

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap I (Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.))

1. Deskripsi Hasil Penelitian

a. Identifikasi Hasil Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Selada

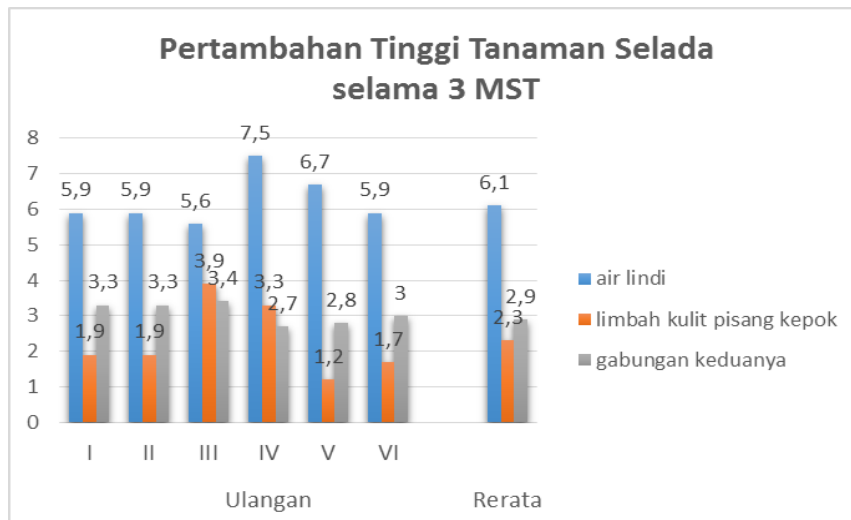
Penelitian ini dilakukan selama 21 hari atau sama dengan 3 MST (Minggu Setelah Tanam) terhadap pertumbuhan tanaman selada yang diberikan nutrisi berupa air kulit pisang dan air lindi, hasil yang diperoleh berbeda-beda. Parameter yang diukur berupa tinggi tanaman dan banyaknya daun menggunakan satuan *centimeter* (cm). Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan terhadap 18 tanaman selada. Setiap perlakuan ada 6 tanaman selada atau 6 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan berupa air lindi, air limbah kulit pisang dan gabungan keduanya. Proses pengukuran dilakukan setiap 1 minggu sekali, jadi selama 3 MST dilakukan 3 kali pengukuran. Data yang diperoleh dari pengukuran tinggi tanaman selada selama 3 MST dalam masing-masing perlakuan, dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.1 Data hasil pengamatan pertambahan tinggi tanaman selada (cm) selama 3 MST

No.	Ulangan Tanaman						Perlakuan
	I	II	III	IV	V	VI	
1.	5,9	5,6	7,5	6,7	5,9	5,5	Air Lindi
2.	1,9	3,9	3,3	1,2	1,7	1,9	Air Limbah Kulit Pisang
3.	3,3	3,4	2,7	2,8	3	2,4	Air Campuran keduanya

Berdasarkan pengamatan secara langsung terhadap pertumbuhan tanaman selada selama 3 MST dapat dilihat dalam tabel 4.1 bahwa pertambahan tinggi

tanaman selada berkisar 2,3 sampai 6,1 cm. Pertambahan tinggi tanaman selada yang baik terdapat di perlakuan air lindi. Tanaman selada yang diberikan perlakuan limbah kulit pisang kepok mengalami penghambatan pertumbuhan tinggi tanaman.



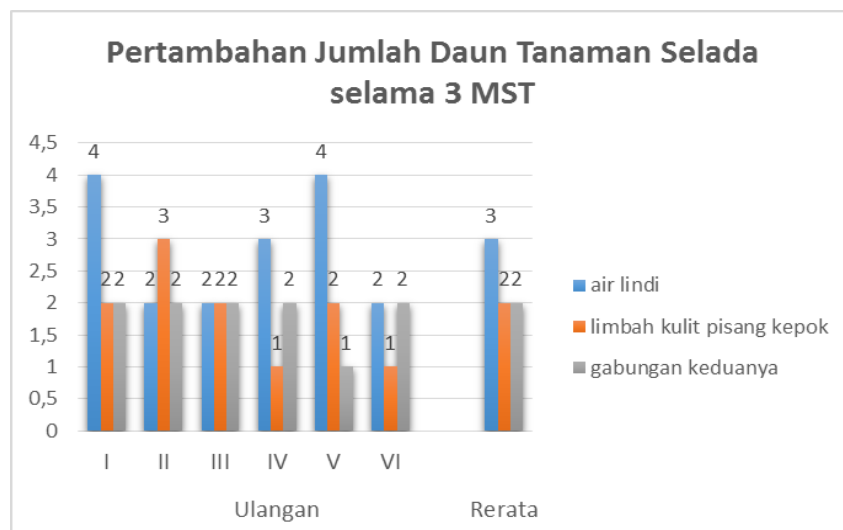
Gambar 4.1 Grafik rata-rata pertambahan tinggi tanaman selada selama 3 MST

Berdasarkan grafik rata-rata tinggi tanaman selada dapat disimpulkan bahwa rata-rata dari tinggi tanaman selada selama 3 MST memiliki perbedaan. Tanaman selada dengan perlakuan air lindi memiliki angka rata-rata pertambahan tinggi sebanyak yaitu 6,1 cm, untuk perlakuan gabungan dari air lindi dan limbah kulit pisang sedikit lebih banyak dengan 2,9 cm, sedangkan untuk perlakuan limbah kulit pisang memiliki rata-rata tinggi tanaman terendah yaitu 2,3.

Tabel 4.2 Data hasil pengamatan pertambahan jumlah daun tanaman selada selama 3 MST

No.	Ulangan Tanaman						Perlakuan
	I	II	III	IV	V	VI	
1.	4	2	2	3	4	2	Air Lindi
2.	2	3	2	1	2	1	Air Limbah Kulit Pisang
3.	2	2	2	2	1	2	Air Campuran keduanya

Berdasarkan tabel 4.2 pertambahan jumlah daun tanaman selada selama 3 MST berkisar 2-3 daun. Pertambahan jumlah daun sedikit lebih baik terlihat pada pemberian perlakuan air lindi. Tanaman selada yang diberikan perlakuan limbah kulit pisang kepok dan gabungan keduanya mengalami pertambahan jumlah daun lebih sedikit dibandingkan dengan air lindi.



Gambar 4.2 Grafik rata-rata pertambahan jumlah daun tanaman selada selama 3 MST

Hasil dari grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun tanaman selada selama 3 MST memiliki perbedaan yang tipis. Tanaman selada yang diberikan perlakuan air lindi memiliki rata-rata pertumbuhan jumlah daun terbanyak selama 3 MST yaitu 3 daun, sedangkan rata-rata jumlah daun dengan perlakuan limbah kulit pisang dan gabungan keduanya memiliki hasil rata-rata yang sama yaitu 2 daun.



Gambar 4.3 Pertumbuhan selada selama 1 MST

Tanaman selada sebelum dipindah ke netpot, disemai terlebih dahulu sampai daunnya berjumlah 4, setelah dipindahkan ke netpot, dilakukan pengukuran setelah 1 minggu pindah tanam atau MST yang diperoleh sebagian tanaman memiliki 3 daun, hal ini disebabkan ada sebagian daun yang mati. Hal tersebut disebabkan karena adanya endapan di dalam air yang menghambat penyerapan nutrisi ke akar serta minimnya cahaya matahari.



Gambar 4.4 Pertumbuhan selada selama 2 MST

Memasuki usia 2 MST, perbedaan dari ketiga perlakuan mulai terlihat. Pertumbuhan tanaman selada dengan air lindi mengalami pertumbuhan yang pesat dibandingkan dengan perlakuan limbah kulit pisang dan gabungan keduanya.



Gambar 4.5 Pertumbuhan selada selama 3 MST

Perhitungan ketiga yaitu di 3 MST, perkembangan dari tanaman selada sangat nampak berbeda. Terlihat bahwa bak yang diberikan perlakuan air lindi memiliki pertumbuhan yang pesat, berbeda dari perlakuan limbah kulit pisang dan gabungan. Bak yang diberikan perlakuan limbah kulit pisang mengalami pertumbuhan yang lambat, hal ini dapat disebabkan karena dalam perlakuan limbah kulit pisang terdapat lebih banyak endapan dari pada di bak perlakuan air lindi dan gabungan. Endapan tersebut menjadi penghalang penyerapan air ke akar.

b. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis pada penelitian ini diantaranya yaitu uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *One Way Anova*.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan tujuan mengetahui distribusi data tersebut normal atau tidak normal. Uji normalitas merupakan uji pra syarat awal sebelum dilanjutkan ke uji normalitas.

Tabel 4.3 Hasil Uji Normalitas pertambahan tinggi tanaman selada selama 3 MST

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		perlakuan	tinggi_tanaman
N		18	18
Normal Parameters ^a	Mean	2.00	3.811
	Std. Deviation	.840	1.8930
Most Extreme Differences	Absolute	.216	.197
	Positive	.216	.197
	Negative	-.216	-.147
Kolmogorov-Smirnov Z		.918	.836
Asymp. Sig. (2-tailed)		.368	.487

a. Test distribution is Normal.

Data uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* di atas menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan terhadap tinggi tanaman selada memiliki nilai signifikansi (Sig.) $0,487 > 0,05$ yang menyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Data yang berdistribusi normal, dapat dilanjutkan ke uji selanjutnya yaitu uji Homogenitas.

Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas pertambahan jumlah daun tanaman selada selama 3 MST

Tests of Normality						
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
perlakuan		Statistic	df	Sig.	Statistic	Sig.
jumlah_daun	1	.308	6	.079	.774	.034
	2	.312	6	.070	.841	.133
	3	.492	6	.000	.496	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Data uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* di atas menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan terhadap jumlah daun tanaman selada memiliki nilai signifikansi (Sig.) 0,079; 0,070; 0,00 > 0,05 yang menyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Data yang berdistribusi normal, dapat dilanjutkan ke uji selanjutnya yaitu uji Homogenitas.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas ini merupakan uji lanjutan dari uji normalitas. Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah variabel x dan y bersifat homogen atau tidak.

Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas pertambahan tinggi tanaman selada selama 3 MST

Test of Homogeneity of Variances			
tinggi tanaman			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.565	2	15	.054

Data di atas ditunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh adalah 0,054 > 0,05 yang menyatakan antara variabel x dan y bersifat homogen.

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas pertambahan jumlah daun tanaman selada selama 3 MST

Test of Homogeneity of Variances			
jumlah daun			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.334	2	15	.293

Data di atas ditunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh adalah 0,293 > 0,05 yang menyatakan antara variabel x dan y bersifat homogen dan telah memenuhi uji prasyarat, selanjutnya dilanjutkan ke uji *One Way Anova*.

3) Uji *One Way Anova*

Uji *One Way Anova* akan dilakukan apabila uji normalitas dan homogenitas telah memenuhi prasyarat. Uji ini digunakan untuk mengetahui adakah perbedaan dari pertumbuhan tanaman selada yang disebabkan adanya pemberian perlakuan tersebut, seperti yang tercantum di hipotesis penelitian.

Tabel 4.7 Hasil Uji *One Way Anova* pertambahan tinggi tanaman selada selama 3 MST

ANOVA					
tinggi tanaman					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51.788	2	25.894	42.542	.000
Within Groups	9.130	15	.609		
Total	60.918	17			

Hasil data uji *One Way Anova* di atas dengan menggunakan perhitungan SPSS menunjukkan bahwa nilai F hitung 42,542 dengan signifikansi (Sig.) bernilai 0,000 atau Sig. < 0,05 yang menunjukkan adanya perbedaan tinggi tanaman selada yang disebabkan oleh perlakuan kulit pisang, air lindi, dan gabungan keduanya.

Tabel 4.8 Hasil Uji *One Way Anova* pertambahan jumlah daun tanaman selada 3 MST

ANOVA					
jumlah daun					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.146	2	.073	2.971	.082
Within Groups	.369	15	.025		
Total	.515	17			

Hasil data uji *One Way Anova* di atas menunjukkan bahwa nilai F hitung 2,971 dengan signifikansi (Sig.) bernilai 0,082 atau Sig. > 0,05 yang menunjukkan

tidak adanya perbedaan dari jumlah daun tanaman selada yang disebabkan oleh perlakuan kulit pisang, air lindi, dan gabungan keduanya.

4) Uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji BNT dilakukan dengan tujuan sebagai pembandingan dalam menentukan antara perlakuan yang berbeda secara statistik manual. Perlakuan yang tidak memiliki perbedaan secara signifikan tidak dilakukan sampai tahap uji lanjut atau Uji BNT. Uji BNT dari tinggi tanaman selada yang memiliki perbedaan yang signifikan dicantumkan sebagai berikut :

Tabel 4.9 Uji BNT tinggi tanaman selada

	BNT 0.05	Perlakuan	Rata-rata	
t (0.05, 15)	2,131	air lindi	6,18333	
KT Galat	0,60867	kulit pisang	2,31667	
2*KT Galat	1,21733	gabungan	2,93333	
2 KT Galat/ulangan	0,40578			Notasi BNT 0.05
akar KT/UI	0,63701	kulit pisang	2,31667	a
BNT 0.05	1,35746	gabungan	2,93333	a
		air lindi	6,18333	b

Tabel di atas menyatakan bahwa notasi BNT dengan presentase 95% atau 0.05 dengan angka perlakuan kulit pisang 2,31667 (notasi a), perlakuan gabungan 2,93333 (notasi a), dan perlakuan air lindi 6,18333 (notasi b). Perbedaan notasi ini memiliki arti bahwa dari ketiga perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan. Perlakuan kulit pisang dan gabungan memiliki notasi yang sama, dan perlakuan air lindi memiliki notasi berbeda. Kesimpulan dari ketiga notasi tersebut bahwa air lindi memiliki pengaruh yang paling tinggi untuk pertumbuhan tinggi tanaman selada, sedangkan pengaruh pemberian perlakuan kulit pisang dan perlakuan gabungan dianggap sama atau tidak ada perbedaan.

2. Pembahasan Hasil Penelitian

a. Perbedaan tinggi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap perlakuan air lindi, limbah kulit pisang kepok, dan campuran

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan air lindi, limbah kulit pisang, dan campuran keduanya diberikan kadar ppm yang sama yaitu 800 ppm. Pemberian kadar ppm ini memberikan perbedaan dari setiap tinggi tanaman selada. Data yang terdapat pada gambar grafik menunjukkan bahwa pertambahan tinggi selada tertinggi terletak pada penambahan air lindi yaitu 6,1 cm. Hal tersebut diperkuat dengan adanya perhitungan yang dilakukan menggunakan uji *One Way Anova* secara SPSS 16.0 dan manual menggunakan hitungan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji *One Way Anova* menyatakan bahwa nilai signifikansi 0,000 atau Sig. < 0,05 yang menunjukkan terdapat perbedaan tinggi tanaman selada yang disebabkan oleh perlakuan kulit pisang, air lindi, dan gabungan keduanya.

Perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman selada disebabkan karena kandungan nutrisi yang berbeda dari setiap perlakuan. Tanaman membutuhkan dua macam nutrisi, ada nutrisi mikro dan nutrisi makro. Nutrisi mikro adalah nutrisi yang sangat diperlukan tanaman hanya saja dalam jumlah yang sedikit, misalnya Zinc (Zn), Mangan (Mn), Boron (B), Besi (Fe) dan Molibdenum (Mo). Berbeda dengan nutrisi makro yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak sebagai nutrisi utama pertumbuhan seperti unsur Nitrogen (N), Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Fosfor (P) dan Belerang (S).¹

¹ G.M. Citra Wulandari dkk, *Pengaruh Air Cucian Beras Merah dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.)*, (Jurnal Vegetalica, 2012), hal. 2

Unsur makro secara umum memiliki peranan besar dalam pertumbuhan tanaman yaitu merangsang pembentukan daun, pertumbuhan panjang batang, cabang, dan akar, pembelahan sel dan sintesis protein. Selain unsur makro, unsur mikro secara umum memiliki peran tersendiri dalam pertumbuhan tanaman yaitu sebagai aktivator enzim, pembawa elektron, sintesis RNA, dan mengatur pembungaan.² Hainsworth menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman paling dipengaruhi oleh kadar unsur dari N, P, K dari setiap perlakuan karena perannya dalam pemanjangan dan pembelahan sel.³

Tabel kandungan N, P, K dari air lindi dan kulit pisang kepok dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.10 Kandungan N, P, K Air Lindi dan Kulit Pisang Kepok

Parameter Satuan Range	Satuan	Range	
		Air Lindi	Kulit pisang kepok
Nitrogen (N)	Mg/l	511,538	0,05
Phospor (P)	Mg/l	1,354	0,49
Kalium (K)	Mg/l	781,825	9,83

Balai Laboratorim Kesehatan, (Surabaya, 2005)

Berdasarkan tabel 4.13 dari balai laboratorium kesehatan menyatakan bahwa kandungan unsur makro dari air lindi lebih tinggi dibandingkan limbah kulit pisang kepok. Unsur nitrogen (N) air lindi berkisar 511,5 mg sangat tinggi dibandingkan dengan kulit pisang kepok yang hanya berkisar 0,05 mg. Pertumbuhan vegetatif dari tanaman tersebut yang ditunjukkan dengan bertambahnya tinggi tanaman dipengaruhi oleh salah satu unsur yaitu nitrogen,

² Indah Sukawati, *Pengaruh Kepekatan Larutan Nutrisi Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Baby Kailan (Brasicca oleraceae VAR. Albo-glabra) pada Berbagai Komposisi Media Tanam dengan Sistem Hidroponik Substrat*, (Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2010), hal. 19

³ Wibowo. Z.R., *Manajemen Tanah dan Pemupukan Budidaya Perkebunan*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007)

karena nitrogen berperan dalam memacu pertumbuhan vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar. Syahrudin menyebutkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan ketersediaan dari unsur hara dalam jumlah yang cukup dan berimbang.⁴

Unsur nitrogen bersama dengan unsur fosfor (P) mengatur secara keseluruhan proses biokimia tanaman dan proses pertumbuhan tanaman serta dalam pembentukan senyawa asam inti atau asam nukleat (DNA dan RNA)⁵ sebagai pembentukan sel tanaman, jaringan, organ tanaman, dan sebagai fungsi utama bahan sintesis klorofil, protein, dan asam amino. DNA berkaitan dengan proses sintesis protein sebagai pembawa dan pengontrol informasi genetik menjadi protein. Sintesis protein terjadi di dalam sitoplasma dengan pita *double helix* DNA membentuk mRNA. Proses transkripsi DNA menjadi RNA dibantu dengan adanya enzim RNA polimerase yang dapat menghasilkan beberapa untai mRNA. Basa nitrogen akan diterjemahkan dari DNA ke RNA. DNA *sens* adenin (A) menjadi basa nitrogen urasil (U) dan basa nitrogen guanin (G) menjadi sitosin (S). Proses transkripsi berakhir dengan mRNA keluar dari inti sel melalui pori-pori membran inti sel menuju sitoplasma. mRNA akan menyatu dengan satu atau lebih ribosom untuk penyusunan asam-asam amino menjadi rantai polipeptida. RNA akan ditranslasi menjadi triplet kodon membentuk asam amino yang polimernya merupakan protein. Protein dari proses sintesa protein akan digunakan sebagai pusat metabolisme dalam tanaman untuk pembentukan jaringan vegetatif.

⁴ Syahrudin, *Respon Tanaman Seledri Terhadap Pemberian Beberapa Macam Pupuk Daun Pada Tiga Jenis Tanah*, Jurnal, (Universitas Palangkaraya, Fakultas Pertanian, 2011)

⁵ S. Fatimah, *Eritrosit Tikus Studi Kadar Klorofil dan Zat Besi (Fe) pada Beberapa Jenis Bayam terhadap Jumlah Putih (Ratus norvegicus) Anemia*, Skripsi, (Malang: Universitas Islam Negeri, 2009)

Unsur hara nitrogen tersebut diserap oleh akar dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan NH_4^+ (amonium). Metabolisme nitrogen dalam jaringan tanaman diawali dengan masuknya sumber nitrogen yaitu NO_3^- (anion) atau NH_4^+ (kation) yang diserap tumbuhan oleh transpor aktif dengan bantuan energi oleh NADPH. Permeabilitas membran plasma yang sangat kecil terhadap ion, tidak dapat ditembus secara difusi. Sumber nitrat (NO_3^-) yang diserap akan berasimilasi ke dalam sel dengan cara direduksi menjadi nitrit (NO_2^-) oleh enzim nitrat reduktase di sitosol. Ekspresi gen nitrat reduktase (NR) diinduksi oleh adanya nitrat (NO_3^-) yang masuk ke dalam sel tanaman. Berlanjut dengan perubahan nitrit (NO_2^-) menjadi hiponitrit (HNO) oleh enzim nitrit reduktase, kemudian hiponitrit dirubah menjadi hidroksilamin (NH_2OH) dan ammonium (NH_4^+) oleh enzim hidroksilamin reduktase di kloroplas. Bentuk dari ammonium ini akan mengalami sintesis menjadi senyawa-senyawa organik baik berupa asam amino, amida ataupun senyawa lain. Bentuk dari nitrat (NO_3^-) akan dibawa ke sel mesophyll melalui xylem yang akan disimpan secara sementara di vakuola. Ammonium dan nitrat akan meningkatkan produksi ammonia lebih baik sehingga sintesis protein sebagai pembentukan struktur sel dan diferensiasi sel dapat terjadi dengan baik.⁶ Hasil dari sintesis senyawa ini akan menghasilkan protein yang merupakan penyusun utama dari protoplasma.

⁶ Luluk Mukaromah, dkk, *Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Dendrobium laxiflorum J.J Smith secara In Vitro*, (Surabaya: UPT BKT Kebun Raya Purwodadi – LIPI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), 2013), hal. E-28

Proses sintesis protein memacu pembelahan sel yang dibantu hormon sitokinin dan pemanjangan sel yang dibantu oleh hormon auksin sehingga batang tanaman akan memanjang. Pembelahan sel ini berawal dari sitokinin dan auksin yang memacu tumbuhnya sel meristem pada kalus. Sel meristem tersebut kemudian mempengaruhi sel lain di sekitarnya sehingga berkembang menjadi kuncup, batang, dan daun.⁷ Sitokinin alami seperti kinetin dan zeatin dihasilkan dari jaringan yang tumbuh aktif seperti akar. Sitokinin yang diproduksi oleh akar akan diangkut menuju sel-sel target pada batang oleh xylem.⁸ Selama pertumbuhan sel, terjadi penambahan mikrofibril selulosa baru sebagai komponen penyusun dinding sel yang berhadapan langsung dengan membran plasma. Penambahan mikrofibril selulosa ini mengakibatkan pemanjangan sel lebih dari satu arah.⁹ Mekanisme kerja dari hormon auksin yang mempengaruhi pemanjangan sel-sel bermula dari auksin yang memacu protein tertentu di membran plasma sel tumbuhan untuk memompa ion H^+ ke dinding sel. Ion H^+ ini akan mengaktifkan enzim tertentu sehingga memutuskan beberapa ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuhan tersebut akan memanjang dikarenakan air yang masuk secara osmosis. Pemanjangan sel

⁷ Revis Asra, dkk, *Hormon Tumbuhan*, ISBN: 978-623-7256-45-8, (Jakarta: UKI Press, 2020), hal 73-74

⁸ Intan Ratna DA, *Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman*, (Bandung: Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, 2008), hal 16

⁹ Wasgian Sri Hendrawi, dkk, *Aplikasi beberapa Konsentrasi Air Kelapa terhadap Pertumbuhan Tunas Cbang Pulai Gading (Alstonia scholaris (L.) R. BR.)*, (Riau: Forestry Department, Agriculture Faculty, University of Riau, Jom Faperta UR Vol 3 No 2, 2016), hal. 5

akan terus tumbuh dengan mensintesis kembali material dinding sel dan sitoplasma.¹⁰

Nitrogen sebagai unsur pembentukan klorofil untuk fotosintesis daun, apabila pasokannya berkurang maka akan menurunkan kandungan dan aktivitas klorofil yang menyebabkan laju fotosintesis menurun. Penurunan laju fotosintesis ini menyebabkan turunnya produksi sukrosa yang akan digunakan sebagai metabolisme maupun yang disalurkan ke jaringan parenkim batang.¹¹ Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh stomata daun. Tanaman yang kekurangan unsur N akan menyebabkan stomata daun tidak membuka dan akan menutup secara rapat sehingga proses transpirasi tanaman akan terganggu sampai kebutuhan dari unsur N untuk tanaman tersebut terpenuhi sesuai tingkat kebutuhan tanaman.¹² Tanaman yang mengalami defisiensi unsur N akan menunjukkan pertumbuhan tanaman melambat, kerdil, lemah¹³ dan perubahan warna daun dari hijau terang menjadi kuning dikarenakan N merupakan unsur *mobile* yang mudah menguap. Nitrogen dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menghambat pembungaan dan pembuahan pada tanaman,¹⁴ selain dapat menyebabkan peningkatan ukuran sel dan penambahan ketebalan dinding

¹⁰ Febriani, dkk, *Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam Supernatan Kultur Bacillus sp.2 DUCC-BR-K1.3 terhadap Pertumbuhan Stek Horizontal Batang Jarak Pagar*, Jurnal Sains & Matematika, (Universitas Diponegoro, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2009), hal. 133

¹¹ Mastur, dkk, *Peran dan Pengelolaan Hara Nitrogen pada Tanaman Tebu untuk Peningkatan Produktivitas Tebu*, (Jakarta Selatan: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015), hal. 74

¹² Andi Kurniawan, dkk, *Pengaruh Aplikasi Pupuk N dan K terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica rapa var. Chinensis) Flamingo F1*, (Malang: Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, 2017), hal. 283

¹³ Eka Febriana, *Pengaruh Pupuk Cair Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca forma typica) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (Brassica juncea L.)*, Skripsi, (Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2016), hal. 35

¹⁴ M.M. Sutejo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2002)

sehingga daun dan batang tanaman tidak bertekstur keras. Pasokan unsur N yang cukup, akan memperluas permukaan daun tanaman sehingga tersedia tempat untuk proses fotosintesis.¹⁵

Terlihat dari ketiga perlakuan tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan unsur N air lindi yang lebih besar dibandingkan dengan kandungan unsur N limbah kulit pisang berpengaruh lebih baik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman selada. Kandungan nitrogen yang tinggi dalam air lindi menjadi salah satu faktor penting yang membedakan, selain itu menurut Yosephine dkk, kulit pisang kepok mengandung zat pati berkisar 12.1 g/100g¹⁶ yang dapat mempengaruhi dan menghambat terserapnya nutrisi oleh akar tanaman selada.

Unsur lain yang berperan yaitu unsur fosfor (P). Berdasarkan tabel 4.13, dari balai laboratorium kesehatan menyatakan bahwa kandungan unsur makro dari air lindi lebih tinggi dibandingkan limbah kulit pisang kepok. Unsur fosfor air lindi berkisar 1,354 mg lebih tinggi dibandingkan dengan kulit pisang kepok yang hanya berkisar 0,49 mg. Unsur fosfor sebagai penyimpan dan komponen penting penyusun senyawa untuk transfer energi (ATP dan nukleoprotein lainnya seperti ADP, NAD, NADH), sistem informasi genetik (DNA dan RNA), membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein.¹⁷ Energi yang diperoleh berasal dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat yang disimpan dalam campuran fosfat yang akan digunakan dalam proses pertumbuhan dan produksi. Unsur fosfor pada tanaman

¹⁵Arifin Fahmi, dkk, *Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea Mays L) Padatan Ahregosol dan Latosol*, (Universitas Gadjah Mada, Fakultas Pertanian, 2010), hal. 302

¹⁶ A. Yosephine, *Pemanfaatan Ampas Tebu dan Kulit Pisang dalam Pembuatan Kertas Serat Campuran*, (Teknik Kimia Indonesia, 2012)

¹⁷ Arifin Fahmi, dkk, *Pengaruh Interaksi Hara.....*, hal. 297

berperan dalam merangsang pertumbuhan akar tanaman muda maupun mempercepat pertumbuhan akar semai dan tanaman dewasa, serta merangsang pembentukan bagian tubuh tanaman saat pembiakan generatif.¹⁸ Hara P juga sebagai penyusun fosfolipid nukleoprotein, gula fosfat, transport dan penyimpanan energi yang saling melengkapi. Unsur fosfor diserap tanaman dalam bentuk terikat dengan molekul lainnya yaitu bentuk ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan sebagian kecil dalam bentuk ortofosfat sekunder (HPO_4^-)¹⁹. Fosfor akan terikat dengan lipid membentuk fosfolipid yaitu bagian dari membran plasma tumbuhan. Unsur fosfor memiliki hubungan dalam mekanisme biokimia yaitu menyimpan energi yang akan dipindahkan ke dalam sel-sel hidup, misalnya sebagai komponen ATP, asam nukleat, substrat metabolisme, dan kofaktor enzim. Adanya unsur fosfor ini membantu tanaman dalam menyediakan makanan untuk sel, sehingga energi sel tercukupi untuk melakukan proses pembelahan dan pemanjangan batang akan semakin cepat. Unsur fosfor juga berperan dalam fosforilasi senyawa perantara fotosintesis dan respirasi.²⁰ Fosfor sebagai bahan pembentuk akan terpecah dalam tubuh tanaman dengan kandungan inti fosfor sedangkan senyawa fosfat terdapat di sitoplasma dan membran sel. Unsur fosfor juga dapat memperkuat dinding sel sehingga tahan serangan hama penyakit.²¹ Tanaman yang mengalami kekurangan unsur P akan menyebabkan gangguan di dalam metabolisme seperti proses sintesis protein yang terhambat. Sintesis protein terjadi di awal pembelahan sel pada proses pertumbuhan, sehingga apabila

¹⁸ M.M. Sutejo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2002)

¹⁹ Arifin Fahmi, dkk, *Pengaruh Interaksi Hara.....*, hal. 297

²⁰ Loveless, A.R., *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropic*, (Jakarta: Gramedia, 2000), hal. 120

²¹ Eka Febriana, *Pengaruh Pupuk Cair Kulit Pisang*, hal. 26

tanaman kekurangan unsur P, maka akan menghambat pertumbuhan tanaman tersebut. Sel-sel pertumbuhan akan mengalami penurunan kandungan protein yang diikuti oleh degradasi berbagai komponen sel yang berkaitan dengan sintesa protein seperti klorofil a dan fikosianin. Defisiensi unsur P tersebut menghilangkan kemampuan sel untuk membangun struktur fungsional terkait dengan unsur hara dengan jumlah terbatas.²²

Hara P pada masa vegetatif banyak dijumpai pada masa pertumbuhan dikarenakan sifatnya yang *mobile* sehingga apabila terjadi defisiensi fosfor maka unsur hara akan ditranslokasikan pada bagian daun muda. Unsur P yang berlebih dapat mengakibatkan efek antagonis yaitu menghambat penyerapan zat hara lain yang diperlukan seperti Fe dan Zn.²³ Berdasarkan ketiga perlakuan dapat disimpulkan bahwa air lindi mengakibatkan pertumbuhan tinggi tanaman selada lebih baik dibandingkan dengan limbah kulit pisang kepok dengan kandungan unsur fosfor yang lebih tinggi dibandingkan limbah kulit pisang kepok.

Selain dari Nitrogen dan Fosfor, unsur lain yang memacu pertumbuhan tinggi tanaman selada adalah Kalium (K). Berdasarkan tabel 4.13 dari balai laboratorium kesehatan menyatakan bahwa kandungan unsur makro dari air lindi lebih tinggi dibandingkan limbah kulit pisang kepok. Unsur kalium air lindi berkisar 781,82 mg lebih tinggi dibandingkan dengan kulit pisang kepok yang hanya berkisar 9,83 mg.

²² Tjandra Chrismadha, dkk, *Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan, kandungan Protein, Karbohidrat dan Fikosianin pada Kultur Spirulina fusiformis*, (Bogor: Pusat penelitian Limnologi-LIPI), hal.168

²³ Liferdi, L., *Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis*, (Solok: Balai Penelitian Tanaman Buah Tropica, 2009), hal. 24-25

Unsur kalium memiliki peran penting dalam proses fisiologis tumbuhan, metabolisme karbohidrat, pembentukan, pemecahan dan translokasi pati, serta ketahanan tumbuhan terhadap serangan penyakit hama. Terdapat tiga mekanisme ketahanan mekanik tanaman dari hara kalium yang tercukupi yaitu (1) meningkatkan luas daun sehingga proses fotosintesis berjalan dengan baik, (2) meningkatkan ketebalan epidermis sehingga menghalangi penetrasi patogen menuju jaringan tanaman, dan (3) mengurangi penetrasi penyakit melalui stomata.²⁴ Kondisi defisiensi K menyebabkan mekanisme ketahanan akan terganggu sehingga akan memudahkan penetrasi patogen seperti bakteri atau virus dan jamur.

Kadar kalium yang cukup dapat mengakibatkan normalnya pembentukan dan pembesaran ukuran sel pada tanaman dimana menjadi fosforilasi dalam proses fotosintesis yang menyebabkan respon laju proses fotosintesis meningkat. Unsur K membantu dalam memelihara tekanan turgor (tegangan sel) secara konstan, sehingga jika tanaman mendapat cakupan K yang cukup, maka tanaman akan tumbuh lebih cepat. Tekanan turgor sel yang konstan dapat memicu pembesaran sel-sel penyusun jaringan meristem sehingga menghasilkan batang yang tinggi dan tegak dan memiliki ketahanan terhadap serangan hama penyakit.²⁵ Berdasarkan ketiga perlakuan dapat disimpulkan bahwa air lindi mengakibatkan pertumbuhan tinggi tanaman selada lebih baik dibandingkan dengan limbah kulit

²⁴ Priyo Adi Nugroho, *Dinamika Hara Kalium dan Pengelolaannya di Perkebunan Karet*, (Medan: Balai Penelitian Sungai Putih) hal. 91-92

²⁵ Laeagraid et al, *The Important of Macro Nutrien*, (Ohio: Science Direct, 1999), hal. 4

pisang kepok dengan kandungan unsur kalium yang lebih tinggi dibandingkan limbah kulit pisang kepok.

Menurut penelitian yang dilakukan Lina dkk, pertumbuhan tanaman selada dengan pemberian pupuk cair kulit pisang memiliki pengaruh terhadap tinggi tanaman selada,²⁶ namun penelitian terdahulu tersebut menggunakan media tanam tanah, sedangkan dalam penelitian ini menggunakan media tanam air. Menurut hasil analisis peneliti bahwa air limbah kulit pisang kepok bagus untuk dijadikan pupuk cair menggunakan media tanam tanah, tapi kurang cocok untuk dijadikan nutrisi tanaman hidroponik dikarenakan air limbah kulit pisang mengandung zat pati yang dapat menggumpal sehingga akan menempel ke akar dan mengganggu proses penyerapan nutrisi atau unsur hara dalam air tersebut. Air limbah kulit pisang kepok memiliki sifat mudah busuk sehingga akan merusak akar tanaman dan menyebabkan pertumbuhan terhambat, sedangkan pada perlakuan air lindi tidak terjadi gumpalan dan tidak terdapat zat pati atau tepung dan memiliki unsur hara makro yang cukup. Berdasarkan penelitian Mar Ayunis menyatakan bahwa air lindi mampu memberikan hasil morfometrik tinggi tanaman yang sama dengan tanaman yang diberikan pupuk organik biasa.²⁷ Kadar logam yang terdapat dalam air lindi akan mempengaruhi kandungan dari tanaman selada. Kontaminasi logam timbal ini dapat diminimalisir dengan cara dicuci terlebih dahulu. Penelitian Putri menyatakan bahwa hasil kadar timbal dalam sayuran akan mengalami penurunan

²⁶ Lina Rahmawati dkk, *Pengaruh Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Selada (Lactuca sativa)*, Seminar Nasional Biotik, ISBN: 978-602-60401-3-8, (Banda Aceh: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, 2017)

²⁷ Mar Ayunis dkk, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair (Air Lindi) terhadap Pertumbuhan Morfometrik Tanaman Seledri*, (Batam: Universitas Riau, 2015), hal. 8

setelah dicuci dengan air mengalir daripada sebelum dicuci.²⁸ Penelitian lain yang dilakukan oleh Pasaribu juga menyatakan demikian, bahwa kadar logam yang terdapat dalam sayuran jauh lebih rendah setelah dimasak.²⁹

Keadaan fisik dari air lindi dan limbah kulit pisang kepok memiliki perbedaan yang mencolok. Air lindi cenderung lebih cair dibandingkan limbah kulit pisang yang cenderung memiliki endapan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kandungan nutrisi dan unsur hara pada air lindi lebih mudah diserap oleh akar-akar selada, sehingga pada perlakuan air lindi memiliki hasil pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan limbah kulit pisang kepok dan perlakuan keduanya.

b. Perbedaan jumlah daun tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap perlakuan air lindi, limbah kulit pisang kepok, dan campuran

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan air lindi, limbah kulit pisang, dan campuran keduanya diberikan kadar ppm yang sama yaitu 800 ppm. Pemberian kadar ppm ini memberikan perbedaan dari jumlah daun tanaman selada. Data yang terdapat pada gambar grafik menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah daun selada selama 3 MST memiliki rata-rata jumlah daun dengan perbedaan tipis. Jumlah tertinggi terletak pada penambahan air lindi yaitu 3 daun dan terendah terletak pada perlakuan air limbah kulit pisang kepok dan perlakuan keduanya yaitu berkisar 2 daun. Perbedaan yang sangat tipis ini diperkuat dengan adanya

²⁸ Putri dkk, *Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Sayuran Selada dan Kol yang Dijual di Pasar Kampung Lalang Medan Berdasarkan Jarak Lokasi Berdagang dengan Jalan Raya*, (FKM USU Medan: Jurnal Departemen Kesehatan Lingkungan, 2015)

²⁹ H.H. Pasaribu, *Kadar Timbal (Pb) pada Beberapa Sayuran Sebelum dan Sesudah Dimasak di Kota Medan dan Berastagi*, Skripsi, (Medan: Departemen Kesehatan Lingkungan FKM USU, 2004)

perhitungan yang dilakukan menggunakan uji *One Way Anova* secara SPSS 16.0 dan manual menggunakan hitungan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji *One Way Anova* menyatakan bahwa nilai signifikansi 0,000 atau Sig. > 0,05 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan dari jumlah daun tanaman selada yang diberikan perlakuan kulit pisang, air lindi, dan gabungan keduanya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti, tanaman selada yang diberikan perlakuan air limbah kulit pisang kepok, daunnya cenderung menguning. Pertumbuhan daun tetap bertambah akan tetapi daun yang tumbuh diawal pertumbuhan mengalami perubahan warna menjadi kuning dan berakhir kecoklatan atau layu. Berdasarkan uji kandungan dari balai laboratorium kesehatan, air limbah kulit pisang kepok memiliki unsur nitrogen (N) yang hanya berkisar 0,05 mg, fosfor (P) berkisar 0,49 mg, dan kalium (K) berkisar 9,83.

Penelitian Eka Febriana menyatakan bahwa unsur nitrogen yang terlalu sedikit akan mengakibatkan daun bagian bawah akan menguning yang disebabkan kurangnya pasokan unsur N dan P sehingga produksi klorofil terhambat dan tahap terparah apabila daun tersebut berubah warna menjadi kecoklatan atau mengering dan layu,³⁰ seperti pada gambar 4.6 sebagai berikut.

³⁰ Eka Febriana, *Pengaruh Pupuk Cair Kulit*, hal. 35



Gambar 4.6 Daun selada menguning

Selain warna daun yang menguning, air limbah kulit pisang kepok cenderung mengendap sehingga mengganggu proses penyerapan unsur hara pada tanaman. Air limbah kulit pisang kepok mengendap dikarenakan adanya kandungan zat pati yang akan menggumpal apabila terkena suhu yang tinggi dari radiasi matahari. Pemberian perlakuan air limbah kulit pisang kepok tidak dapat meningkatkan jumlah daun tanaman selada dikarenakan penyerapan unsur hara yang terlalu sedikit sehingga jumlah daun menurun.

Banyaknya daun dipengaruhi oleh beberapa unsur seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang diserap tanaman. Apabila kadar N, P, K tinggi tetapi tidak tersalurkan dengan baik dan merata ke tanaman, maka pertumbuhan tanaman selada akan kurang baik. Baik tidaknya pertumbuhan tanaman bisa dilihat melalui jumlah dan kualitas daunnya.³¹ Gejala dari defisiensi kalium akan terlihat jelas pada daun yaitu ujung dan pinggiran daun menguning dan juga terdapat *yellow spot* atau coklat. Apabila defisiensi terjadi dalam jangka waktu lama maka

³¹ Bambang budi yuwono, *Perbedaan Pertumbuhan Kangkung*, hal. 90

nekrosis tersebut akan menjadi jaringan yang kering dan mati yang mengakibatkan daun berlubang.³² Berbeda dengan selada yang diberikan perlakuan limbah kulit pisang, tanaman selada yang diberikan perlakuan air lindi menghasilkan daun yang lebih banyak dengan warna hijau segar. Menurut penelitian Mar Ayunis dkk, bertambahnya jumlah daun ini mengakibatkan luas daun meningkat secara keseluruhan. Hal ini menyatakan bahwa kemampuan tanaman dalam berfotosintesis meningkat. Pertambahan jumlah daun ini berakibat pada pertambahan biomassa tanaman secara keseluruhan.³³ Daun tanaman selada yang diberikan perlakuan air lindi terlihat pada gambar sebagai berikut.



Syahrudin menyatakan bahwa kandungan nitrogen pada air lindi dalam jumlah lebih berperan dalam memicu pertambahan jumlah daun.³⁴ Lakitan dalam Simatupang juga menyatakan bahwa tidak semua unsur hara berperan dan diperlukan saat proses pertumbuhan daun. Unsur hara yang paling berpengaruh

³² Priyo Adi Nugroho, *Dinamika Hara Kalium*, hal. 92

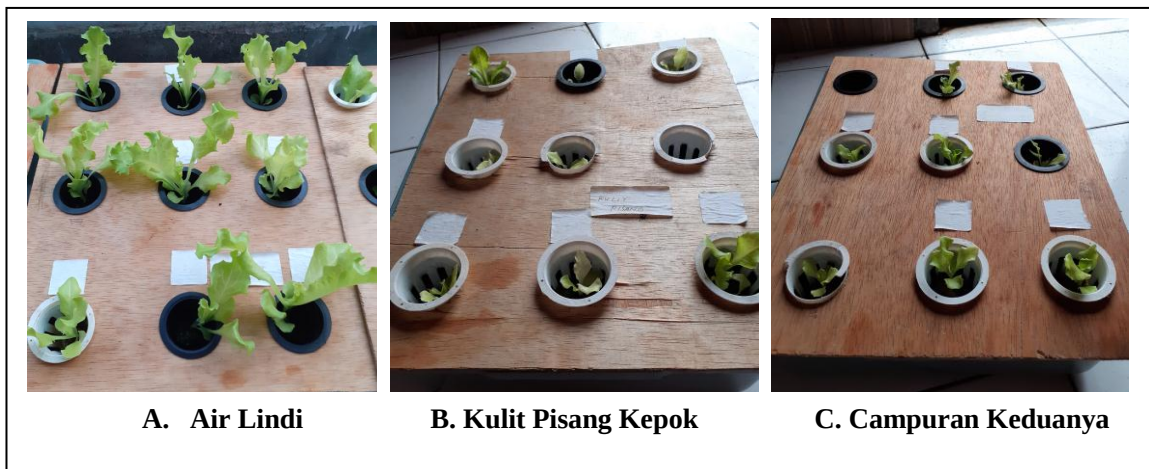
³³ Mar Ayunis dkk, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik*, hal. 7

³⁴ Syahrudin, *Respon Tanaman Seledri*, hal. 7

terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah unsur nitrogen.³⁵ Menurut Rosmarkan dan Yuwono dalam Syahrudin, tidak hanya unsur nitrogen tetapi unsur fosfor berperan penting dalam pembentukan ATP pada proses fosforilasi pada proses fotosintesis daun. Unsur kalium juga terlibat dalam mereduksi CO₂ dalam proses fotosintesis daun.

Pertambahan daun menggunakan perlakuan air lindi memiliki pengaruh daun sedikit lebih baik dibandingkan dengan perlakuan air limbah kulit pisang kepok dan perlakuan gabungan dari keduanya. Tanaman selada yang diberikan perlakuan gabungan air lindi dan air limbah kulit pisang kepok memiliki hasil jumlah daun yang sama dengan perlakuan air limbah kulit pisang kepok. Hal ini dikarenakan unsur pati yang terdapat pada air limbah kulit pisang kepok mempengaruhi penyerapan unsur hara oleh akar sehingga tanaman kekurangan unsur makro yang menyebabkan tanaman saat pertumbuhan daun menjadi menguning dan layu. Pemberian air lindi terhadap perlakuan gabungan dalam dosis rendah juga menjadi pemicu pertumbuhan daun tidak mendapat unsur hara makro yang terpenuhi. Perbedaan tinggi dan banyak daun pada tanaman selada diberbagai perlakuan seperti pada gambar 4.8 sebagai berikut.

³⁵ LA. Simatupang, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair pada Tanaman Selada*, Skripsi, (Batam: Universitas Riau Kepulauan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, 2012)



Gambar 4.8 Perbedaan pertumbuhan tanaman selada

Berdasarkan gambar diatas, perbedaan paling mencolok terletak pada tinggi tanaman selada di setiap perlakuan. Perbedaaan jumlah daun selada dari ketiga perlakuan tidak jauh berbeda, hanya saja pada perlakuan air lindi jumlah daun selada sedikit lebih banyak dibandingkan keduana perlakuan lainnya.

B. Hasil Penelitian Tahap II (Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum)

Buku petunjuk praktikum yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Tahapan dalam pengembangan ADDIE terdiri dari 5 tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Adapun beberapa dari tahapan pengembangan bahan ajar ini adalah sebagai berikut:

1. Analysis (Analisis)

Tahap awal yang dilakukan dalam model pengembangan ADDIE adalah tahap analisis. Analisis tersebut mengenai perlunya dilakukan pengembangan buku petunjuk praktikum pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan siswa, guru pengampu pelajaran biologi,

dan analisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi dasar (KD). Analisis kebutuhan siswa ini diperoleh dari sebaran angket yang diberikan kepada 20 peserta didik yang telah menempuh pembelajaran materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Berikut adalah hasil angket kebutuhan siswa:

Tabel 4.11 Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah anda pernah menggunakan buku petunjuk praktikum sebagai sumber belajar?	100% menjawab pernah.
2.	Apakah sekolah menyediakan sumber belajar yang menarik untuk dipelajari?	75% menjawab iya.
3.	Apakah anda menyukai materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam pelajaran biologi?	95% menjawab iya.
4.	Apakah anda pernah melakukan praktikum mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman? Jika pernah melakukan praktikum, tema apa yang dilakukan?	100% menjawab iya yaitu pengamatan pertumbuhan biji kacang hijau.
5.	Jika dalam pembelajaran biologi disediakan buku petunjuk praktikum, apakah anda merasa antusias dalam belajar?	100% menjawab antusias.
6.	Perluakah dalam petunjuk praktikum memuat materi pendukung dan beberapa gambar?	100% menjawab perlu.
7.	Apakah anda setuju apabila dikembangkan media pembelajaran yang berisikan komponen seperti kompetensi yang akan dicapai, hipotesis, tujuan, dasar teori, prosedur, dan soal evaluasi untuk kelancaran praktikum?	100 menjawab setuju.
8.	Buku petunjuk praktikum adalah buku pedoman yang digunakan untuk praktikum di dalam ruangan (Lab) maupun luar ruangan. Apakah anda setuju jika peneliti mengembangkan petunjuk praktikum sebagai bahan ajar biologi mengenai	100% menjawab setuju.

Lanjutan tabel 4.11

	Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Selada (<i>Lactuca Sativa</i> L.) pada Perlakuan Air Lindi dan Limbah Kulit Pisang Kepok (<i>Musa Paradisiaca</i> L.) sebagai Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan berupa petunjuk praktikum?	
9.	Berapa ukuran buku ajar yang memudahkan anda untuk membawa dan membacanya?	70% menjawab dengan ukuran A4.
10.	Menurut anda seperti apa buku petunjuk praktikum yang layak peneliti kembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan belajar mengenai materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman?	Keseluruhan jawaban peserta didik adalah ringkas, menarik, jelas, dan mudah dipelajari.

Pertanyaan pertama adalah “Apakah anda pernah menggunakan buku petunjuk praktikum sebagai sumber belajar?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab iya dan 0% menjawab tidak. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa banyak dari peserta didik sudah pernah menggunakan buku petunjuk praktikum sebagai penunjang pembelajaran.

Pertanyaan kedua adalah “Apakah sekolah menyediakan sumber belajar yang menarik untuk dipelajari?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 75% menjawab iya sedangkan 25% menjawab tidak. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa masih minimnya sumber belajar yang disediakan di sekolah.

Pertanyaan ketiga adalah “Apakah anda menyukai materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam pelajaran biologi?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 95% menjawab iya dan 5% menjawab tidak. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sebagian besar dari peserta didik sangat antusias belajar materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pertanyaan keempat adalah “Apakah anda pernah melakukan praktikum mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab pernah dan 0% menjawab tidak. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan peserta didik pernah melaksanakan praktikum pertumbuhan tanaman untuk memperjelas dan memahami materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pertanyaan kelima adalah “Jika dalam pembelajaran biologi disediakan buku petunjuk praktikum, apakah anda merasa antusias dalam belajar?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab antusias dan 0% menjawab tidak antusias. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan dari peserta didik sangat antusias dengan praktikum yang terdapat dalam pembelajaran biologi.

Pertanyaan keenam adalah “Perluah dalam petunjuk praktikum memuat materi pendukung dan beberapa gambar?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab perlu dan 0% menjawab tidak perlu. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa peserta didik lebih antusias dengan adanya materi dan gambar yang mendukung terlaksananya praktikum.

Pertanyaan ketujuh adalah “Apakah anda setuju apabila dikembangkan media pembelajaran yang berisikan komponen seperti kompetensi yang akan dicapai, hipotesis, tujuan, dasar teori, prosedur, dan soal evaluasi untuk kelancaran praktikum?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab setuju dan 0% menjawab tidak setuju. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan peserta didik memerlukan buku petunjuk praktikum yang berisi

komponen yang lengkap sehingga dapat membantu peserta didik saat praktikum, mengolah data, menganalisis, dll.

Pertanyaan kedelapan adalah “Buku petunjuk praktikum adalah buku pedoman yang digunakan untuk praktikum di dalam ruangan (Lab) maupun luar ruangan. Apakah anda setuju jika peneliti mengembangkan petunjuk praktikum sebagai bahan ajar biologi mengenai Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) pada Perlakuan Air Lindi dan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) sebagai Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan berupa petunjuk praktikum?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 100% menjawab setuju dan 0% menjawab tidak setuju. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan peserta didik memiliki antusias dalam pembelajaran praktikum yang dapat memperluas wawasan dan pengetahuan selain materi yang didapat dari pembelajaran kelas.

Pertanyaan kesembilan adalah “Berapa ukuran buku ajar yang memudahkan anda untuk membawa dan membacanya?”, jawaban dari pertanyaan tersebut adalah 70% menjawab ukuran A4, 20% menjawab ukuran folio, dan 10% menjawab semua pilihan. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sebagian besar dari peserta didik lebih mudah dalam hal membaca maupun membawa buku apabila memiliki ukuran yang pas dan sesuai yaitu ukuran 21 cm x 29,7 cm (A4).

Pertanyaan kesepuluh adalah “Menurut anda seperti apa buku petunjuk praktikum yang layak peneliti kembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan belajar mengenai materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman?”, jawaban dari keseluruhan peserta didik adalah buku praktikum yang memuat komponen

laporan praktikum, materi yang jelas, lengkap, ringkas, menarik, dan mudah dipahami.

Berdasarkan hasil jawaban angket kebutuhan siswa terhadap media pembelajaran tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar dari peserta didik menyukai serta antusias dengan adanya praktikum materi dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam pembelajaran biologi, akan tetapi masih minimnya ketersediaan sumber belajar yang dapat membantu jalannya pembelajaran praktikum. sebagian peserta didik setuju dengan adanya pengembangan buku petunjuk praktikum pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan tema pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada perlakuan air lindi dan limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan komponen-komponen yang lengkap dan menarik agar mudah dipahami peserta didik dalam kegiatan praktikum.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran biologi, bahwa sekolah tersebut telah menerapkan kurikulum 2013 pada pembelajaran biologi yang mencakup ranah sikap kognitif, afektif dan psikomotorik peserta didik dengan dilakukannya beberapa praktikum. Pembelajaran praktikum pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang pernah dilakukan seperti pengukuran kecepatan cahaya dan air terhadap pertumbuhan kecambah dan belum pernah melakukan praktikum pengaruh nutrisi dengan menggunakan bahan yang berasal dari limbah. Guru setuju apabila peneliti mengembangkan buku petunjuk praktikum Pertumbuhan dan Perkembangan bertema pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada

perlakuan air lindi dan limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) agar semua informasi yang dapat diketahui praktikan dari praktikum yang akan dilakukan tersebut. Guru berharap buku petunjuk praktikum nantinya tidak menggunakan alat laboratorium yang terlalu sulit karena minimnya alat yang dimiliki oleh sekolah dan juga tidak menggunakan zat kimia tertentu dikarenakan lokasi pembelian yang sulit dijangkau.

Analisis dari Rencana Praktik Pembelajaran (RPP) dilakukan untuk menentukan indikator apa saja yang memerlukan bahan ajar berupa buku petunjuk praktikum. Hasil analisis RPP untuk mata pelajaran Pertumbuhan dan Perkembangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Analisis Rencana Praktik Pembelajaran (RPP)

Indikator	Materi Pembelajaran	Kegiatan pembelajaran	Jenis Bahan Ajar
Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan	Peserta didik merencanakan dan melakukan percobaan faktor eksternal yang mempengaruhi faktor internal dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan melaporkan secara tertulis dengan tatacara penulisan ilmiah yang benar	Petunjuk praktikum

Berdasarkan hasil analisis RPP mata pelajaran Pertumbuhan dan Perkembangan dengan jam pelajaran 1 minggu x 2 pertemuan @90 menit, terdapat indikator yang memenuhi digunakannya buku petunjuk praktikum yaitu tentang faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

2. *Design (Desain)*

Tahap kedua dari model pengembangan ADDIE yaitu tahap desain. Desain ini meliputi tampilan dari buku petunjuk praktikum dan komponen yang terdapat didalamnya seperti identitas buku siswa, pengantar, tata tertib praktikum, langkah keselamatan kerja, petunjuk penulisan laporan praktikum, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, topik I dan II yang didalamnya berisi tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, data hasil pengamatan, diskusi, refleksi, dan daftar pustaka. Buku petunjuk praktikum ini didesain dengan menarik dengan kombinasi warna serta gambar yang mendukung sehingga memudahkan peserta didik saat melaksanakan praktikum. Rincian dari media pembelajaran buku petunjuk praktikum tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Cover (Sampul Depan dan Belakang)*



Gambar 4.9 Cover Buku Petunjuk Praktikum

Cover dari buku petunjuk praktikum ini menggunakan jenis kertas sesuai dengan standar ISO yaitu kertas HVS A4 dengan ukuran 21 cm x 29,7 cm. *Cover*

ini menggunakan warna dasar putih dengan desain *shapes* berwarna hijau dan kuning dengan gambar pendukung yang menyesuaikan dengan warna tumbuhan yaitu hijau. Gambar tumbuhan tersebut dipilih karena mewakili topik yang akan dibahas didalamnya yakni membahas tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Berdasarkan aspek tipografi, *cover* dari buku petunjuk praktikum ini menggunakan 2 *font*, yaitu *font* Californian FB untuk penulisan kelas dan *cover* belakang dan *font* Century725 Cn BT untuk penulisan judul buku, nama penulis, dan nama lembaga dengan ukuran *font* yang berbeda-beda. Aspek tipografi yang terdapat dalam buku petunjuk praktikum ini sudah memenuhi standar yang ditetapkan, yakni tidak lebih dari dua *font* tulisan berbeda dalam penulisan.

b. Komponen Buku Petunjuk Praktikum

Komponen isi yang terdapat di dalam buku petunjuk praktikum menggunakan kertas ukuran A4 dengan perpaduan *font* Book Antiqua, Bookman Old, dan Bodoni Bk BT untuk penulisan halaman depan dan lembar pengantar, sedangkan seluruh komponen inti menggunakan *font* Times New Roman dengan ukuran tulisan 12 dan spasi 1,5 pt. Rincian dari seluruh komponen dari buku petunjuk praktikum ini adalah sebagai berikut:

1) Halaman Depan



Gambar 4.10 Lembar halaman depan

Halaman awal dalam buku petunjuk praktikum ini terdapat penulisan ulang judul yang lebih merujuk ke inti pengamatan yang akan dilakukan. Halaman ini juga memuat identitas siswa sebagai pemilik buku petunjuk praktikum, sehingga siswa lebih terfokus ke panduan praktikum dan mempersempit kemungkinan buku hilang ataupun tertukar.

2) Halaman Pengantar

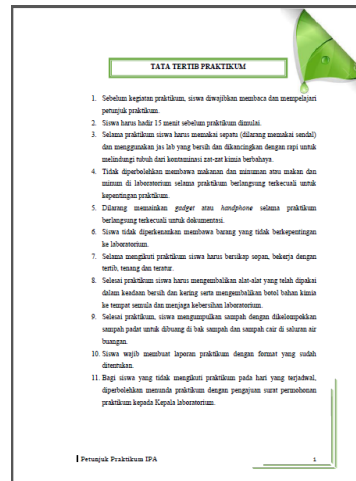


Gambar 4.11 Halaman Pengantar

Buku petunjuk praktikum ini memiliki tampilan yang menarik dengan adanya halaman pengantar. Halaman pengantar berisi tentang uraian materi

singkat dari pertumbuhan tanaman yang nantinya akan dilakukan beserta uraian topik praktikum yang akan dibahas didalam buku. Gambar pendukung tanaman selada yang diberikan menjadi obyek yang akan diamati.

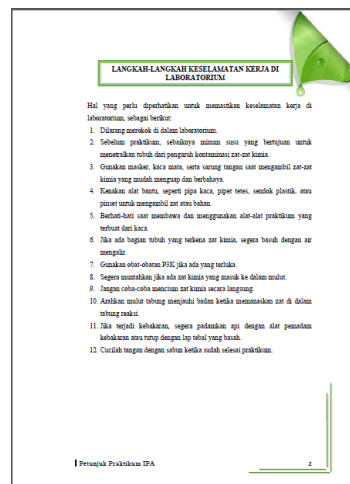
3) Halaman Tata Tertib Praktikum



Gambar 4.12 Halaman Tata Tertib Praktikum

Buku petunjuk praktikum ini juga memuat halaman tata tertib. Halaman tata tertib praktikum ini berisi aturan perintah maupun larangan yang harus ditaati oleh setiap peserta didik sebelum, sesudah ataupun saat melakukan kegiatan praktikum. Tata tertib dibuat untuk mendisiplinkan siswa sehingga kegiatan praktikum dapat berjalan lancar dan tertib dari kegiatan awal sampai selesai. Berbanding terbalik dengan penelitian ini, buku petunjuk praktikum yang dihasilkan dari beberapa penelitian sebelumnya masih belum memuat komponen dari halaman tata tertib praktikum seperti yang dapat dilihat dari penelitian sebelumnya oleh Sunarti pada tahun 2018.

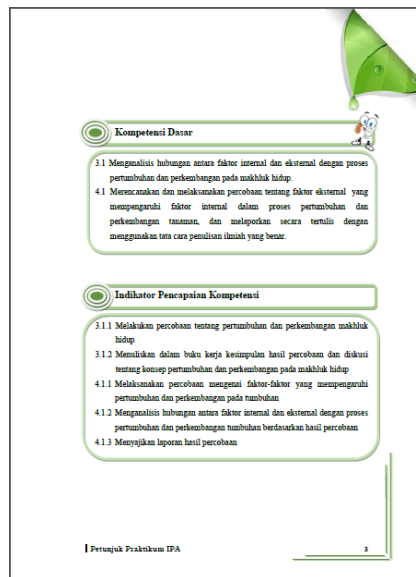
4) Halaman Keselamatan Kerja



Gambar 4.13 Halaman Keselamatan Kerja

Keunggulan dari buku petunjuk praktikum ini yaitu memiliki peraturan atau langkah-langkah keselamatan kerja saat melakukan praktikum. Halaman keselamatan kerja memuat beberapa langkah-langkah pertolongan pertama yang dilakukan apabila terjadi kecelakaan selama kegiatan praktikum. Perintah ini dibuat dengan tujuan menghindari dan mengantisipasi risiko berbahaya yang terjadi sehingga proses praktikum berjalan dengan lancar dan aman. Halaman keselamatan kerja dapat dijadikan pembandingan dengan buku petunjuk praktikum lain yang belum termuat di dalamnya. Terlihat dari penelitian sebelumnya dari Sunarti, bahwa isi dari buku petunjuk praktikum yang dihasilkan dalam penelitiannya belum termuat tata tertib atau langkah-langkah keselamatan kerja.

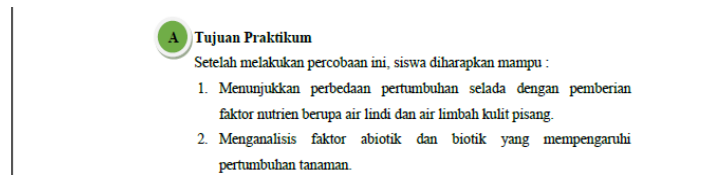
5) Halaman Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian



Gambar 4.14 Halaman KD dan Indikator Pencapaian

Halaman ini memuat dari kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik dan praktikan setelah melakukan kegiatan praktikum. Berdasarkan buku Panduan Penulisan Buku Penuntun Praktikum bahwa penulisan kompetensi dasar dan indikator pencapaian harus sesuai kurikulum yang telah ditetapkan. Penulisan dari kompetensi dasar harus menggunakan kata kerja yang memuat ranah kognitif, ranah psikomotorik, dan ranah afektif sesuai dengan kompetensi pencapaian. Kompetensi dasar dan indikator pencapaian menjadi salah satu sistematika yang harus dicantumkan pada buku petunjuk praktikum. penelitian sebelumnya dari Sunarti juga melampirkan KD dan indikator pencapaian pada buku petunjuk praktikum keanekaragaman hayati berintegritas sains dan islam.

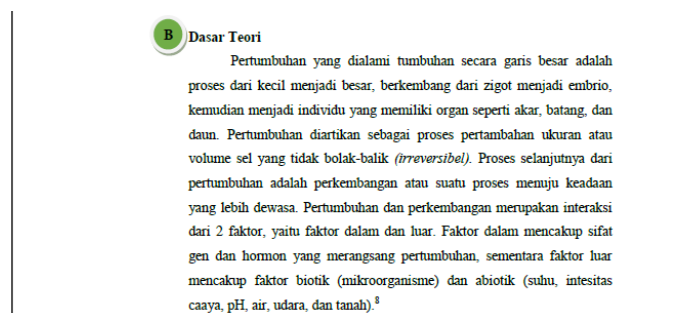
6) Tujuan Praktikum



Gambar 4.15 Halaman Tujuan Praktikum

Halaman pada tujuan praktikum berisi tentang hal-hal yang akan dilakukan, diuji, ataupun dipelajari saat praktikum berlangsung berdasarkan dari indikator pencapaian yang ditetapkan. Tujuan praktikum dirumuskan sesuai dengan materi pembelajaran dan indikator pencapaian.

7) Dasar Teori



Gambar 4.16 Halaman Dasar Teori

Halaman dasar teori berisi uraian teori dasar sesuai dengan topik yang akan dipraktikkan. Dasar teori disusun berdasarkan referensi jurnal atau buku yang relevan. Dasar teori bertujuan untuk memberikan pengetahuan dasar mengenai topik pengamatan. Hal ini sesuai dengan pedoman penyusunan buku petunjuk praktikum oleh Universitas Islam Indonesia Edisi 1 Revisi 1. Dasar teori menjadi salah satu sistematika yang diharuskan tercantum pada isi buku petunjuk praktikum.

8) Alat dan Bahan



Gambar 4.17 Halaman Alat dan Bahan

Halaman ini memuat beberapa persiapan yang digunakan selama kegiatan pengamatan yaitu berupa alat dan bahan. Daftar alat dan bahan disebutkan secara detail, sehingga tujuan praktikum bisa tercapai dan berjalan dengan lancar. Bagian ini dilengkapi gambar ilustrasi sehingga memudahkan praktikan untuk memahami alat dan bahan yang dibutuhkan. Alat dan bahan yang dibutuhkan ditulis secara spesifikasi dan sesuai dengan prosedur kerja. Penulisan bahan kimia disesuaikan dengan IUPAC dalam Bahasa Indonesia. Pemilihan alat dan bahan yang digunakan mengikuti konsep *green chemistry* yang mudah tersedia, tingkat bahaya yang rendah dan tidak menghasilkan limbah yang dapat diolah dan tidak berbahaya. Hal tersebut sesuai dengan buku pedoman penyusunan buku petunjuk praktikum oleh Universitas Islam Indonesia Edisi 1 Revisi 1.

9) Prosedur Kerja



Gambar 4.18 Halaman Prosedur Kerja

Halaman prosedur kerja memuat langkah-langkah kerja secara rinci dan berurutan dari awal sampai akhir kegiatan praktikum. Prosedur kerja harus ditaati oleh praktikum sehingga praktikum dapat berjalan lancar. Penulisan prosedur kerja menggunakan *standar methods* yang berlaku secara umum dalam prosedur kerja yang benar. Prosedur kerja ditulis per poin secara rinci dengan menggunakan kalimat perintah dan tidak ditulis dengan bentuk paragraf. Prosedur kerja pada buku petunjuk praktikum ini mengarah pada kompetensi pencapaian dengan memperhatikan keselamatan kerja di setiap prosedur. Hal tersebut sesuai dengan buku pedoman penyusunan buku petunjuk praktikum oleh Universitas Islam Indonesia Edisi 1 Revisi 1.

10) Data Hasil Pengamatan



E Data Hasil Pengamatan
Setelah melakukan pengamatan, catat hasil percobaan yang telah kalian lakukan dalam tabel hasil pengamatan di bawah ini:

Tabel 1. Data banyak daun tanaman selada selama 3 MST

No.	MST	Ulangan Tanaman						Perlakuan
		I	II	III	IV	V	VI	
1.	1							Air Lindi
2.	2							
3.	3							
4.	1							Air Limbah Kulit Pisang
5.	2							
6.	3							
7.	1							Air Campuran keduanya
8.	2							
9.	3							

Gambar 4.19 Halaman Data Hasil Pengamatan

Halaman data hasil pengamatan ini memuat tabel pengamatan untuk memudahkan peserta didik mencatat perolehan data selama praktikum berlangsung. Tabel pengamatan dibuat praktis sehingga memudahkan peserta didik untuk memahami.

11) Diskusi



F Diskusi
Berdasarkan pengamatan, uraikan hasil percobaan kalian dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Bagaimana perbedaan tinggi tanaman selada yang diberikan nutrisi air lindi, limbah kulit pisang kepek, dan air campuran keduanya? Jelaskan!
2. Bagaimana perbedaan banyak daun selada yang diberikan nutrisi air lindi, limbah kulit pisang kepek, dan air campuran keduanya? Jelaskan!
3. Adakah faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut? Sebut dan jelaskan?
4. Apa saja faktor biotik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman selada selada selama pengamatan kalian? Sebut dan jelaskan?

Gambar 4.20 Halaman Diskusi

Halaman diskusi memuat beberapa pertanyaan yang dapat membantu peserta didik dalam mengolah data, menganalisis, dll. Beberapa soal ini juga digunakan untuk menguji kemampuan praktikan setelah melakukan pengamatan.

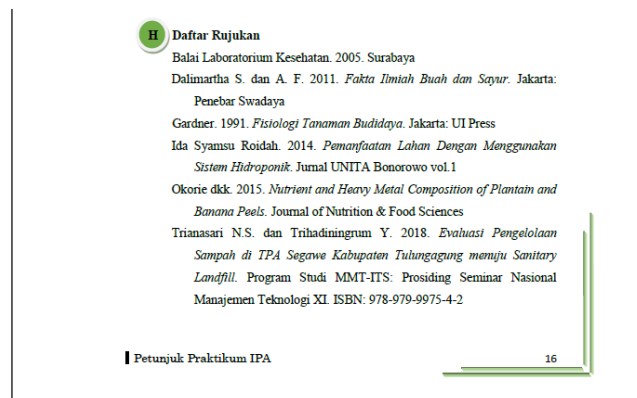
12) Refleksi



Gambar 4.21 Halaman Refleksi

Halaman refleksi berisi kolom uraian kosong yang akan diisi oleh praktikan mengenai kesan dan pesan setelah melaksanakan kegiatan praktikum. Kesan dan pesan berisi mengenai hasil dari pengamatan apakah sudah sesuai dengan teori dan pembelajaran yang telah dipelajari sebelumnya.

13) Daftar Rujukan



Gambar 4.22 Halaman Daftar Rujukan

Halaman daftar rujukan berisi sumber referensi dari beberapa buku dan jurnal yang membantu menemukan teori yang sesuai dan relevan dengan topik yang akan diamati sehingga mudah untuk dipahami.

14) Format Penulisan Laporan Praktikum

FORMAT PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. **Format halaman sampul**

LAPORAN PRAKTIKUM BIOLOGI
TUGAS PRAKTIKUM

LOGO SEKOLAH

Dikirim oleh :
Kelas :
1. (No. Absen)
2. (No. Absen)
3. (No. Absen)
dit
Kelas :
NAMA SEKOLAH
Batas, Tahun

2. **Format isi**

A. Dasar Teori
Menjelaskan tentang latar belakang atau dasar teori suatu topik praktikum dengan mengacu pada pustaka yang relevan

B. Tujuan Praktikum
Tujuan harus dirumuskan secara singkat dan jelas sesuai dengan yang tercantum pada buku petunjuk praktikum

C. Alat dan Bahan
Alat dan bahan yang digunakan selama praktikum disebutkan dengan jelas dan lengkap, sesuai dengan yang tercantum pada buku petunjuk praktikum

Persepsi Praktikum IPA 17

Gambar 4.23 Halaman Format Penulisan Laporan Praktikum

Halaman ini berisi tentang format isi penulisan laporan praktikum. Bagian ini memungkinkan praktikan untuk mempelajari sendiri yang berawal dari sebelum pelaksanaan praktikum sampai penulisan laporan praktikum.

Buku petunjuk praktikum yang dikembangkan ini memiliki beberapa keunggulan seperti mempunyai tampilan yang menarik, memuat komponen isi dimulai dari pengantar, tata tertib, langkah keselamatan kerja, kompetensi dasar, indikator pencapaian, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan yang diperlukan, prosedur kerja, tabel hasil pengamatan yang memudahkan praktikan untuk pengamatan, diskusi berupa soal-soal yang dapat melatih pengetahuan dari praktikan, refleksi, wacana sains sebagai informasi tambahan terkini di bidang sains, dilengkapi gambar-gambar pendukung, daftar pustaka, dan format penulisan laporan.

Hal tersebut sesuai dengan keputusan yang dikeluarkan Menteri Pendidikan Nasional Nomor: 36/D/O/2001, menyatakan bahwa buku petunjuk

praktikum merupakan buku pedoman pelaksanaan kegiatan praktikum yang terdiri dari tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data dan juga pelaporan hasil praktikum yang disusun dan ditulis sendiri oleh kelompok staf pengajar yang ahli di bidangnya dan mengikuti kaidah ilmiah,³⁶ dengan demikian buku petunjuk praktikum ini sudah dapat dikatakan layak atau sudah ideal dan sesuai apabila digunakan sebagai bahan ajar pada mata pelajaran Biologi.

Kekurangan daripada buku petunjuk praktikum ini berada di tahap pengembangan. Pengembangan produk ini belum mencapai tahap implementasi uji coba. Tahap uji coba seharusnya dilakukan kepada siswa SMA seperti yang dilakukan di penelitian sebelumnya oleh Sunarti pada tahun 2018. Berbanding terbalik dengan penelitian ini, penelitian Sunarti di implementasikan pada skala kecil kelas X IPA A2 MA Islamiyah Attanwir Bojonegoro dengan hasil uji coba dari buku petunjuk praktikum tersebut sangat layak untuk digunakan sebagai bahan ajar praktikum dengan penilaian presentase sebanyak 81%.³⁷

3. *Development (Pengembangan)*

Tahap pengembangan ini dilakukan validasi dari buku petunjuk praktikum yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh beberapa validator seperti, ahli media, ahli materi, guru pengampu mata pelajaran biologi, dan respon keterbacaan dari peserta didik yang telah menempuh mata pelajaran pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Validasi ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari

³⁶ Astri Anggraini, “*Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi pada Materi Jamur dengan Pola Pemberdayaan Berpikir melalui Pertanyaan (Studi kasus di Kelas X3 SMA Muhammadiyah Metro Tahun Pelajaran (2013/2014))*”, Bioedukasi, Vo. 7, No.1, 2016, hal. 78.

³⁷ Sunarti, “*Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum ...*”, hal 130.

media pembelajaran buku petunjuk praktikum yang dikembangkan. Hasil presentase validasi dari para validator adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Hasil Validasi oleh Validator

No.	Nama	Keterangan	Presentase
1.	Desi Kartikasari, M.Si.	Ahli Materi	87%
2.	Nanang Purwanto, M.Pd.	Ahli Media	86%
3.	Dra. Sri Astutik	Guru Pengampu Mata Pelajaran Biologi	88,6%

Hasil validasi dan revisi buku petunjuk praktikum setelah divalidasi oleh validator adalah sebagai berikut:

a. Hasil Validasi

1) Ahli Materi

Validasi materi buku petunjuk praktikum yang dilakukan oleh validator ahli materi yaitu Ibu Desi Kartikasari, M.Si. dilakukan pada tanggal 26 Juni 2020. Validasi materi meliputi tata bahasa dan kesesuaian isi dan materi berdasarkan KI dan KD dalam buku petunjuk praktikum. Hasil nilai dari validasi ahli materi terhadap buku petunjuk praktikum mendapatkan skor presentase 87%. Perolehan tersebut sesuai dengan acuan validasi bahwa buku petunjuk praktikum layak digunakan tanpa revisi. Komentar dan saran yang diberikan ahli materi adalah petunjuk praktikum bagus, jangan ada tanda seru di dalam langkah kerja, lebih bagus lagi jika cover sesuai dengan yang dipraktikkan, dibagian awal gambar berupa alat-alat ditata lebih bagus lagi, dan bisa diberikan motivasi atau berita terkini tentang sains yang berhubungan dengan dunia tumbuhan atau hidroponik.

Penyajian dari materi maupun isi dari buku petunjuk praktikum ini dapat dikatakan sangat valid, dengan adanya komponen-komponen isi yang sistematis. Hal tersebut sesuai dengan validasi dari ahli materi dengan penilaian presentase

skor sebanyak 87%, hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Sunarti pada tahun 2018 yang mendapatkan hasil presentase skor dari validator sebanyak 82%, apabila nilai tersebut dikonversikan sudah mencapai kategori valid dan buku petunjuk praktikum layak untuk digunakan sebagai bahan ajar berdasarkan aspek materinya.³⁸

2) Ahli Media

Validasi media buku petunjuk praktikum dilakukan oleh validator ahli media yaitu Bapak Nanang Purwanto, M.Pd. yang dilakukan pada tanggal 23 Juni 2020. Validasi media meliputi ketersediaan komponen yang terdapat di buku petunjuk praktikum, desain buku dan format tata penulisan buku. Hasil validasi dari ahli media mendapatkan skor presentase 86%. Perolehan tersebut sesuai dengan acuan validasi bahwa buku petunjuk praktikum tersebut layak digunakan tanpa revisi.

Desain yang ditampilkan dalam buku petunjuk praktikum ini dapat dikatakan sangat valid dengan adanya tampilan buku, format penulisan, penyusunan tulisan maupun gambar, dan tata letak yang baik dan sesuai. Hal tersebut sesuai dengan hasil validasi dari ahli media yang mendapatkan hasil presentase skor sebanyak 86%. Hasil tersebut bersesuaian dengan penelitian Triana Asih, dkk di tahun 2018 yang mendapatkan hasil presentase skor sebanyak 76%, apabila dikonversikan sudah mencapai kategori baik, valid dan buku

³⁸ Sunarti, "Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum ...", hal 129.

petunjuk praktikum layak untuk digunakan sebagai bahan ajar berdasarkan tampilannya atau aspek media.³⁹

3) Guru Biologi SMA

Validasi buku petunjuk praktikum juga dilakukan oleh guru mata pelajaran biologi SMA, yaitu Ibu Dra. Sri Astutik pada tanggal 23 Juni 2020. Validasi tersebut meliputi ketersediaan komponen yang terdapat dalam buku petunjuk praktikum, kesesuaian isi dan materi berdasarkan KI dan KD, desain buku, tata bahasa dan penulisan yang digunakan. Hasil validasi yang diperoleh dari guru mata pelajaran biologi SMA dengan skor presentase 88,6%. Perolehan tersebut sesuai dengan acuan validasi bahwa media pembelajaran berupa buku petunjuk praktikum ini layak digunakan tanpa revisi. Komentar dan saran yang diberikan validator guru biologi SMA adalah petunjuk praktikum cukup jelas, sehingga dapat membantu siswa dalam melakukan eksperimen.

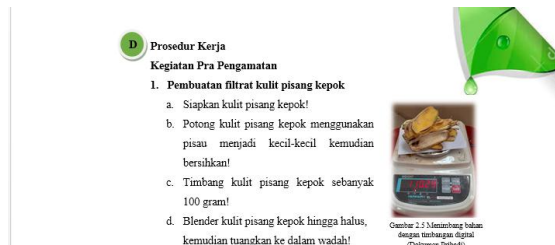
b. Penyempurnaan Produk (Revisi Buku Petunjuk Praktikum)

Berdasarkan hasil validasi produk buku petunjuk praktikum kepada beberapa ahli, dinyatakan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar. Beberapa para ahli menyarankan untuk dilakukannya sedikit revisi atau perbaikan pada bagian-bagian tertentu sehingga dapat menghasilkan buku petunjuk praktikum yang lebih baik, menarik dan mudah dipahami bagi pembaca. Adapun beberapa bagian dari buku petunjuk praktikum sebelum dan sesudah diperbaiki adalah sebagai berikut:

³⁹ Triana Asih, dkk., “*Pengembangan Modul Praktikum Botani Tumbuhan Rendah Melalui Identifikasi Makroalga Kawasan Pesisir Barat Lampung*”, Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi, Vol. 2, No. 2, 2018, hal. 95.

1) Revisi oleh Ahli Materi

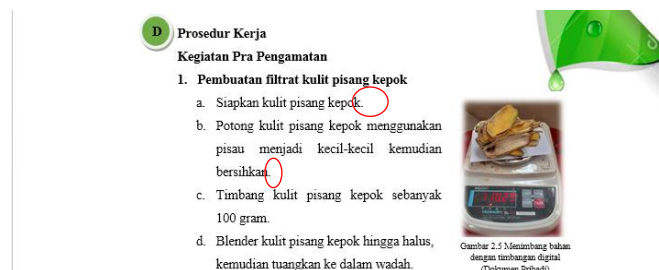
a) Tata letak tanda baca



Gambar 4.24 Pemberian tanda baca di prosedur kerja sebelum direvisi

Pada bagian prosedur kerja terdapat perbaikan tanda baca di akhir kalimat.

Tanda baca tersebut yakni tanda seru yang letaknya tidak tepat, sehingga harus dihilangkan dan diganti dengan tanda titik agar lebih tertata rapi.



Gambar 4.25 Pemberian tanda baca di prosedur kerja sesudah direvisi

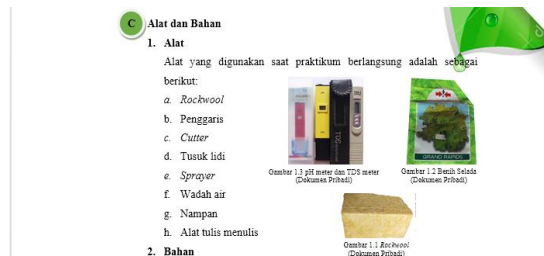
b) Tata letak Gambar



Gambar 4.26 Tata letak gambar sebelum direvisi

Pada bagian prosedur kerja buku petunjuk praktikum dilengkapi beberapa gambar alat dan bahan yang digunakan selama kegiatan praktikum. Akan tetapi

letak gambar tersebut masih terlihat belum rapi, sehingga letak gambar perlu disesuaikan sehingga terlihat jelas dan enak dipandang.



Gambar 4.27 Tata letak gambar sesudah direvisi

c) Penambahan Informasi atau Bacaan

Buku petunjuk praktikum ini diperlukan penambahan informasi atau berita terkini mengenai sains yang berhubungan dengan tanaman sehingga menjadikan lebih menarik. Penambahan berita ini diletakkan di akhir bagian dari petunjuk buku praktikum atau setelah bab refleksi.



Gambar 4.28 Penambahan Bacaan Sains

4. Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan pakai dari produk yang dihasilkan. Buku petunjuk praktikum yang telah mendapatkan validasi dari para ahli, akan dilanjutkan ke tahap akhir yaitu respon keterbacaan oleh siswa SMA yang sudah menempuh mata pelajaran pertumbuhan dan

perkembangan tumbuhan. *Survey* berupa angket diberikan kepada 10 responden respon keterbacaan. Hasil rata-rata skor dari hasil angket keterbacaan siswa ditujukan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.14 Hasil Respon Keterbacaan Siswa

No.	Indikator	Presentase Skor
1.	Tampilan depan/cover menarik	90%
2.	Desain pada petunjuk praktikum menarik	95%
3.	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	97,5%
4.	Gambar yang disajikan jelas, tidak buram	97,5%
5.	Kemudahan membaca petunjuk praktikum	92,5%
6.	Materi yang disajikan mudah dipahami	92,5%
7.	Prosedur kerja disajikan runtut dan jelas	97,5%
8.	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dipahami	95%
9.	Pemahaman kalimat dalam petunjuk praktikum	97,5%
10	Isi petunjuk praktikum mendorong siswa untuk antusias belajar	85%
11.	Pola penyajian gambar terlihat jelas dan mudah dibaca	92,5%
12.	Petunjuk praktikum memuat daftar rujukan yang mutakhir dan relevan	87,5%
13.	Media yang dikembangkan mudah dibawa oleh siswa	90%
14.	Media yang dikembangkan sesuai sebagai sumber belajar	92,5%
15.	Media yang dikembangkan mudah digunakan dalam pembelajaran praktikum	95%
16.	Petunjuk praktikum mendorong siswa untuk memahami pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari	92,5%
Total Rata-rata Presentase Skor		93,1%

Indikator yang digunakan dalam angket keterbacaan siswa terhadap produk petunjuk praktikum berjumlah 16 indikator. Indikator pertama yaitu “Tampilan depan/cover menarik”, rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 90%, hal ini menyatakan bahwa keseluruhan responden menyukai *cover* petunjuk praktikum ini. Petunjuk praktikum disajikan dengan *cover* yang bagus dan dapat

menarik minat pembaca karena perpaduan warna yang pas dan memberikan kesan menyegarkan sehingga dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kedua, yaitu “Desain pada petunjuk praktikum menarik”, rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 95%, responden menyatakan bahwa desain, tata letak, penataan gambar dan tulisan dalam petunjuk praktikum sesuai, menarik, warna yang digunakan sesuai dan tertata rapi sehingga dapat digunakan tanpa ada revisi.

Indikator ketiga, yaitu “Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 97,5%, responden menyatakan bahwa penulisan kalimat yang terdapat dalam petunjuk praktikum disusun secara runtut, rapi dan mudah dipahami sehingga dapat digunakan tanpa ada revisi.

Indikator keempat, yaitu “Gambar yang disajikan jelas, tidak buram” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 97,5%, responden menyatakan bahwa petunjuk praktikum ini dilengkapi dengan penjelasan dan pemilihan kapasitas gambar yang jelas untuk memudahkan siswa melakukan praktikum sehingga buku praktikum ini dapat digunakan tanpa ada revisi.

Indikator kelima, yaitu “Kemudahan membaca petunjuk praktikum” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 92,5%, hal ini menyatakan bahwa keseluruhan responden menyatakan bahwa petunjuk praktikum ini disusun dengan baik dan runtut. Bahasa yang digunakan jelas dan tidak bertele-tele sehingga memudahkan siswa untuk melaksanakan praktikum.

Indikator keenam, yaitu “Materi yang disajikan mudah dipahami” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 92,5%, responden menyatakan bahwa

materi yang terdapat pada buku petunjuk praktikum ini memuat penjelasan yang runtut, aspek materi yang termuat sudah sesuai, mudah dipahami, dan dapat digunakan tanpa ada revisi.

Indikator ketujuh, yaitu “Prosedur kerja disajikan runtut dan jelas” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 97,5%, responden menyatakan bahwa prosedur kerja yang termuat di buku petunjuk praktikum ini tersusun secara sistematis dan jelas. Prosedur kerja juga memuat gambar yang memudahkan siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum sehingga dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kedelapan, yaitu “Huruf yang digunakan jelas dan mudah dipahami” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 95%, responden menyatakan bahwa aspek pemilihan huruf dalam buku petunjuk praktikum ini jelas dan tidak menggunakan kata asing yang sulit dipahami di ranah pendidikan. Huruf tersebut menggunakan *font* Times new Roman yang sudah menjadi standar penulisan buku.

Indikator kesembilan, yaitu “Pemahaman kalimat dalam petunjuk praktikum” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 97,5%. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan responden memahami penjelasan kalimat yang terdapat di buku petunjuk praktikum, aspek keterbacaan siswa sudah sesuai meskipun ada beberapa tata baca penulisan yang harus diteliti kembali.

Indikator kesepuluh, yaitu “Isi petunjuk praktikum mendorong siswa untuk antusias belajar” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 85%,

berdasarkan aspek kesesuaian atau kecocokan buku petunjuk praktikum dengan sasarannya sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kesebelas, yaitu “Pola penyajian gambar terlihat jelas dan mudah dibaca” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 92,5%, berdasarkan aspek pemilihan desain penyajian gambar dalam buku petunjuk praktikum sudah sesuai dan menarik bagi pembaca sehingga dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kedua belas, yaitu “Petunjuk praktikum memuat daftar rujukan yang mutakhir dan relevan” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 87,5%, berdasarkan aspek pemilihan daftar rujukan yang dijadikan sebagai referensi sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator ketiga belas, yaitu “Media yang dikembangkan mudah dibawa oleh siswa” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 90%, berdasarkan ukuran standar buku yang digunakan, buku petunjuk praktikum ini sudah sesuai dengan sasarannya dan memudahkan siswa untuk membawanya sehingga dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator keempat belas, yaitu “Media yang dikembangkan sesuai sebagai sumber belajar” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 92,5%, sehingga berdasarkan aspek kesesuaian petunjuk praktikum ini dengan sasarannya sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kelima belas, yaitu “Media yang dikembangkan mudah digunakan dalam pembelajaran praktikum” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 95%. Responden menyatakan bahwa petunjuk praktikum mudah untuk dikembangkan karena memuat langkah-langkah yang sistematis dan

penjelasan yang jelas serta disertai gambar untuk memudahkan dalam kegiatan praktikum.

Indikator keenam belas, yaitu “Petunjuk praktikum mendorong siswa untuk memahami pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari” rata-rata presentase skor yang diperoleh adalah 92,5%. Respdnen menyatakan bahwa dengan adanya praktikum ini bisa membantu siswa meningkatkan pemahaman mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan dapat diterapkan dibidang pertanian.

Rata-rata total presentase skor yang diperoleh dari keenam belas indikator adalah 93,1%, hal tersebut dapat disimpulkan bahwa aspek keterbacaan /respon siswa terhadap buku petunjuk praktikum ini telah sesuai sasarannya yaitu untuk siswa SMA yang tidak memerlukan revisi dan dapat digunakan sebagai bahan ajar. Komentar dan saran yang diberikan oleh beberapa siswa adalah buku petunjuk praktikum menarik, tema yang digunakan menarik, materi relevan dan mudah dipahami, sistematis, runtut, jelas, cocok digunakan untuk siswa dan dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran, sedangkan untuk sarannya adalah perbaikan letak gambar dan ketelitian letak tanda baca penulisan.

5. *Evaluation (Evaluasi)*

Tahap akhir pada model pengembangan ADDIE yaitu tahap evaluasi. Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur ketercapaian dari produk yang dihasilkan. Tahapan ini akan dilakukan evaluasi dari respon keterbacaan siswa berupa revisi produk berdasarkan hasil keterbacaan siswa.

a. Letak Gambar



Gambar 4.29 Letak gambar sebelum direvisi

Letak gambar pada bagian prosedur kerja berada disamping teks yang menyebutkan alat dan bahan yang dibutuhkan saat praktikum. Proporsional letak gambar tersebut belum terlihat rapi, oleh karena itu agar terlihat lebih rapi dan enak dipandang gambar diletakkan dibawah teks.



Gambar 4.30 Letak gambar sesudah direvisi

Kelayakan buku petunjuk praktikum tersebut dilihat dari berbagai penilaian yang dikembangkan peneliti dapat disimpulkan bahwa buku petunjuk praktikum ini sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Buku petunjuk praktikum ini ditujukan kepada siswa MA/SMA yang sedang menempuh mata pelajaran Biologi khususnya materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Buku petunjuk praktikum ini yang digunakan sebagai bahan ajar bertujuan untuk menguji dari

peranan nutrisi dan cahaya matahari bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, serta melatih siswa untuk menganalisis dan memunculkan ide-ide pengembangan. Peneliti berharap hasil dari penelitian ini memberikan dampak positif bagi siswa yaitu dapat meningkatkan kesadaran siswa betapa pentingnya menjaga lingkungan dan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan riset dari penggunaan atau pemanfaatan limbah yang dapat mencemari lingkungan menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi lingkungan.