

Pengaruh Limbah Lumpur Aktif PT.Sarihusada terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L) Dan Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill)

Chintya Putri dan Sri Nurhatika

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: nurhatika@bio.its.ac.id

Abstrak—Pengolahan limbah dengan aerobic activated sludge merupakan proses biologis menggunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair. Endapan lumpur yang dihasilkan dari proses aerobik inilah yang mempunyai potensi untuk digunakan kembali sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik apabila mengandung bahan organik seperti N, P, dan K. Berdasarkan hasil uji laboratorium didapatkan N 3.82% P1.03% K0.06%. Tujuan penelitian ini adalah menguji untuk mengetahui pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, panjang akar, diameter batang, jumlah daun dan berat kering tanaman sebagai parameter ukur pertumbuhan. Hasil dari penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa limbah susu lumpur aktif PT. Sarihusada tidak berpengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) baik tinggi (cm), diameter batang (mm), jumlah daun, panjang akar (cm)..

Kata Kunci—*Capsicum frutescens*, lumpur aktif, *Lycopersicon esculentum*, Pupuk organik.

I. PENDAHULUAN

PENULISAN artikel rawit (*Capsicum frutescens* L) merupakan salah satu komoditas sayuran yang keberadaannya tidak dapat ditinggalkan oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Berbeda dengan orang – orang Eropa, Amerika, dan beberapa negara Asia yang lebih menyukai pedasnya lada, masyarakat Indonesia lebih menyukai pedasnya cabai. Cabai rawit digunakan sebagai bahan bumbu dapur, bahan utama industri saus, industri bubuk cabai, industri mie instan, sampai industri farmasi. Kebutuhan cabai rawit cukup tinggi yaitu sekitar 4kg/kapita/tahu [1].

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan sayuran buah yang tergolong tanaman semusim berbentuk perdu dan termasuk ke dalam famili Solanaceae. Buahnya merupakan sumber vitamin dan mineral. Penggunaannya semakin luas, karena selain dikonsumsi sebagai tomat segar dan untuk bumbu masakan, juga dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan baku industri makanan seperti sari buah dan saus tomat[2].

Pengolahan limbah dengan aerobic activated sludge (lumpur aktif) merupakan proses biologis menggunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair. Proses lumpur aktif berlangsung dalam bak aerasi yang dilengkapi bak sedimentasi untuk memisahkan endapan lumpur dari air limbah yang telah terolah. Kualitas effluent tergantung pada karakter mikroorganisme pembentuk lumpur aktif, antara lain sifat pengendapannya dan kondisi bak sedimentasi [3].

Pertumbuhan merupakan pertambahan ukuran, pertambahan bukan hanya dalam volume (tetapi juga dalam bobot, jumlah sel). Semua ciri pertumbuhan bisa diukur, tapi ada dua macam pengukuran yang lazim yaitu dengan mengukur panjang (tinggi tanaman), jumlah daun dan luas daun[4]. Media tanam dapat didefinisikan sebagai kumpulan bahan atau substrat tempat tumbuh benih yang disebar atau ditanam[5].

Unsur-unsur yang penting dan harus tersedia pada media tanam adalah N,P,K. Unsur N berfungsi mempercepat pertumbuhan klorofil, menampak lebar daun dan besarnya benih. Unsur P berfungsi untuk pembentukan akar, pertumbuhan tanaman, menstimulasi pembentukan buah dan mempercepat panen. Unsur P berpengaruh untuk kandungan total benih terutama dalam bentuk fitin. Fitin berfungsi sebagai cadangan fosfor dan untuk pemeliharaan energi yang diperlukan untuk perkecambahan[6].

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di green house Jurusan Biologi Institut Sepuluh Nopember Surabaya pada bulan September 2014 – Januari 2015, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Persiapan benih *Capsicum frutescens* dan benih *Lycopersicon esculentum*

Biji cabai rawit dan tomat disemaikan lebih dulu sebelum ditanam. Biji cabai sebaiknya direndam dahulu dalam air hangat selama kurang lebih 30 menit. Kemudian direndam kembali sehari semalam 24 jam. Benih yang mengapung

setelah direndam dibuang. Benih yang telah berkecambah atau umur 10-14 hari dipindahkan ke tempat pembibitan. disiapkan tempat pembibitan berupa polybag ukuran 8 x 9 cm.

B. *Persiapan Media Tanam*

Disiapkan polybag tempat penanaman yang berlubang kiri dan kanannya. Masukkan media tanam (berupa campuran pasir dengan pupuk kompos 1 : 1). Polybag yang sudah berisi media tanam kemudian ditambah limbah lumpur aktif dengan perbandingan 1:1 dicampur secara merata dan dibiarkan dulu selama seminggu untuk proses dekomposisi. Penanaman dilakukan dengan cara memilih bibit cabe yang relatif seragam dan pertumbuhannya yang baik. Bibit ditanam di polybag yang sudah berisi media tanam. Wadah media bibit dibuka sebelum ditanam, bibit di tanam tepat di bagian tengah, kemudian tambahkan media tanahnya hingga mencapai sekitar 2 cm bibir polybag. Permukaan media tanah dipadatkan dan disiram dengan air lalu diletakkan di tempat terbuka yang terkena sinar matahari langsung. Penyiraman dilakukan setiap hari 1 kali dengan menggunakan air PDAM. Penyirangan dilakukan dengan cara membersihkan tanaman pengganggu atau gulma.

C. *Parameter Pengamatan Tanaman*

Pengamatan yang dilakukan meliputi dengan cara mengukur tinggi tanaman dari ujung akar sampai ujung daun tertinggi menggunakan benang yang kemudian besarnya dihitung dengan menggunakan penggaris[7]. Jumlah daun dihitung dengan cara menjumlahkan semua daun yang ada pada tanaman. panjang akar diukur setelah 30 HST (periode pertumbuhan vegetatif) dengan menggunakan benang mulai dari pangkal akar sampai ujung akar, lalu benang diukur kembali dengan menggunakan penggaris. Satuan panjang akar yang digunakan adalah (cm) [7]. Berat kering tanaman diukur setelah 30 HST (periode pertumbuhan vegetatif). Sifat fisik tanah diamati setelah 30 HST (periode pertumbuhan vegetatif) dengan cara melihat struktur dan warna tanah. sifat kimia tanah diamati dengan cara mengetahui adanya kandungan N,P,K dan pH media tanah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) dan (Lycopersicon esculentum Mil)*

Pertumbuhan adalah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran tanaman semakin besar dan juga menentukan hasil tanaman. Pada fase vegetatif tanaman terjadi perkembangan akar, batang dan daun. Fase ini berhubungan dengan 3 proses penting yaitu pembelahan sel, perpanjangan sel dan tahap diferensiasi sel. Penambahan jumlah dan ukuran sel akan memacu pembentukan jaringan dan selanjutnya organ-organ tanaman[8].

Untuk mengetahui pertumbuhan tanaman sampai pada masa vegetatif pada umumnya dapat dilihat dari hasil pengamatan yang meliputi :

Berdasarkan hasil analisa diperoleh kadar N, P, K, dan pH

lumpur yaitu:

Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat bahwa kandungan unsur N, P, dan K dalam lumpur cukup tinggi, ini menunjukkan bahwa lumpur tersebut berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan pupuk organik. Hal ini dapat dibandingkan dengan kandungan unsur N, P, dan K dalam kompos yaitu: N sebesar 0,1-3,2%, P sebesar 0,19-3,27%, K sebesar 0,06-1,53%. Sedangkan pH pada lumpur cenderung netral, yaitu 6,25. Kondisi pH netral adalah 7.

B. *Pengaruh pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap tinggi tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) dan (Lycopersicon esculentum Mil)*

Tinggi tanaman merupakan ukuran yang sering digunakan sebagai indikator pertumbuhan dan parameter untuk mengukur pengaruh perlakuan yang diberikan[9]. Berdasarkan hasil parameter pertumbuhan tanaman yang berupa pengamatan tinggi tanaman maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Suatu bentuk interaksi menunjukkan adanya perbedaan pada respon antar perlakuan komposisi lumpur aktif terhadap tanaman cabai rawit dan tomat. Berdasarkan hasil Uji Tukey pengamatan tinggi tanaman dapat diketahui bahwa limbah lumpur aktif memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap tinggi tanaman yaitu pada perlakuan (T1.L2), tanaman cabai rawit dengan perlakuan penambahan 25% lumpur aktif. hal ini bisa terjadi karena cabai rawit mampu menyerap kandungan unsur hara yang berada di dalam media tumbuh tersebut dengan maksimal, sebab perlakuan yang ditambahkan dengan limbah lumpur aktif memiliki kandungan NPK yang tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga memungkinkan kandungan unsur hara yang terdapat pada media tumbuh tersebut juga semakin tinggi. Pada hasil terlihat bahwa hasil pencampuran media tanam dengan lumpur tidak setinggi dengan hasil tanaman yg tidak di beri perlakuan apapun. Hal ini dapat diakibatkan adanya kontaminasi ringan yang terjadi selama proses penanaman.

Sedangkan pertumbuhan tinggi tanaman yang paling rendah itu ditunjukan pada perlakuan T2L5 (tanaman tomat dengan perlakuan pemberian lumpur 100%), hal ini bisa terjadi karena tomat menyerap kandungan unsur hara yang berada di dalam media tumbuh tersebut tidak maksimal , hal ini bukan disebabkan kandungan NPK yang didalamnya sedikit melainkan padatnya media tumbuh dengan lumpur sehingga kurangnya sirkulasi udara. Menurut Sarief (1986) [10], bahwa perbedaan kandungan unsur hara NPK pada media tersebut dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah, karena kadar zat hara yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas hasil tanaman. Selain itu spesies yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda dalam asupan nutrisi. Selain itu menurut Nanang, et al, 2008 [11]. bahwa pertambahan tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh aktivitas pembelahan sel. Semakin meningkat pembelahan sel, maka akan diikuti pemanjangan sel yang dalam hal ini akan dimanifestasikan tinggi tanaman. Sel yang akan membelah membutuhkan nutrisi yang cukup sehingga dengan NPK yang cukup maka pembelahan sel akan meningkat.

Tabel 1.

Hasil analisis laboratorium media tanam yang dilakukan oleh laboratorium Universitas Brawijaya

parameter	SAMPLE				
	I	II	III	IV	V
N	2,97%	2,03%	4,84%	4,92%	3,82%
P	1,04%	0,4%	0,66%	1,04%	1,03%
K	1,06%	0,74%	1,15%	0,82%	0,06%
Ph	7,2%	6,8%	7,1%	7,2%	7%
C	30,6%	17,6%	32,5%	29,6%	6,73%
C/N	10	9	7	6	2

Keterangan tabel:

Sampel I : Perbandingan konsentrasi lumpur terhadap tanah 0%:100%

Sampel II : Perbandingan konsentrasi lumpur terhadap tanah 25%:75%

Sampel III : Perbandingan konsentrasi lumpur terhadap tanah 50%:50%

Sampel IV : Perbandingan konsentrasi lumpur terhadap tanah 75%:25%

Sampel V : Perbandingan konsentrasi lumpur terhadap tanah 100%:0%

Tabel 2.

Pengaruh pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap tinggi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan (*Lycopersicon esculentum* Mill) dalam satuan (cm)

Tanaman	Komposisi Lumpur				
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅
T ₁	9,0 ^a	5,3 ^b	2,4 ^c	2,4 ^c	2,6 ^{bc}
T ₂	3,7 ^{bc}	2,9 ^{bc}	3,1 ^{bc}	3,0 ^{bc}	1,9 ^c

Keterangan tabel:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95%

T₁ : *Capsicum frutescens*

T₂ : *Lycopersicon esculentum*

L₁ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 0%:100%

L₂ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 25%:75%

L₃ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 50%:50%

L₄ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 75%:25%

L₅ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 100%:0%

Tabel 3.

Pengaruh Pemberian Lumpur Aktif Terhadap Rata – Rata Diameter Batang (mm) Tanaman *Capsicum Frutescens* dan *Lycopersicon Esculentum* Mill

Tanaman	Komposisi Lumpur				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
A ₁	0,4 ^a	0,3 ^{bc}	0,2 ^{cd}	0,2 ^{cd}	0,2 ^d
A ₂	0,3 ^{ab}	0,3 ^{bc}	0,3 ^{bc}	0,3 ^{bc}	0,2 ^{cd}

Keterangan tabel:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95%

T₁ : *Capsicum frutescens*

T₂ : *Lycopersicon esculentum*

L₁ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 0%:100%

L₂ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 25%:75%

L₃ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 50%:50%

L₄ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 75%:25%

L₅ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 100%:0%

Tabel 4.

Pengaruh konsentrasi lumpur aktif terhadap Rata – Rata Jumlah Daun (helai) tanaman *Capsicum frutescens* dan *Lycopersicon esculentum* Mill Pada Umur 90 HST

Tanaman	Komposisi Lumpur				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅

A ₁	7,0 ^a	3,8 ^b	2,7 ^b	2,1 ^b	2,1 ^b
A ₂	2,3 ^b	2,2 ^b	2,4 ^b	2,4 ^b	2,1 ^b

Keterangan tabel:

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95%

T₁ : *Capsicum frutescens*

T₂ : *Lycopersicon esculentum*

L₁ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 0%:100%

L₂ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 25%:75%

L₃ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 50%:50%

L₄ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 75%:25%

L₅ : konsentrasi lumpur terhadap tanah 100%:0%

Tabel 5.

Pengaruh konsentrasi limbah lumpur terhadap Rata – Rata Panjang Akar (cm) Tanaman *Capsicum frutescens* dan *Lycopersicon esculentum* Mill Pada Umur 90 HST

Tanaman	Komposisi Lumpur				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
A ₁	8,2 ^a	4,9 ^{ab}	3,6 ^{ab}	2,4 ^b	1,1 ^b
A ₂	4,5 ^{ab}	4,2 ^{ab}	4,7 ^{ab}	4,1 ^{ab}	2,5 ^b

C. Pengaruh pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap diameter batang pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Tidak jauh berbeda dengan tinggi tanaman, diameter batang adalah bagian yang dapat digunakan sebagai parameter ukur pertumbuhan suatu tanaman. Dalam hal ini, batang merupakan salah satu bentuk pertumbuhan sekunder dimana melibatkan jaringan meristem lateral dalam menambah ukuran diameter dengan menghasilkan jaringan pembuluh sekunder dan periderm [12].

Berdasarkan hasil uji ANOVA, maka dapat diketahui bahwa komposisi penambahan limbah lumpur aktif dan tanaman uji memberikan interaksi yang berpengaruh signifikan terhadap variabel diameter batang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai p-value sebesar 0,012 ($P < 0,05$), dimana ketika p-value menunjukkan angka kurang dari 0,05, maka penelitian ini menunjukkan tolak H₀ atau terima H₁, yang artinya terdapat pengaruh perlakuan terhadap variabel pengamatan. Oleh karena itu dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui interaksi antar perlakuan yang paling berbeda nyata dengan menggunakan uji Tukey taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat adanya beda yang sangat nyata pada kombinasi perlakuan dengan komposisi penambahan limbah lumpur 20% baik dengan tanaman tomat ataupun cabai rawit menunjukkan rata – rata diameter yang sama. Setelah dibandingkan dengan kelompok kombinasi perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan ini juga menunjukkan nilai rata – rata diameter batang terbesar setelah kontrol, yaitu sebesar 0,3 mm.

Melihat perbandingan dengan hasil lainnya rata-rata sama maka pemberian lumpur dapat dikatakan berpengaruh signifikan. Sedangkan diameter paling kecil ditunjukkan pada kombinasi dengan limbah lumpur aktif 75% dan 100%. Hal ini diakibatkan terlalu padatnya media tanam, karena makin tinggi kandungan padatan dalam lumpur maka makin rendah kadar air dalam lumpur pekat. Sehingga membuat tanaman sulit untuk menyerap N,P,K yang tersedia pada media tanam.

D. Pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap jumlah daun pada tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) dan (Lycopersicon esculentum Mil)

Daun merupakan organ tanaman yang berfungsi untuk fotosintesis. Pertumbuhan daun dikendalikan oleh faktor genetis, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan luar dan dalam. Beberapa faktor tersebut antara lain meliputi pasokan air, nutrisi, panjang masa tanam dan intensitas cahaya[13].

Berdasarkan table 4 variasi konsentrasi lumpur yang diberikan kepada tanaman cabai, didapatkan bahwa pemberian lumpur pada konsentrasi 0% mengalami pertumbuhan jumlah daun yang paling banyak untuk yang terdapat lumpur yang paling banyak menghasilkan daun yaitu konsentrasi 25% terhadap tanaman cabai rawit. . Pada pengamatan jumlah daun ini dapat diketahui bahwa respon antar kombinasi perlakuan terhadap konsentrasi lumpur aktif maupun tanaman uji coba tidak menunjukkan adanya perbedaan secara nyata satu sama lain, kecuali pada perlakuan kontrol pada cabai rawit.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada pembahasan diameter batang bahwa tanaman yang diberi unsur N secara cukup akan memberikan kondisi optimal pada pembentukan klorofil daun sehingga proses fotosintesis akan berjalan dengan baik. Begitu pun halnya dengan unsur P yang berperan dalam proses asimilasi dan respirasi sel[14]. Semakin banyak jumlah daun, maka semakin tinggi hasil fotosintesisnya[15].

E. Pengaruh pengaruh limbah susu yang berupa lumpur aktif terhadap panjang akar pada tanaman cabai rawit (Capsicum frutescens) dan (Lycopersicon esculentum Mil)

Pertumbuhan primer akan mendorong akar menembus tanah. Ujung akar ditutupi oleh tudung akar yang secara fisik melindungi meristem yang rapuh pada saat akar memanjang menembus tanah yang abrasif. Pertumbuhan panjang akar terkonsentrasi di dekat ujung akar, di mana terletak tiga zona sel yaitu zona pembelahan sel, pemanjangan dan pematangan[12]. Akar merupakan salah satu organ pada tanaman yang memiliki peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman karena akar digunakan sebagai organ penyerapan atau pintu masuk unsur hara dan air dari tanah untuk proses fisiologi pada pertumbuhan tanaman[16].

Berbeda dengan variabel pengamatan lainnya, hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa hanya perlakuan konsentrasi 0% saja yang memberikan pengaruh terhadap panjang akar sesuai dengan hasil p-value sebesar 0,010 ($p < 0,05$), sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan konsentrasi limbah lumpur tidak berpengaruh signifikan terhadap panjang akar tanaman cabai

rawit untuk kedua tanaman uji. nyata, maka dapat dilakukan uji lanjutan Tukey. Hasil uji Tukey komposisi lumpur terhadap panjang akar dapat dilihat pada Tabel 5

Pertumbuhan panjang akar pada cabai rawit, pertumbuhannya lebih baik jika dibandingkan dengan tomat, hal ini bisa terjadi karena adanya perbedaan genetik yang dimiliki oleh cabai rawit dan tomat[17]. Selain itu hal ini dikarenakan baiknya tanaman cabai rawit menyerap NPK. sesuai dengan pendapat Rusdiana, et al., (2000) [16], bahwa panjang akar dipengaruhi oleh jumlah kandungan unsur hara yang berada pada suatu media yang mampu diserap oleh akar tersebut.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa limbah susu lumpur aktif PT. Sarihusada tidak berpengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) baik tinggi (cm), diameter batang (mm), jumlah daun, panjang akar (cm).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir Sri Nurhatika, MP yang telah memberikan bimbingan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Warisno. "Peluang Usaha & Budidaya Cabai". Jakarta : Gramedia Pustaka Utama (2010).
- [2] Wasonowati, Catur. "Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum*) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik". Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura Kampus Unijoyo PO BOX 2 Telang Kamal Bangkalan Madura (2011).
- [3] Williams, J, "Cost-Effective Effluent Treatment in Paper and Board Mills", Environmental Technology Basic Practice Programme (1999).
- [4] Salisbury, F.B dan C.W. Ross. "Fisiologi Tumbuhan". Bandung : Jilid Tiga Edisi Keempat. ITB-Press (1992)
- [5] Widarto, L. "Perbanyak Tanaman dengan Biji. Stek, Cangkok, Sambung, Okulasi dan Kultur Jaringan". Yogyakarta: Kanisius (1996).
- [6] Anderson, B dan Bernard S. "Plant Physiology". Jepang : Second Edition. D Van Nostrand Company (1952).
- [7] Winarti, E. "Efek Pencemaran Udara Akibat Kegiatan Transportasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Putih (*Brassica juncea*)". Tesis. Surabaya: Program Pasca Sarjana Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2002).
- [8] Haryadi, S.S. "Pengantar Agronomi". Jakarta : Gramedia. (1993).
- [9] Sitompul, S. M. Guritno, B.. "Analisis Pertumbuhan Tanaman". Yogyakarta: UGM Press. (1995).
- [10] Sarief, E. S. "Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian". CV Pustaka Buana : Bandung. (1986).
- [11] Nanang, A.H.L. dan Kusdi, M. "Pengaruh Dosis dan Frekuensi Aplikasi Pemupukan NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Shorea ovalis Korth. (blume.) Asal Anakan Alam di Persemaian". Balai Penelitian Kehutanan Palembang : Palembang. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 5 (3) : 289-296. (2008).
- [12] Campbell, N. A., Reece, J. B., dan Mitchell, L. G. "Biologi Edisi Kelima Jilid II" Jakarta: Erlangga. (2003).
- [13] Mulyani, E. S. "Anatomi Tumbuhan". Yogyakarta: Kanisius. (2006)
- [14] Ruhnayat, A. "Penentuan kebutuhan pokok unsur hara N, P, K untuk pertumbuhan tanaman panili (*Vanilla planifolia Andrews*)". Bul. Littro 18: 49-59. (2007).
- [15] Dwijoseputro. "Pengantar Fisiologi Tumbuhan". Jakarta: PT. Gramedia Pustaka. (1983).

- [16] Rusdiana, O., Yahya, F., Cecep, K., Yayat, H. “Respon Pertumbuhan Akar Tanaman Sengon (*Paraserianthes Falcataria*) Terhadap Kepadatan Dan Kandungan Air Tanah Podsolik Merah Kuning”. Jurusan Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan IPB . Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. 6 (2) : 43-53.(2000)
- [17] Silwanus J.Z., Toekidjo., Rohmanti, R. ::Kualitas Benih Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Pertanaman Monokultur dan Tumpang Sari dengan Jagung (*Zea mays* L.)”. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.(2012).