan panjang akar rata-rata sebesar 0.99 mm per minggu. Perlakuan kontrol menunjukkan laju pertumbuhan panjang akar rata-rata tanaman alfalfa sebesar 3.06 mm per minggu, hasil tersebut tidak berbeda signifikan terhadap perlakuan konsentrasi 0.5 ppm, 1.0 ppm dan 1.5 ppm dengan pertumbuhan panjang akar rata-rata sebesar 0.98 mm, 0.99 mm dan 3.20 mm per minggu. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa penggunaan zat pengatur tumbuh IBA memiliki hasil yang terbaik pada taraf 2.0 ppm dibandingkan dengan konsentrasi lainnya, hal tersebut karena pada 2.0 ppm memiliki laju pertumbuhan yang paling optimal dibandingkan perlakuan yang lainnya. Hormon auksin berperan dalam membantu pemanjangan meristem apikal

akar, sehingga setiap penambahan konsentrasi IBA yang digunakan maka akan terjadi penambahan panjang akar. Menurut Anggara *et al.* (2014), penambahan auksin pada tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) dapat meningkatkan pemanjangan akar, memunculkan akar lateral dan akar adventif.

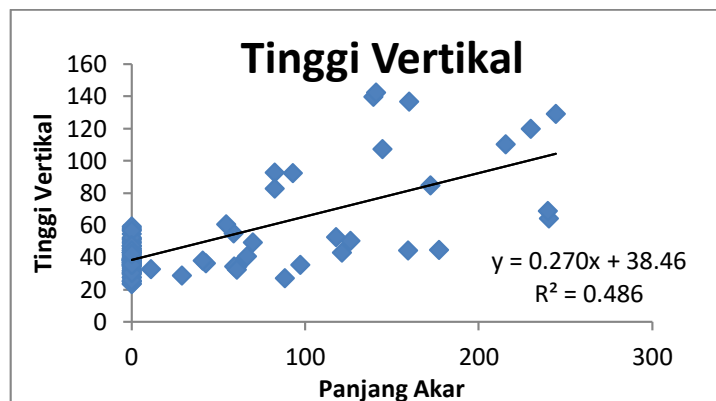
Pertambahan Tinggi Vertikal Tanaman

Pola pertambahan tinggi tanaman alfalfa disajikan pada gambar 2. Tanaman alfalfa mengalami pertambahan tinggi yang berbeda-beda pada setiap pengamatan. Pertambahan tinggi pada perlakuan konsentrasi 0.5 dan 1.0 ppm memiliki pertambahan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya hingga tanaman berumur 21 HST, sedangkan pada tanaman dengan perlakuan konsentrasi 2.0 ppm mulai mengalami pertambahan tinggi yang signifikan pada saat umur 28 HST hingga tanaman berumur 77 HST. Pertambahan tinggi tersebut dipengaruhi oleh peningkatan panjang akar tanaman pada umur 21 HST. Apabila akar semakin panjang maka penyerapan nutrisi akan semakin tinggi, sehingga kebutuhan tanaman terpenuhi dan pertumbuhan mulai meningkat.



Gambar 2 Pola Tinggi Vertikal Alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Pertambahan tinggi pada suatu tanaman merupakan salah satu parameter tanaman tersebut tumbuh. Pertambahan tinggi tanaman dapat terjadi karena adanya pembelahan dan pemanjangan sel. Hasil analisis sidik ragam pertambahan tinggi mutan tanaman alfalfa tahan asam pH 3.6 dengan perlakuan perbedaan konsentrasi zat pengatur tumbuh disajikan pada Tabel 3.



Gambar 3 Korelasi antara tinggi vertikal dengan panjang akar tanaman alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Keseimbangan hormon dalam tanaman dapat mempengaruhi perpanjangan dan pembelahan sel, sehingga pertumbuhan akar untuk menyerap unsur hara dari media tanam lebih optimal. Korelasi antara pertumbuhan panjang akar dan pertumbuhan tinggi vertikal disajikan pada gambar 3. Hubungan tinggi tanaman dengan panjang akar ditunjukkan dalam bentuk garis linier dengan koefisien regresi $R^2 = 0.486$ yang dapat diartikan bahwa terjadi hubungan yang searah antara kedua perlakuan, dimana setiap terjadi pertumbuhan panjang akar maka pertumbuhan tinggi vertikal akan meningkat. Menurut Supriyanto dan Prakasa (2011), Pertumbuhan akar akan berimbang pada pertumbuhan tinggi tanaman, dimana nutrisi untuk penunjang pertumbuhan tanaman tercukupi dan tanaman dapat tumbuh dengan optimal secara vertikal maupun horizontal.

Pertambahan Jumlah Daun dan Tunas

Pertambahan jumlah daun dan tunas pada tanaman menandakan tanaman tersebut memiliki pertumbuhan yang baik. Daun berperan penting dalam proses fotosintesis pada tanaman. Pertambahan daun dan tunas tanaman Alfalfa tahan asam pH 3.6 dengan perlakuan perbedaan konsentrasi zat pengatur tumbuh disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Total rata-rata pertambahan jumlah daun dan tunas tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA.

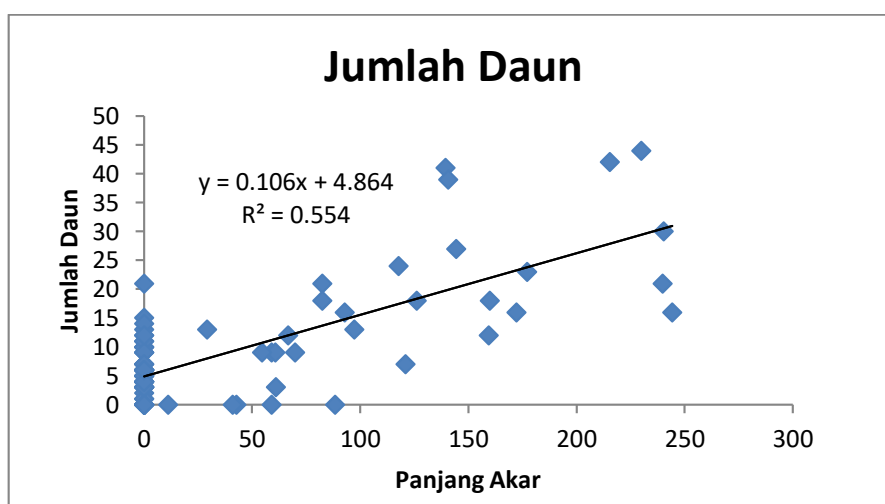
Parameter	Konsentrasi IBA (ppm)				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
n	19	23	16	15	21
Pertambahan Jumlah Daun (Helai. Minggu ⁻¹)	6.00±6.20ab	4.69±4.35b	2.12±2.62b	5.93±9.46ab	12.33±12.22a
Pertambahan Jumlah Tunas (Buah. Minggu ⁻¹)	1.53±1.31	1.61±1.08	1.94±0.93	1.99±1.39	1.81±1.03

Keterangan: Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan uji berbeda nyata ($P < 0.05$).

Hasil pertambahan zat pengatur tumbuh IBA terhadap peningkatan jumlah daun tanaman alfalfa menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 4) pada setiap

taraf konsentrasi. Terjadi peningkatan jumlah pertambahan daun seiring dengan peningkatan konsentrasi IBA yang digunakan. Hal tersebut, menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi IBA dan jumlah pertambahan daun alfalfa berbanding lurus. Pertambahan jumlah daun tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi IBA 2.0 ppm sebesar 12.33, sedangkan pertambahan daun terendah terjadi pada perlakuan konsentrasi IBA 1.0 ppm sebesar 2.12. Perlakuan konsentrasi IBA 1.5 ppm menunjukkan pertambahan jumlah daun sebesar 5.93, hasil tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan perlakuan kontrol yang menunjukkan pertambahan jumlah daun sebesar 6.00.

Pertumbuhan tunas pada tanaman alfalfa memiliki pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap semua perlakuan konsentrasi IBA yang digunakan. Hal tersebut, terjadi karena zat pengatur tumbuh auksin tidak efektif dalam pembentukan tunas. Zat pengatur tumbuh yang efektif dalam pembentukan tunas merupakan zat pengatur tumbuh jenis sitokinin, karena sitokinin dapat merangsang proses pembelahan sel (Hariadi 2018).



Gambar 4 Korelasi antara jumlah daun dengan panjang akar tanaman alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Pertumbuhan tanaman dapat ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu pertambahan jumlah daun. Semakin banyak jumlah daun yang tumbuh maka dapat dinilai pertumbuhan tanaman tersebut baik. Korelasi antara panjang akar dan jumlah daun disajikan pada gambar 4. Hubungan jumlah daun dengan panjang akar ditunjukkan dalam bentuk garis linier dengan koefisien regresi $R^2 = 0.554$ yang dapat diartikan bahwa terjadi hubungan yang searah antara kedua perlakuan, dimana setiap terjadi pertambahan panjang akar maka jumlah daun akan meningkat. Menurut Budihastuti (2017), pertambahan jumlah daun dapat dipengaruhi oleh perpanjangan akar, hal tersebut dikarenakan nutrisi yang tersedia dapat membantu proses fotosintesis pada tanaman sehingga tanaman akan tumbuh secara optimal.

Biomassa dan Penyusutan Media

Media tanam merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pada kultur jaringan karena media tanam memiliki fungsi sebagai sumber nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan eksplan. Hasil pengukuran biomassa dan

penyusutan media tanaman alfalfa dengan perlakuan penambahan zat pengatur tumbuh IBA disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Biomassa tanaman dan penyusutan media tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA.

Paramter	Konsentrasi IBA (ppm)				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
n	19	23	16	15	21
	----- gram -----				
Biomassa Tanaman	1.15±1.04	1.44±2.68	0.71±0.43	1.02±0.93	2.44±2.71
Penyusutan Media	0.94±0.85	1.43±2.69	0.70±0.42	0.98±0.93	2.37±2.71

Tabel 5 menunjukkan hubungan antara pertambahan biomassa tanaman alfalfa dengan perlakuan IBA, yaitu setiap peningkatan konsentrasi IBA yang digunakan tidak memiliki pengaruh terhadap pertambahan biomassa tanaman alfalfa. Hal tersebut dapat dilihat pada setiap pertambahan konsentrasi IBA yang digunakan maka akan terjadi perubahan pada biomassa secara fluktuatif. Perlakuan konsentrasi IBA 1.0 ppm memiliki biomassa sebesar 0.71 g, pertambahan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi IBA 1.5 ppm dengan biomassa sebesar 1.02. Namun masih lebih rendah dibandingkan dengan biomassa pada perlakuan konsentrasi IBA 0.5 ppm dengan biomassa sebesar 1.44.

Pertambahan IBA tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penyusutan media, hal tersebut dikarenakan penyerapan nutrisi yang dilakukan tanaman alfalfa pada saat proses kultur jaringan tidak terlalu banyak. Namun pada konsentrasi IBA tertinggi yaitu 2.0 ppm terjadi penyusutan media sebesar 2.37. Penyusutan media pada konsentrasi IBA 2.0 ppm dipengaruhi oleh panjang akar dari tanaman tersebut, semakin panjang akar dari tanaman alfalfa maka akan menyerap nutrisi yang semakin besar.

Kerontokan Daun

Kerontokan daun merupakan salah satu parameter untuk melihat tingkat adaptasi eksplan terhadap media. Berdasarkan pengamatan kerontokan daun tanaman Alfalfa (*Medicago sativa L.*) perlakuan penambahan zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang berbeda yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Kerontokan pada tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA.

Parameter	Konsentrasi IBA (ppm)				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
n	19	23	16	15	21
	-----helai-----				
Kerontokan daun	0.26±0.73	0.78±1.76	0.31±1.01	1.00±1.41	0.90±1.41
Kerontokan daun (%)	2.52±6.75	11.09±25.15	6.67±24.94	10.09±14.06	4.29±6.82

Tabel 6 menunjukkan pengaruh perlakuan konsentrasi IBA terhadap kerontokan daun tanaman alfalfa, perlakuan IBA tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kerontokan daun pada tanaman alfalfa. Hal tersebut dikarenakan perontokan daun pada tanaman tidak dipengaruhi oleh hormon auksin, melainkan dipengaruhi oleh hormon asam absisat. Hormon asam absisat berperan dalam menghambat perkecambahan, menghambat pembentukan bunga dan berperan sebagai hormon untuk pertahanan diri (Irvan dan Adriana 2017). Berdasarkan Tabel 6 kerontokan daun pada tanaman mutan alfalfa dengan perlakuan IBA tergolong rendah. Hal tersebut selaras dengan pengujian yang dilakukan oleh Ernawati (2019), yang menyatakan bahwa kerontokan daun tanaman alfalfa dengan perlakuan IBA berkisar antara 0 - 11%. Perontokan daun merupakan salah satu respon tanaman terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik, sehingga untuk mempertahankan kondisi tumbuh maka tanaman perlu melakukan perontokan daun. Menurut Ernawati (2019), penggunaan zat pengatur tumbuh auksin tidak berpengaruh secara langsung terhadap kerontokan tanaman alfalfa.

Tingkat Kematian Tanaman

Tingkat kematian tanaman merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam perbanyakan tanaman. Hal tersebut dipengaruhi oleh kemampuan tanaman bertahan hidup. Pengaruh IBA terhadap tingkat kematian tanaman alfalfa disajikan pada tabel 7.

Tabel 7 Tingkat kematian tanaman mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) tahan asam pH 3.6 terhadap penambahan IBA.

Parameter	Konsentrasi IBA (ppm)	n	Kematian tanaman
			---%---
Kematian tanaman	0.0	19	0.00
	0.5	23	4.35
	1.0	16	6.25
	1.5	15	0.00
	2.0	21	9.52

Berdasarkan Tabel 7 tingkat kematian tanaman tertinggi terjadi pada perlakuan IBA konsentrasi 2.0 ppm sebesar 9.52%, sedangkan yang terendah terjadi pada perlakuan IBA 1.5 dan kontrol dengan 0%. Namun tingkat kematian tanaman seluruh perlakuan masih dapat ditoleransi. Menurut Wang *et al.* (2006), tingkat kematian tanaman sampel dapat ditoleransi jika nilainya tidak lebih dari sepertiga total sampel. Eksplan yang mati awalnya mengalami perlambatan dalam pertumbuhan dan perubahan warna menjadi cokelat. Hal tersebut diduga terjadi akibat penikatan senyawa fenolat dan adanya oksidasi oleh enzim oksidase dan polimerasinya (Admojo dan Indrianto 2016). Senyawa fenol dapat menjadi racun bagi sel tanaman dan bila konsentrasi fenol dalam tanaman tinggi dapat menghambat pertumbuhan eksplan dan berujung pada kematian eksplan tersebut (Isnaeni dan Yusnita 2019).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Level efektif penambahan IBA pada mutan tanaman Alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 adalah sebesar 2.0 ppm. Peningkatan level iba juga memiliki korelasi positif terhadap pertumbuhan akar, pembentukan daun dan pertambahan tinggi vertikal namun tidak berkorelasi terhadap pembentukan tunas, biomassa dan penyusutan media.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang performa mutan tanaman alfalfa tahan asam pH 3.6 berakar hasil stimulasi *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) dan tingkat adaptasi tanaman tersebut pada kondisi lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo L, Prasetyo NE. 2016. Pengaruh sterilan terhadap tingkat kontaminasi pada kultur petiol dan midrib daun tanaman karet (*Hevea brasiliensis* muell Arg.) klon PB 330. *J Penelitian Karet*. 34(2): 151-164.
- Anggara BS, Yuliani dan Lisdiana L. 2014. Isolasi dan karakteristik bakteri endofit penghasil hormon *Indole Acetic Acid* dari akar tanaman ubi jalar. *Jurnal Lentera Bio*. 3(3): 160-167.
- Avivi S, Soedarmo SH, Prasetyo PA. 2013. Multiplikasi tunas dan aklimatisasi tiga varietas pisang: raja nangka, kepok dan mas. *J. Hort Indones*. 4(2): 83-89.
- Budiastuti R. 2017. Hubungan anatara tinggi tegakan, biomassa akar, dan jumlah daun semai mangrove *Avicennia marina*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(1):31-36.
- Dwiyani R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Denpasar (ID): Pelawa Sari.
- Ernawati A. 2019. Perbanyak Vegetatif Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Hasil Iradiasi Sinar Gamma dengan Posisi Pemotongan Stek dan Konsentrasi IBA yang Berbeda [SKRIPSI]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Firdaus RA. Efektivitas pemberian zat pengatur tumbuh auksin jenis IBA dan NAA terhadap pertumbuhan tanaman pacar kuku (*Lawsonia inermis* L.) melalui stek mikro [SKRIPSI]. Malang (ID): Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Firmansyah SF, Rochmantino, Kamsinah. 2014. Pengaruh pemberian IBA dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan stek *Sansevieria cylindrica* var. *Patula*. *Scripta Biologica*. 1(2):161-165.
- Hariadi H. 2018. Pengaruh arang aktif, benziladenin dan kinetin terhadap pertumbuhan tunas jati solomon (*Tectona grandis* Linn. f) *in vitro*. [SKRIPSI]. Bandar Lampung (ID): Universitas Lampung
- Hasanah FN, Setiari N. 2007. Pembentukan akar pada stek batang nilam (*Pogostemon cublin* Benth.) setelah direndam IBA (Indol Butyric Acid) pada konsentrasi berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 15(5).
- Hendaryono DPS, Wijayani A. 1994. *Tekni Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman secara Vegetatif-Modern*. Yogyakarta (ID): Kasinus.
- Isnaeni S, Yunita R. 2019. Tingkat pencokitan eksplan salak unggul harapan baru asal tasikmalaya. *J. Agrosintesa*. 2(1):34-39.
- Irvan A, Adriana A. 2017. Pengaruh zat pengatur tumbuh (ZPT) Daminozid dan Giberelin terhadap pertumbuhan dan pembungaan padi pandanwangi. *Agroscience*. 7(2): 281-289.
- Karjadi AK, Buchory A. 2008. Pengaruh auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan dan perkembangan jaringan meristem kentang kultivar granola. *J. Hort*. 18(4): 380-384.
- Parman S, S Harnina. 2008. Pertumbuhan, kandungan klorofil dan serat kasar pada defoliiasi pertama alfalfa akibat pemupukan mikorisa. *Bul Anat Fisiol*. 16(2):6.
- Parwata IGM, Santoso BB, Soemeinaboedhy IN. 2017. Pertumbuhan dan distribusi akar tanaman muda beberapa genotipe unggul jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 3(2):9-17.

- Rahmayanti E, Sitanggang M. 2006. *Taklukan Penyakit dengan Klorofil Alfalfa*. Jakarta (ID): Agromedia.
- Rostiana O dan Seswita D. 2007. Pengaruh *Indole Butyric Acid* dan *Naphtaleine Acetic Acid* terhadap induksi perakaran tunas piretrum (*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) vis) klon prau 6 secara *in vitro*. *Bul Littro*. 18(1): 39-48.
- Sajmin. 2011. *Medicago sativa* L (alfalfa) sebagai tanaman pakan ternak harapan di Indonesia. *J Wartazoa*. 21(2): 91-98.
- Santoso U dan Nursandi F. 2001. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang (ID): UMM Press.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik Edisi Ketiga. Terjemahan: Bambang Sumantri*. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka.
- Sukmadjaja D, Mariska I. 2003. *Perbanyak Bibit Albaka Melalui Kultur Jaringan*. Bogor (ID): Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Sukmadjaja D, Mulyana A. 2011. Regenerasi dan pertumbuhan beberapa varietas tebu (*Saccharum officinarum* L) secara *in vitro*. *J AgroBiogen*. 7(2): 106-118.
- Supriyanto, Prakarsa KE. 2011. Pengaruh zat pengatur tumbuh Rootone-F terhadap pertumbuhan stek *Duabanga moluccana*. Blume. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(1): 59-65.
- Wang I, Wang G, Thang NHR, Deng X, Zhang H. 2006. Effect of thermotherapy on elimination of apple stem grooving virus and apple chlorotic leaf spot for *in vitro* cultured pear shoot tips. *Amer Soc Hort Sci*. 41(3): 1327-1329.
- Weyers JDB, Paterson NW. 2001. Plant hormones and the control of physiological processes. *New Phytologist*. 152: 375-407.
- Zasari M. 2010. *Shoot cutting* jarak pagar pada tingkatan umur ontogeni dan zat pengatur tumbuhan. *J. Enviagro*. 3(1): 5-12.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Fathur Yusran Budiman dilahirkan di Cirebon pada 31 Juli 1998. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Budiman Nopandi dan Ibu Neneng Suryani. Penulis menempuh pendidikan formal dimulai pada tahun 2003-2004 di TK Al-Azhar Cirebon. Tahun 2004-2010 menempuh pendidikan di SDI Al-Azhar 3 Cirebon, tahun 2010-2011 melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 RSBI Cirebon, tahun 2011-2013 melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 5 RSBI Bandung, tahun 2013-2016 menempuh pendidikan di SMAN 11 Bandung. Penulis diterima di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2016 melalui jalur SBMPTN di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan.



Selama mengikuti perkuliahan, penulis mulai aktif organisasi dari tahun 2016 – 2017 di UKM Softball IPB (ORYZA) sebagai Koordinator Sarana dan Prasarana (KORANA). Tahun 2018-2019 penulis aktif sebagai Kepala Departemen Sosial dan Lingkungan di BEM FAPET dan Kepala Divisi Dana dan Usaha di Ahooy Mania Fakultas Peternakan.

Selain pengalaman di UKM dan organisasi, penulis juga aktif dalam mengikuti kegiatan kepanitiaan antara lain sebagai Kepala Divisi Konsumsi di Vansoest 2018, Divisi Konsumsi di Meet Cowboy, Divisi Konsumsi di Dekan Cup, Divisi Konsumsi di Acara FFE, dan Divisi Logistik di Acara SSE tahun 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Efektifitas indole-3-butyric acid terhadap pertumbuhan akar mutan alfalfa (*Medicago sativa L.*) tahan asam pH 3.6 pada kultur *in vitro*. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua Bapak Budiman Nopandi dan Ibu Neneng Suryani serta kakak Anisa Fauziah Budiman dan adik Rafly Alamsyah. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Panca Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing utama skripsi serta pembimbing akademik dan Dr. Iwan Prihantoro, S.Pt M.Si selaku dosen pembimbing anggota dan juga Ir. Asep Tata Permana, MSc selaku dosen pembahas seminar hasil, Prof. Dr. Ir. Luki Abdullah, M.ScAgr, Dr. Despal, S.Pt M.ScAgr selaku dosen penguji sidang dan Rika Zahera, S.Pt M.Si selaku dosen panitia sidang.

Terimakasih kepada rekan seperjuangan penelitian yang setia bersama sejak awal penelitian dan juga Staf Laboratorium Kultur Jaringan Pak Husein. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Keluarga besar Strigidae (INTP 53).

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca.