BAB V

PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap Pertama

1. Perbedaan tinggi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada perlakuan air limbah tahu, air limbah kolam nila, dan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan pada air limbah tahu, air limbah kolam nila, serta gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman sawi pada setiap perlakuannya. Hal ini seperti yang terdapat pada gambar grafik 4.1 rata-rata tinggi tanaman sawi menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Angka rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman sawi terbesar yaitu pada pemberian perlakuan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila dengan rata-rata 30,2 cm. Angka rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman sawi terendah yaitu pada pemberian perlakuan air limbah tahu dengan rata-rata 24,5 cm. Angka rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman sawi yang menempati posisi tengah-tengah yaitu pada pemberian air limbah kolam nila dengan rata-rata 25,7 cm.

Hasil tersebut diperkuat dengan hasil uji *One Way Anova*. Hasil uji *One Way Anova* pada tinggi tanaman sawi selama 5 MST seperti pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai signikansi 0,00 atau sig. ≤ 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman sawi pada pemberian

perlakuan antara air limbah tahu, air limbah kolam nila, dan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila.

Kandungan nutrisi pada setiap tanaman sawi yang berbeda-beda menyebabkan terjadinya perbedaan pertumbuhan tinggi pada tanaman sawi. Terdapat dua nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, yaitu nutrisi makro dan nutrisi mikro. Nutrisi makro merupakan nutrisi pokok yang diperlukan dalam jumlah yang banyak, yang terdiri dari Nitrogen (N), Phospor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Sulfur (S). Selain itu, terdapat nutrisi mikro yang merupakan nurtrisi pelengkap yang juga diperlukan oleh tanaman, tetapi dalam jumlah yang sedikit, yang terdiri dari Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Molibdium (Mo), Zinc (Zn), Besi (Fe), Klor (Cl), dan Boron (B). Pemberian nutrisi pada tanaman sawi diberikan melalui akar dengan cara mengalirkan larutan nutrisi pada akar tanaman sawi, sehingga tanaman dapat langsung untuk menyerap nutrisi.[1]

Unsur makro mempunyai peranan besar dalam pertumbuhan tanaman, karena unsur makro berperan dalam proses sintesis protein, pembelahan sel, pertambahan panjang batang dan akar, serta pembentukan daun, sedangkan nutrisi mikro berperan sebagai aktivator enzim, pembawa elektron, sintesis RNA, serta mengatur pembungaan. Pada pertumbuhan tanaman, unsur N,P,K mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan pembelahan sel.[2] Pada setiap perlakuan, pertambahan tinggi tanaman sawi sangat dipengaruhi oleh kadar unsur N,P,K.

---

[1] *Sjarif Avitijadi Adimiharja, Pengaruh Pemberian Kombinasi Kompos Sapi dan Fertimix Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Dua Kultivar Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) Dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung, hlm 8.*

[2] Bambang Budi Yuwono, *Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (Ipomoea reptans Poir) pada Perlakuan Air Leri dan Air Limbah Kolam Lele dengan Teknik Hidroponik sebagai*

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, perbedaan tinggi tanaman sawi disebabkan karena perbedaan kandungan unsur makro pada setiap perlakuannya. Kandungan unsur nitrogen (N) pada air limbah kolam nila lebih tinggi apabila dibandingkan dengan air limbah tahu. Air limbah kolam nila memiliki kandungan unsur nitrogen sebesar 9,63% sedangkan air limbah tahu memiliki kandungan 0,04%. Peran unsur nitrogen pada pertumbuhan vegetatif tanaman sangat penting, karena unsur nitrogen mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman seperti bertambahnya tinggi tanaman. Menurut Syahrudin, unsur nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman karena dapat merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan juga berperan pada proses biokimia pada tanaman. Selain itu, faktor genetik dan ketersediaan unsur hara yang cukup dan seimbang juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman.[3] Menurut Gardner *et al*, unsur nitrogen mempengaruhi fase pertumbuhan tanaman, karena unsur nitrogen berperan penting dalam sintesis protein. Protein merupakan pembentuk protoplasma yang berguna untuk membentuk organ pada tanaman.[4]

Menurut Sutejo, akar tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+), tetapi nitrat akan segera mengalami reduksi untuk menjadi amonium melalui enzim yang mengandung molibdenum. Apabila kesediaan unsur nitrogen lebih banyak dari pada unsur yang lainnya, maka protein yang dihasilkan

Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan dan Perkembangan, IAIN Tulungagung, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Tadris Biologi, 2019, hlm. 84.

[3] Lani Puspita, dkk, *Pngaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Air Lindi dari Tpa Telaga Punggur terhadap Pertumbuhan Morfometrik Tanaman Seledri (Apium graveolens L.)*, Jurnal Dimensi, Vol. 1 (1), 2016, hlm.8.

[4] F. Fajaritta, dkk, *Serapan Unsur Hara Nitrogen dan Phospor Beberapa Tanaman Legum pada Jenis Tanah yang Berbeda*, Animal Agriculture Journal, Vol. 1 (2), 2012, hlm. 47.

akan semakin banyak. Apabila dalam pemberian nitrogen semakin tinggi, maka sintesis protein yang dilakukan oleh tanaman akan semakin cepat.[5] Berdasarkan pada tabel 4.1, pertumbuhan tinggi tanaman sawi mulai pada usia tanaman 3 MST semakin cepat, karena jumlah nutrisi yang yang diberikan semakin banyak, sehingga unsur nitrogen yang terdapat pada larutan nutrisi dapat diserap lebih banyak oleh akar tanaman sehingga mempercepat aktivitas pembelahan sel. Akan tetapi, pada tanaman sawi usia 1 MST dan 2 MST sangat lambat karena tanaman mengalami defisiensi nitrogen sehingga aktivitas pembelahan sel dan pembesaran sel menjadi terhambat dan menyebabkan tanaman tumbuh menjadi kerdil.[6]

Air limbah tahu dan air limbah kolam nila juga mengandung unsur fosfor (P) juga memiliki peranan yang penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, karena unsur fosfor merupakan komponen penting dari ATP, ADP, NADPH, DNA, dan RNA sebagai sistem informasi genetik. Fosfor diperlukan oleh tumbuhan untuk pembentukan ATP. Pada saat pembentukan ATP menghasilkan energi yang akan diserap oleh unsur hara lainnya seperti K, dan Cu melalui proses difusi yang membutuhkan energi ATP yang banyak.[7] Fosfor terikat pada lipid untuk membentuk fosfolipid yang merupakan bagian dari membran plasma pada tumbuhan. Fosfor membantu tanaman dalam menyediakan makanan untuk sel, sehingga energi pada sel dapat tercukupi dengan baik pada saat proses pembelahan dan perpanjangan batang yang semakin cepat. Fosfor ikut berpartisipasi dalam

---

[5] Mujiayul Makiyah, *Analisis Kadar N,P, dan K pada Pupuk cair limbah tahu dengan penambahan tanaman matahari (Thitonia diversivoia)*, Skripsi, (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013), hlm. 37.

[6] Ida Setya Wahyu Atmaja, *Pengaruh Uji Minus One Test Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Mentimun*, Jurnal Logika, Vol. XIX (1), April 2017, hlm. 64.

[7] *Ibid*...hlm. 64.

fosforilasi dengan berbagai senyawa perantara pada proses fotosintesis.[8] Selain itu, fosfor juga berperan penting dalam merangsang pertumbuhan akar. Menurut Abidin, akar berfungsi untuk mengangkut air dan garam-garam mineral serta O_2 dari dalam tanah untuk disebarkan pada bagian organ tanaman lainnya.[9] Fosfor diserap oleh tanaman melalui akar dalam bentuk $H_2PO_4^{2-}$ dan $H_2PO_4^{-}$. Tanaman apabila mengalami gejala defisiensi fosfor, maka dapat menyebabkan pertumbuhan dan reaksi metabolisme seperti proses sintesis protein yang terjadi pada awal tahap pembelahan pada tanaman menjadi terhambat, sehingga mengakibatkan daun dan batang mengecil.[10] Berdasarkan pada hasil penelitian, tanaman sawi pada usia 1 MST dan 2 MST, proses pembentukan akar belum dapat maksimal karena kurangnya unsur hara fosfor yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan pada bagian akarnya, sehingga proses penyerapan akar kurang maksimal. Akan tetapi, pada tanaman sawi usia 3 MST, pertumbuhan akar sudah mulai baik sehingga proses penyerapan nutrisi untuk diedarkan ke seluruh bagian organ lainnya sudah mulai maksimal. Air limbah kolam nila mempunyai kandungan unsur fosfor sebesar 3,26%, sedangkan pada air limbah tahu sebesar 0,006%.

[8] Bambang Budi Yuwono, *Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (Ipomoea reptans Poir) pada Perlakuan Air Leri dan Air Limbah Kolam Lele dengan Teknik Hidroponik sebagai Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan dan Perkembangan*, hal. 85.

[9] F. Fajaritta, dkk, *Serapan Unsur Hara Nitrogen dan Phospor Beberapa Tanaman Legum pada Jenis Tanah yang Berbeda*, hlm. 47.

[10] Heru Agus Hendra dan Agus Andoko, Bertanam Sayur Hidroponik Ala Paktani Hidrofarm, (Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka, 2014), hlm. 68.

Gambar 5.1 Akar tanaman sawi pada usia 1 MST

Kehadiran unsur kalium (K) pada tanaman juga mempunyai peranan penting yaitu sebagai ion pembawa (*carrier*) dalam translokasi sejumlah hara terutama unsur nitrogen, mengatur proses respirasi, transpirasi, aktivasi enzim piruvat kinase yang berperan dalam proses sintesis karbohirat, serta mengatur tekanan osmotik. Selain itu, kalium juga berperan dalam proses sintesis pati.[11] Kebutuhan kalium pada tanaman apabila tercukupi, maka pembentukan dan pembesaran sel pada bagian tanaman menjadi normal. Peran unsur kalium dalam fotofosforilasi pada proses fotosintesis dapat meningkatkan laju proses fotosintesis. Tanaman yang memiliki unsur kalium yang cukup, maka pertumbuhannya akan lebih cepat. Hal ini disebabkan karena kalium dapat memelihara tekanan turgor sel secara konstan. Tekanan turgor sel yang konstan dapat merangsang pembesaran sel-sel penyusun jaringan meristem, sehingga menghasilkan tanaman yang tinggi dan tegak.[12]

---

[11] Hendri Akino, dkk, Pengaruh Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah Dengan Metode SRI, Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian, Vol.2 (1), hlm. 7.

[12] Bambang Budi Yuwono, *Perbedaan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (Ipomoea reptans Poir) pada Perlakuan Air Leri dan Air Limbah Kolam Lele dengan Teknik Hidroponik sebagai Media Pembelajaran Materi Pertumbuhan dan Perkembangan*, hal. 86.

Menurut Aliyenah *dkk* tahun 2015 dalam penelitiannya menyatakan bahwa pupuk cair air limbah tahu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Penyerapan air limbah tahu lebih cepat apabila dibandingkan dengan penyerapan pupuk biasa. Hal ini disebabkan karena air limbah tahu bersifat cair sehingga mudah untuk diserap oleh tanaman. Pada air limbah tahu senyawa Nitrat (NO_3) akan direduksi menjadi menjadi gas N di bawah kondisi aerobik, sehingga dapat diserap langsung oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya.[13] Pada penelitian terdahulu menggunakan media tanah, sedangkan penelitian sekarang air limbah tahu sebagai medianya. Berdasarkan hasil analisis, air limbah tahu cocok untuk dijadikan pupuk cair pada media tanah, akan tetapi jika air limbah tahu dijadikan larutan nutrisi pada tanaman sawi sistem hidroponik kurang cocok. Hal ini dikarenakan air limbah tahu mudah menggumpal dan menempel pada permukaan sumbu hidroponik sehingga mengakibatkan proses penyerapan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan tanaman terganggu. Akan tetapi, pada perlakuan pemberian air limbah kolam nila sebagai nutrisi hidroponik pada tanaman sawi tidak mengalami penggumpalan, karena air limbah kolam nila tidak memiliki zat tepung. Berdasarkan hasil penelitan Yosep Karolus tahun 2017 menyatakan bahwa air limbah kolam nila dapat membantu proses pertumbuhan tinggi tanaman karena mengandung unsur N,P,dan K yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman.[14] Pada air limbah kolam mengandung amonia yang nantinya akan diubah menjadi

[13] Aliyenah, dkk, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu sebagai Pupuk Cair Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)*, Jurnal Penelitian Sains, Vol. 17 (3), September 2015, hlm. 106.

[14] Yosep Karolus Pati Baon, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Terhaadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (Vigna sinesis)*, hlm. 75.

nitrat dan nitrit, kemudian nitrat akan diserap oleh akar untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Pada air limbah kolam nila tidak mengalami penggumpalan karena tidak memiliki zat tepung yang dapat menghambat proses penyerapan nutrisi. Pada pemberian perlakuan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian perlakuan air limbah tahu dan air limbah kolam nila. Hal ini dikarenakan perlakuan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila tidak mengalami gumpalan dan mempunyai kandungan unsur hara yang lebih banyak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan tinggi tanaman sawi dikarenakan adanya perbedaan kandungan unsur N, P, dan K pada setiap perlakuan serta kemampuan akar yang dapat menyerap nutrisi dengan baik. Semakin besar ukuran akar pada tanaman sawi, maka akan semakin tinggi nutrisi yang akan diserap, sehingga dapat mempengaruhi tinggi pada tanaman sawi.

Gambar 5.2 Pertumbuhan akar tanaman sawi umur 5 MST

2. Perbedaan jumlah daun tanamaan sawi (*Brassica juncea* L.) pada perlakuan air limbah tahu, air limbah kolam nila, dan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan pada air limbah tahu, air limbah kolam nila, serta gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah daun tanaman sawi pada setiap perlakuannya. Hal ini seperti yang terdapat pada gambar grafik 4.2 rata-rata jumlah daun tanaman sawi menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Angka rata-rata jumlah daun tanaman sawi terbesar yaitu pada pemberian perlakuan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila dengan rata-rata 8,2 helai daun. Angka rata-rata jumlah helai daun tanaman sawi terendah yaitu pada pemberian perlakuan air limbah tahu dengan rata-rata 7,6 helai daun. Angka rata-rata jumlah daun tanaman sawi yang menempati posisi tengah-tengah yaitu pada pemberian air limbah kolam nila dengan rata-rata 7,8 helai daun.

Hasil tersebut diperkuat dengan hasil uji *One Way Anova* pada jumlah daun tanaman sawi selama 5 MST seperti pada tabel 4.8 menunjukkan bahwa nilai signifikansi 0,00 atau sig. $\leq$ 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan jumlah daun tanaman sawi pada pemberian perlakuan antara air limbah tahu, air limbah kolam nila, dan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila.

Kriteria untuk menentukan tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, salah satunya yaitu jumlah daun. Daun merupakan organ tanaman yang mempunyai peranan penting sebagai tempat sintesis makanan. Daun memiliki

klorofil untuk melakukan fotosintesis, sehingga semakin banyak jumlah daun pada tanaman sawi, maka semakin banyak tempat untuk melakukan proses fotosintesis.[15] Banyaknya jumlah daun pada tanaman sawi juga dipengaruhi oleh kehadiran unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang dapat diserap dengan baik oleh tanaman. Kadar N, P, dan K walau pun tinggi, tetapi proses persebaran unsur hara tidak rata menyebabkan tanaman sawi tidak dapat tumbuh dengan maksimal.

Nitrogen merupakan unsur hara yang makro yang dibutuhkan oleh tanaman, karena merupakan penyusun klorofil daun, sehingga nitrogen bertanggung jawab dalam pembentukan warna hijau daun. Tanaman yang mengandung nitrogen yang cukup ditandai dengan berjalannya aktivitas fotosintesa dengan baik, sehingga daun akan terlihat lebih hijau. Pada tanaman yang mengalami defisiensi nitrogen akan menunjukkan gejala warna daun kekuningan, daunnya berukuran kecil dan pucat, serta terjadinya pengguguran daun sebelum waktunya.[16] Berdasarkan pada hasil penelitian, daun pada tanaman sawi umur 1 MST mengalami gejala defisiensi nitrogen sehingga menyebabkan warna daun yang menguning dan layu sehingga mengalami kerontokan. Selain itu, air limbah tahu yang menggumpal sehingga menyebabkan proses penyerapan unsur hara menjadi terganggu dan menyebabkan berkurangnya jumlah daun akibat mengalami kerontokan.

---

[15] Giska Oktabriana, *Upaya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair*, Jurnal Agrifo, Vol. 2 (1), APRIL 2017, hlm. 16.

[16] Ida Setya Wahyu Atmaja, *Pengaruh Uji Minus One Test Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Mentimun*, hlm. 67.

Gambar 5.3 Daun tanaman sawi yang mengalami defisiensi nitrogen

Unsur fosfor dan kalium juga berpartisipasi dalam proses metabolisme tumbuhan, seperti pembentukan daun. Kalium juga ikut berperan dalam proses fotosintesis, penyesuaian osmotik, pertumbuhan sel, membuka dan menutupnya stomata, keseimbangan anion dan kation, dan menyertai kation dalam transfer nitrogen, meningkatkan pertumbuhan tanaman, terlibat dalam translokasi makanan dan pembentukan protein.[17] Menurut Giska tahun 2017 dalam penelitiannya menyatakan bahwa dengan meningkatnya jumlah klorofil dan jumlah daun, maka proses fotosinteis akan berjalan dengan baik dan akan menghasilkan fotosinat yang lebih tinggi. Kandungan klorofil yang tinggi pada tanaman akan mampu menghasilkan karbohidrat daam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman dan pembentukan daun baru.[18] Berdasarkan pada hasil penelitian, tanaman sawi usia 4 MST, jumlah daun bertambah, sehingga memungkinkan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis yang lebih banyak.

---

[17] Andi Kurniawan, dkk, *Pengaruh Aplikasi Pupuk N dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcot (Brassica rapa var. chinensis) Flamingo F1*, Jurnal Produksi Tanaman, Vol. 5 (2), Februari 2017, hlm. 283.

[18] Giska Oktabriana, *Upaya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair*, hlm. 16.

Kesediaan unsur hara yang cukup mempengaruhi proses pertumbuhan vegetatif tanaman guna memenuhi kebutuhannya. Apabila tanaman kekurangan nutrisi dalam pertumbuhannya, maka akan menyebabkan terhambatnya pembelahan sel pada tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Menurut Setyati dalam Giska tahun 2017 menyatakan apabila unsur hara tersedia dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk proses pertumbuhan tanaman, pembelahan sel, proses fotosintesis, dan proses perpanjangan sel akan berjalan dengan cepat, sehingga organ tanaman akan tumbuh cepat terutama pada fase vegetatif.[19] Pada perlakuan sawi dengan memberikan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak apabila dibandingan dengan pemberian perlakuan air limbah tahu maupun air limbah kolam nila. Hal ini dikarenakan nutrisi pada air limbah tahu dan air limbah kolam nila digabung menjadi satu, sehingga pada pemberian perlakuan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila lebih banyak mengandung nutrisi yang menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman.

Pertumbuhan daun pada pemberian perlakuan air limbah tahu memiliki jumlah daun yang lebih sedikit apabila dibandingkan dengan pemberian perlakuan air limbah kolam nila dan gabungan air limbah tahu dan air limbah kolam nila. Hal ini dikarenakan pada air limbah tahu mengandung zat tepung sehingga menghambat proses penyerapan nutrisi yang cukup. Dengan demikian, dapat disimpulkan perbedaan jumlah daun pada tanaman sawi disebabkan karena perbedaan

[19] Giska Oktabriana, *Upaya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair*, hlm. 15.

kandungan nutrisi yang dapat diserap tumbuhan untuk mencukupi kebutuhan tanaman, sehingga tanaman sawi yang memiliki jumlah daun yang lebih banyak maka lebih banyak untuk melakukan proses fotosintesis.

Gambar 5.4 Perbedaan pertumbuhan tanaman sawi selama 5 MST

B. Hasil Penelitian Tahap

Hasil produk dalam penelitian ini yaitu media pembelajaran yang berupa *booklet* materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE.

1. Hasil analisis

Berdasarkan hasil analisis RPP seperti pada tabel 4.9, terdapat indikator yang harus dicapai siswa untuk dijadikan pedoman dalam mengembangkan *booklet* pertumbuhan tanaman sawi *(Brassica juncea* L.) sistem hidroponik. Siswa diharapkan dapat memahami perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Selain itu, berdasarkan pada hasil wawancara yang dilakukan dengan guru pengampu mata pelajaran biologi pada tanggal 23 Februari 2021 mengatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari mata pelajaran pertumbuhan dan perkembangan. Hal ini disebabkan karena terdapat kendala seperti media pembelajaran yang terbatas. Biasanya hanya menggunakan media pembelajaran

yang berupa buku, *power point*, gambar yang mendukung mengenai materi. Guru pengampu mata pelajaran biologi menyetujui apabila dikembangkannya media pembelajaran yang lainnya berupa *booklet*. *Booklet* disajikan tampilan yang menarik dan dilengkapi dengan isi materi serta gambar yang sesuai dengan materi pertumbuhan dan perkembangan. Harapan dengan adanya *booklet* tersebut yaitu dapat membantu pemahaman siswa dalam mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Berdasarkan hasil angket yang disebarkan melalui *google form* yang diberikan kepada siswa kelas XII MA Plus Keterampilan Al-Ma'arif Ponpes Panggung pada tabel 4.10, yaitu pada pertanyaan pertama "Apakah antusias mengikuti pelajaran biologi?", hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 70,8% menjawab iya, dan 29,2% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa siswa berantusias dalam mengikuti kegiatan pembelajaran dalam mata pelajaran biologi.

Analisis pertanyaan yang kedua yaitu "Apakah anda mengalami kesulitan mempelajari materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan?", hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 55,4% menjawab iya, dan 44,6% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami mata pelajaran pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Hal tersebut dapat terjadi karena waktu jam pelajaran yang terbatas, referensi yang dimiliki siswa terbatas, sehingga menyulitkan siswa dalam mencari informasi terkait materi tersebut.

Analisis pertanyaan yang ketiga yaitu “Apakah anda memiliki buku teks atau buku pegangan lain untuk materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan?”, hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 27,7% menjawab iya, dan 72,3% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa masih banyak siswa yang belum memiliki buku pegangan untuk mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Analisis pertanyaan yang keempat yaitu “Apakah anda mencari bahan lain selain buku yang disediakan di sekolah untuk membantu anda memahami materi yang diajarkan, misalnya; internet, majalah atau buku lainnya?”, hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 72,3% menjawab iya, dan 27,7% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa banyak siswa yang belum memiliki buku pegangan dan masih mencari referensi dari sumber lain seperti internet, modul, dan *booklet* untuk mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Analisis pertanyaan yang kelima yaitu “Apakah anda kesulitan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan ini?”, hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 50,8% menjawab iya, dan 49,2% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa siswa masih banyak yang mengalami kesulitan dalam memahami apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Analisis pertanyaan yang keenam yaitu “Apabila penyajian dalam bahan ajar didominasi dengan gambar, apakah anda terbantu untuk mempelajari

Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan?", hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 83,1% menjawab iya, dan 16,9% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa siswa lebih senang apaabila penyajian bahan ajar didominasi dengan gambar, sehingga dapat memotivasi siswa untuk membaca materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Analisis pertanyaan yang ketujuh yaitu "Apakah dalam materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Bapak/Ibu Guru memberikan penjelasan dengan bantuan Media belajar lainya (seperti poster, gambar dari internet dll)?", hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 84,6% menjawab iya, dan 15,4% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa siswa pada saat dijelaskan oleh guru terkait dengan materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, guru menggunakan media belajar yang lainnya seperti poster, gambar dari internet. Guru berharap siswa menjadi lebih banyak mendapat informasi dan lebih mudah dalam memahami mengenai materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan digunakan media belajar yang lainnya.

Analisis pertanyaan yang kedelapan yaitu "Apakah anda membutuhkan bahan ajar alternatif yang dapat digunakan untuk mempelajari Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan, yang lebih mudah dan menarik?", hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 89,2% menjawab iya, dan 10,8% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaaran yang menarik untuk mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan.

Analisis pertanyaan yang kesembilan yaitu “Apakah anda setuju jika dikembangkan bahan ajar Biologi berupa *Booklet* untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi tersebut mudah di pahami?”, hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 90,8% menjawab iya, dan 9,2% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa hampir semua siswa menjawab setuju jika dikembangkan bahan ajar Biologi berupa *booklet* untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga materi tersebut mudah di pahami.

Analisis pertanyaan yang kesepuluh yaitu “Apakah anda setuju jika *Booklet* hasil dari penelitian secara langsung?”, hasil yang diperoleh dari jawaban siswa yaitu 92,3% menjawab iya, dan 7,7% menjawab tidak. Berdsarkan pada pernyataan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa hampir semua siswa setuju apabila media pembelajaran berupa *booklet* merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan secara langsung.

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan media pembelajaran dapat ditarik kesimpulan bahwa banyak siswa yang berantusias dalam mengikuti pelajaran biologi, tetapi masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami materi pertumbuhan dan perkembangan. Hal tersebut dapat terjadi karena terbatasnya waktu dalam pembelajaran dan media pembelajaran yang kurang menarik, selama ini hanya menggunakan modul, *power point*, dan gambar yang mendukung materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Oleh karena itu, diperlukannya media pembelajaran yang baru yang lebih menarik untuk memudahkan dalam memahami materi tersebut. Salah satu media yang dapat

dikembangkan yaitu *booklet*, banyak siswa yang setuju apabila dikembangkan media pembelajaran yang berupa *booklet* yang dihasilkan dari penelitian secara langsung.

2. *Design* (Desain)

Media pembelajaran *booklet* yang telah dikembangkan ini mempunyai beberapa keunggulan, seperti *booklet* di desain dengan tampilan yang menarik, terdapat komponen isi *booklet* mulai dari kata pengantar, daftar isi, ayat Al-Qur'an mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman, pengertian pertumbuhan dan perkembangan, perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan, faktor internal dan eksernal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, pengertian dan klasifikasi tanaaman sawi, kandungan dan manfaat tanaman sawi bagi tubuh, pengertian hidoponik, penggunaan nutrisi organik dalam hidroponik, prosedur penanaman dengan menggunakan hidroponik, glossarium, daftar pustaka, dan yang terakhir bigrafi penulis.

Media pembelajaran *booklet* ini sudah layak untuk digunakan, karena isi materi pada *booklet* ringkas dan disertai dengan gambar. *Booklet* didesain dengan menarik dan menggunakan perpaduan warna yang mendukung untuk materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Selain itu, *booklet* dicetak dengan ukuran kertas yang sesuai ISO, yaitu menggunakan kertas *art paper* dengan ukuran kertas 14,8 x 21,0 cm sehingga *booklet* mudah untuk dibawa. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Mareta *dkk* pada tahun 2017, di dalamnya Simamora menyatakan bahwa *booklet* berguna untuk memberikan referensi pada sekelompok siswa yang mempunyai keterbatasan dalam mengakses sumber belajar. *Booklet*

bersifat fleksibel dan mudah untuk dibawa, serta isi *booklet* yang ringkas dan disertai dengan gambar, yang terdiri dari pendahuluan, isi, dan penutup.[20]

3. *Devlpoment* (Pengembangan)

Tahap pengembangan ini dilakukan validasi dari media pembelajaran berupa *booklet* yang telah dikembangkan. Validasi kelayakan media pembelajaran *booklet* dilakukan kepada beberapa ahli media, materi, dan guru pengampu mata pelajaran biologi. Validasi ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari media pembelajaran berupa *booklet* yang telah dikembangkan. Hasil dari ahli validasi ini dipaparkan dalam bentuk persentase dengan rincihan sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Validasi

No.	Nama	Keterangan	Persentase Skor
1.	Nanang Purwanto, M.Pd	Ahli Media	86,0%
2.	Arif Mustakim, M.Si	Ahli Materi	82,7%
3.	Ika Meysiswati, S.Pd	Guru Pengampu	87,2%

Hasil uji kelayakan media pembelajaran *booklet* setelah dilakukan validasi ke beberapa ahli validator dijabarkan sebagai berikut:

a. Hasil Validasi

1) Ahli Media

Ahli media yang melakukan validasi terhadap media pembelajaran berupa *booklet* yang telah dikembangkan yaitu Bapak Nanang Purwanto, M.Pd, yang dilakukan pada tanggal 15 Juni 2021. Validasi media dilihat dari komponen aspek kebahasaan, aspek desain dan gambar, serta aspek kemanfaatan sumber belajar.

[20] Mareta Arisswara Edy, *dkk, Pengembangan Booklet Penyuluan "Nata De Matoa" Bagi Para Petani Buah Matoa*, Jurnal Pendidikan, Vol. 2 (7), Juli 2017, hlm. 971.

Berdasarkan pada tabel 4.11 diperoleh hasil dari validasi ahli media dengan skor preentase sebesar 86%. Perolehan hasil validasi terssebut sesuai dengan acuan interpretasi skor yang menunjukkan sangat layak digunakan dengan revisi kecil. Selain itu, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator ahli media, diantaranya yaitu memberi judul pada cover, memperbesar ukuran huruf, mengganti foto air limbah tahu, dan jenis huruf harus konsisten.

Desain yang ditampilkan pada media pembelajaran berupa *booklet* ini dapat dikatakan valid, *booklet* ditampilkan dalam bentuk buku, dengan tata letak penulisan yang menarik, dan dilengkapi gambar yang sesuai dengan materi. Hal tersebut sesuai dengan perolehan skor yang diberikan oleh ahli media, yaitu sebesar 86%. Hasil yang diperoleh tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Nirmalasari pada tahun 2021, yang mendapatkan presentase sebesar 79%, apabila dikonversi sudah memenuhi kategori valid dan *booklet* sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran dilihat dari aspek kegrafisan/medianya.[21]

2) Ahli Materi

Ahli materi yang melakukan validasi terhadap media pembelajaran berupa *booklet* yang telah dikembangkan yaitu Bapak Arif Mustakim, M.Si, yang dilakukan pada tanggal 13 Juni 2021. Validasi materi dilihat dari komponen aspek isi/materi yang didalam *booklet*. Berdasarkan pada tabel 4.11 diperoleh hasil dari validasi ahli materi dengan skor preentase sebesar 82,7%. Perolehan hasil validasi tersebut sesuai dengan acuan interpretasi skor yang menunjukkan sangat layak

[21] Nirmalasari Meilia Putri, *Pengembangan Booklet sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Pengelolaan Bisnis Ritel Materi Perlindungan Konsumen Kelas XI BPD di SMKN Mojoagung,* (Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 2021), hlm 925

digunakan dengan revisi kecil. Selain itu, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator ahli materi, diantaranya penambahan materi mengenai POC dan kegunaannya, memberi keterangan pada alat dan bahan, serta menampilkan hasil penelitian tinggi dan jumlah daun tanaman sawi.

Materi yang terdapat pada media pembelajaran berupa *booklet* ini dapat dikatakan valid dan baik. Hal tersebut sesuai dengan perolehan skor yang diberikan oleh ahli materi, yaitu sebesar 82,7%. Hasil yang diperoleh tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk pada tahun 2018, yang mendapatkan presentase sebesar 79,4%, apabila dikonversi sudah memenuhi kategori valid dan *booklet* sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran dilihat dari aspek relevansi isi materinya.[22]

3) Guru Pengampu Mata Pelajaran Biologi

Guru pengampu mata pelajaran Biologi yang melakukan validasi terhadap media pembelajaran berupa *booklet* yang telah dikembangkan yaitu Ibu Ika Meysiswati, S.Pd, yang dilakukan pada tanggal 12 Juni 2021. Validasi oleh guru pengampu dilihat dari komponen aspek isi/materi, aspek kebahasaan, aspek desain dan gambar, serta aspek kemanfaatan belajar yang di dalam *booklet*. Berdasarkan pada tabel 4.11 diperoleh hasil dari guru pengampu dengan skor pressentase sebesar 87,2%. Perolehan hasil validasi tersebut sesuai dengan acuan interpretasi skor yang menunjukkan sangat layak digunakan dengan revisi kecil. Selain itu, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator guru pengampu, diantaranya

[22] Sari Sri Sukma, dkk., Pengembangan Bahan Ajar *Booklet untuk meningkatkan hasil belajar pokok bahasan momentum untuk siswa kelas X semester 2 SMAN 4 Yogyakarta*, (Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan, 2018), hlm 53-60

penambahan materi mengenai persilangan tanaman sawi, penambahan materi hormon kalin, dan pembenahan kata pada glosarium.

Aspek-aspek yang terdapat pada media pembelajaran berupa *booklet* ini dapat dikatakan valid dan baik. Hal tersebut sesuai dengan perolehan skor yang diberikan oleh ahli materi, yaitu sebesar 87,2%. Hasil yang diperoleh tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk pada tahun 2018, yang mendapatkan presentase sebesar 80,6%, apabila dikonversi sudah memenuhi kategori valid dan dilihat dari beberapa aspek *booklet* sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran.[23]

b. Pembahasan Produk (Revisi Produk Media Pembelajaran)

Berdasarkan hasil dari validasi oleh beberapa ahli, media pembelajaran berupa *booklet* dapat dinyatakan baik dan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam memahami materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Selain itu, ahli media, ahli materi, dan guru pengampu memberikan sedikit saran perbaikan di bagian yang kurang tepat agar media *booklet* yang dikembangkan menjadi lebih baik lagi. Hal tersebut dilakukan agar para pembaca dapat dengan mudah untuk memahaminya. Berikut merupakan gambaran mengenai *booklet* sebelum dan sesudah dilakukan revisi.

[23] *Ibid*…hlm. 56-60

1) Revisi oleh Ahli Media

Validator dari ahli media memberikan beberapa saran perbaikan mengenai:

a) Memberikan kata "*Booklet*" pada bagian cover

Gambar 5.5 Halaman cover sebelum direvisi

Ahli media memberikan saran bahwa pada bagian *cover* sebelum dilakukan revisi belum terdapat identitas nama bahan ajar yang dikembangkan. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkan identitas nama bahan ajar "*Booklet*" pada *cover* yang diletakkan di atas judul pertumbuhan tanaman sawi.

Gambar 5.6 Cover halaman sesudah direvisi

b) Memperbesar ukuran huruf pada arti ayat Al-Qr'an

Gambar 5.7 Ukuran huruf pada arti ayat Al-Qr'an sebelum direvisi

Ahli media memberikan saran bahwa pada bagian arti ayat sebelum dilakukan revisi ukuran *font*nya terlalu kecil. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan memberi ukuran *font* yang lebih besar agar lebih mudah untuk dibaca.

Ayat Al-Qur'an

هُوَ الَّذِيٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾
يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرْعَ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلْأَعْنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ
إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya:
Dia-lah yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu. sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya menyuburkan tumbuh-tumbuhan, yang (pada tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu (10). Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman: sayur-sayuran dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan (11).(Q.S. An-Nahl:10-11)"

Menurut Kemenag, dalam Q.S. An-Nahl: 10-11 di atas menjelaskan bahwa, Allah telah menurunkan hujan dari langit untuk dimanfaatkan dalam kehidupan makhluk hidup. Selain air hujan, air sisa pembuangan (limbah) juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair karena mengandung unsur hara yang berguna untuk pertumbuhan tanaman.

1

Gambar 5.8 Ukuran huruf pada arti ayat Al-Qr'an sesudah direvisi

c) Mengganti foto air limbah tahu pada wadah yang tidak ada labelnya

Gambar 5.9 Foto air limbah tahu sebelum direvisi

Ahli media memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi terdapat foto limbah air tahu dalam botol aqua yang masih memiliki label. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi), yaitu mengganti foto tersebut dengan foto limbah air tahu dalam botol yang tidak ada labelnya.

Tahukah Kamu Nutrisi Hidroponik Itu Dapat Dibuat Secara Organik?

Nutrisi organik pada hidroponik juga dapat disebut sebagai pupuk cair organik (POC). POC merupakan larutan hasil fermentasi bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang mengandung unsur hara untuk menunjang pertumbuhan tanaman. POC mempunyai kelebihan yaitu unsur hara yang dikandungnya lebih cepat tersedia dan mudah diserap oleh akar tanaman. POC dapat digunakan dengan disiramkan pada tanah yang kemudian diserap oleh akar. Selain itu, POC dapat digunakan secara langsung dengan cara disemprotkan pada daun atau batang tanaman. Contoh POC yang digunakan

Apakah Air Limbah Tahu Itu?

Air limbah tahu merupakan air limbah yang berasal dari sisa penggumpalan tahu yang dihasilkan selama proses pembuatan tahu. Air limbah tahu mengandung zat-zat organik seperti karbohidrat, mineral, kalsium, fosfor, serta zat besi untuk menunjang pertumbuhan tanaman yang bertindak sebagai sumber makanan bagi tanaman. Unsur-unsur organik yang dihasilkan dari limbah cair tahu akan mudah mengalami pembusukan dan mengeluarkan bau yang tidak sedap hasil fermentasi sehingga dapat mencemari air dan juga mencemari udara.

11

Gambar 5.10 Foto air limbah tahu sesudah direvisi

d) Konsistensi penulisan bab dan sub-bab

Ahli media memberikan saran bahwa pada bagian penulisan bab dan sub bab sebelum dilakukan revisi belum konsisten antara ukuran dan jenis *font*nya. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menyamakan ukuran dan jenis *font*nya.

2) Revisi oleh Ahli Materi

a) Penambahan teori pada POC

Gambar 5.11 Teori POC sebelum direvisi

Ahli materi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi materi mengenai POC masih kurang. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkanmateri mengenai POC yang lebih banyak dan lebih jelas lagi.

Gambar 5.12 Teori POC sesudah direvisi

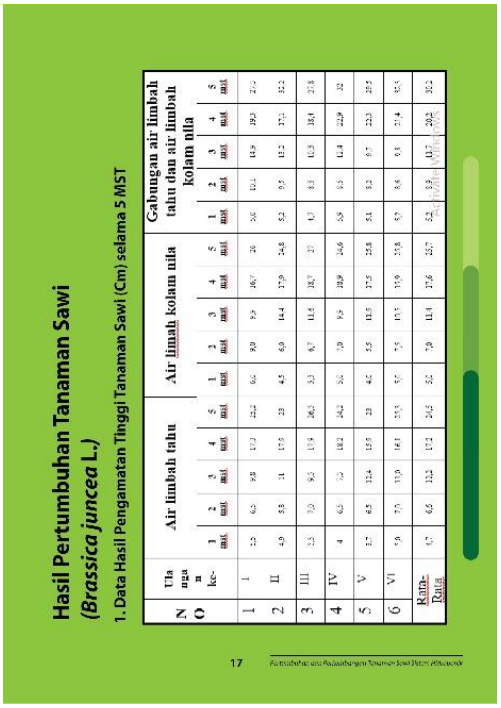
b) Memberikan nama pada alat dan bahan

Gambar 5.13 Penulisan nama pada alat dan bahan sebelum direvisi

Ahli materi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi masih belum terdapat keterangan di bawah gambar. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkan keterangan-keterangan alat apa saja yang ada di dalam gambar.

Gambar 5.14 Penulisan nama pada alat dan bahan sesudah direvisi

c) Menambahkan data hasil pertumbuhan dan perkembangan



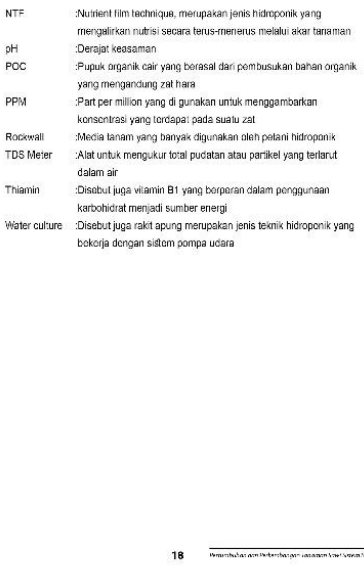
Gambar 5.15 Penambahan data hasil tinggi tanaman sawi

Ahli materi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi masih belum terdapat data hasil penelitian secara langsung mengenai pertumbuhan tanaman sawi. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkan data hasil penelitian secara langsung mengenai pertumbuhan tanaman sawi.

Gambar 5.16 Penambahan data hasil jumlah daun tanaman sawi

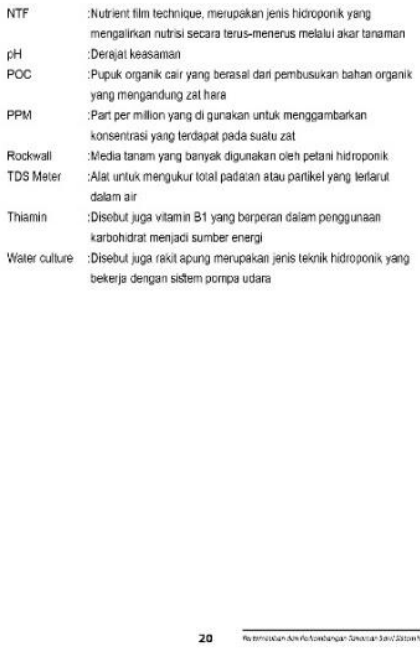
3) Revisi oleh Guru Pengampu

a) Kesalahaan penulisan



Gambar 5.17 Kesalahan tulisan sebelum direvisi

Guru pengampu mata pelajaran biologi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi masih ada bagian penulisan katanya yang salah, yaitu “pudatan”. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan mengganti kata yang salah “pudatan” menjadi “padatan”.



NTF	:Nutrient film technique, merupakan jenis hidroponik yang mengalirkan nutrisi secara terus-menerus melalui akar tanaman
pH	:Derajat keasaman
POC	:Pupuk organik cair yang berasal dari pembusukan bahan organik yang mengandung zat hara
PPM	:Part per million yang di gunakan untuk menggambarkan konsentrasi yang terdapat pada suatu zat
Rockwall	:Media tanam yang banyak digunakan oleh petani hidroponik
TDS Meter	:Alat untuk mengukur total padatan atau partikel yang terlarut dalam air
Thiamin	:Disebut juga vitamin B1 yang berperan dalam penggunaan karbohidrat menjadi sumber energi
Water culture	:Disebut juga rakit apung merupakan jenis teknik hidroponik yang bekerja dengan sistem pompa udara

20

Gambar 5.18 Kesalahan tulisan sesudah direvisi

b) Menambahkan materi hormon kalin

6) Kalin

Hormon kalin banyak dihasilkan pada jaringan meristem pada seluruh tubuh tumbuhan. Hormon kalin berfungsi untuk memacu pertumbuhan organ tumbuhan. Macam-macam hormon kalin yaitu filokalin (memacu pertumbuhan daun), kaulokalin (memacu pertumbuhan batang), rhizokalin (memacu pertumbuhan akar), dan anthokalin (memacu pertumbuhan bunga dan buah) .

2. Faktor eksternal

a. Nutrisi

Nutrisi merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Kualitas dan kuantitas nutrisi akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman membutuhkan nutrisi berupa air dan zat hara yang terlarut dalam air. Melalui proses fotosintesis, air dan karbon dioksida diubah menjadi zat makanan. Zat hara tidak berperan langsung dalam proses fotosintesis, namun sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

b. Cahaya Matahari

Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Tanaman sangat membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis. Namun keberadaan cahaya matahari yang terlalu tinggi ternyata juga dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan karena cahaya dapat merusak hormon auksin yang terdapat pada ujung batang.

c. Air dan pH

Air merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Selain itu, nilai pH (derajat keasaman) juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan. Apabila nilai pH sangat tinggi, maka dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi terhambat.

6

Gambar 5.19 menambahkan materi hormon kalin

Guru pengampu mata pelajaran biologi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi masih terdapat materi yang kurang, yaitu materi hormon kalin. Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkan materi mengenai hormon kalin tersebut.

c) Menambahkan materi persilangan Brassica *juncea* L.

Gambar 5.20 Penambahan materi sebelum direvisi

Guru pengampu mata pelajaran biologi memberikan saran bahwa pada bagian halaman ini sebelum dilakukan revisi masih belum terdapat materi persilangan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Kemudian dilakukan perbaikan (revisi) dengan menambahkan materi dan foto mengenai persilangan yang menghasilkan tanaman sawi.

Gambar 5.21 Penambahan materi sesudah direvisi

4. Impelementasi

Implementasi merupakan tahap melakukan uji coba keterbacaan produk *booklet,* hal tersebut dilakukan setelah *booklet* divalidasikan ke beberapa ahli dan dilakukan revisi menjadi layak untuk digunakan. Tahap implementasi ini dilakukan uji keterbacaan *booklet* kepada siswa kelas XII MA Plus Keterampilan Al-Ma'arif Ponpes Panggung yang telah ataupun sedang menempuh mata pelajaran pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sebanyak 16 responden.

Berdasarkan angket hasil uji keterbacaan yang disebarkan melalui *google form* yang diberikan kepada siswa kelas XII MA Plus Keterampilan Al-Ma'arif Ponpes Panggung pada tabel 4.13 terdapat 16 indikator yang digunakan dalan angket uji keterbacaan. Analisis indikator yang pertama yaitu "*Booklet* memiliki tampilan yang menarik, sehingga dapat menumbuhkan minat belajar", skor

persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 87,5%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa banyak responden yang menyukai tampilan desain *booklet* yang menarik, sehingga dapat menarik responden untuk membaca *booklet* Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Sistem Hidroponik.

Analisis indikator yang kedua yaitu "Isi *booklet* membantu memahami materi Pertumbuhan dan Perkembangan", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 85,93%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa media pembelajaran *booklet* dapat membantu siswa kelas XII dalam meningkatkan pemahaman terkait dengan materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Analisis indikator yang ketiga yaitu "Materi yang disajikan di dalam *booklet* mudah dipahami", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 89,06%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa materi yang disajikan dalam *booklet* jelas dan singkat sehingga siswa menjadi lebih mudah untuk memahami materi yang telah disajikan.

Analisis indikator yang keempat yaitu "Kalimat yang digunakan pada *booklet* jelas", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 92,18%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa *booklet* disajikan dengan kalimat yang jelas dann mudah untuk dipahami.

Analisis indikator yang kelima yaitu "Gambar yang disajikan dalam *booklet* jelas dan membantu saya memahami materi Pertumbuhan dan Perkembangan", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 93,75%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa *booklet* dilengkapi dengan gambar yang

mendukung materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, sehingga *booklet* cocok untuk digunakan sebagai referensi dalam pembelajaran.

Analisis indikator yang keenam yaitu "Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami deskripsi pertumbuhan dan perkembangan", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 85,93%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa kalimat yang digunakan dalam mendeskripsikan pertumbuhan dan perkembangaan mudah untuk dipahami serta didukung dengan gambar yang berkaitan dengan pertumbuhan sehingga memabntu siswa dalam memahami apa itu pertumbuha dan perkembangan.

Analisis indikator yang ketujuh yaitu "Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami perbedaan pertumbuhan dan perkembangan", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 90,62%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa penyjian materi perbedaan pertumbuhan dan perkembangan yang singkat dan dibentuk tabel memudahkan siswa untuk memahami dan mengingat perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan.

Analisis indikator yang kedelapan yaitu "Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 90,62%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa penyajian materi yang singkat dan jelas sehingga memudahkan siswa dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mulai dari faktor internal sampai pada faktor eksternal.

Analisis indikator yang kesembilan yaitu “Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami deskripsi tanaman sawi”, skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 89,06%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa *booklet* membantu siswa dalam mendeskripsikan tanaman sawi dengan kalimat mudah dipahami.

Analisis indikator yang kesepuluh yaitu “Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami klasifikasi tanaman sawi”, skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 89,06%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa siswa dapat mengetahui sistem klasifikasi pada tanaman sawi mulai dari kingdom sampai dengan spesies tanaman sawi.

Analisis indikator yang kesebelas yaitu “Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami manfaat dan kandungan tanaman sawi”, skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 87,5%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa dengan adanya *booklet* tersebut, siswa dapat mengetahui kegunaan dan manfaat apabila mengkonsumsi tanaman sawi.

Analisis indikator yang kedua belas yaitu “Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami deskripsi hidroponik”, skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 87,5%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa siswa dapat mengetahui pengertian hidroponik dan macam-macam teknik yang terdapat pada hidroponik.

Analisis indikator yang ketiga belas yaitu “Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami nutrisi organik hidroponik”, skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 85,93%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan

bahwa *booklet* membantu siswa dalam memahami nutrisi organik yang berbentuk cair sehingga dapat digunakan untuk nutrisi pada sistem hidroponik, seperti penggunaan air limbah tahu dan air limbah kolam nila sebagai nutrisi tanaman dengan sistem hidroponik.

Analisis indikator yang keempat belas yaitu "Isi *booklet* dapat membantu saya dalam memahami cara budidaya tanaman sawi secara hidroponik", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 90,62%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa dengan adanya *booklet* ini dapat membantu siswa dalam memahami prosedur dalam proses menanam secara hidroponik mulai dari proses penyemaian sampai dengan proses pindah tanam. Selain itu, di dalam *booklet* juga dilengkapi dengan gambar pada setiap tahapnya.

Analisis indikator yang kelima belas yaitu "*Booklet* pertumbuhan tanaman sawi sistem hidroponik cocok digunakan untuk siswa kelas XII", skor persentase rata-rata yang diperoleh sebesar 87,5%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, siswa menyatakan bahwa *booklet* Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Sistem Hidroponik ini cocok untuk digunakan sebagai bahan ajar siswa kelas XII dalam mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Berdasarkan pada analisis hasil angket uji keterbacaan, dari kelima belas indikator penilaian yang diberikan oleh responden sebanyak 16 siswa mendapatkan hasil rata-rata total presentase skor sebesar 88,99%, sehingga dapat ditarik kesimpulan berdasarkan interpretasi penilaian kelayakan produk 81,2-100%, media pembelajaran *booklet* yang telah telah dikembangkan masuk dalam kategori sangat layak apabila digunakan sebagai bahan ajar pada siswa kelas XII khususnya pada

mata pelajaran biologi mengenai materi perumbuhan dan perkembangan. Dengan adanya *booklet* ini dapat meningkatkan pemahaman siswa pada materi pertubuhan dan perkembangan tumbuhan. *Booklet* didesain dengan tampilan yang menarik dan disertai dengan gambar yang mendukung, sehingga *booklet* dapat menumbuhkan minat baca siswa. Selain itu, materi pada *booklet* menggunakan kalimat yang jelas dan singkat sehingga bahasa *booklet* mudah untuk dipahami.

5. Evaluasi

Evaluasi merupakan tahap terakhir dari model pengembangan ADDIE. Di tahap ini dilakukan perbaikan pada media pembelajaran *booklet* yang telah dikembangkan. Berdasarkan uji keterbacaan yang telah dilakukan responden ke beberapa siswa didapatkan hasil penilaian bahwa *booklet* yang telah dikembangkan dapat dikategorikan baik, akan tetapi terdapat beberapa saran dari responden untuk dilakukan revisi produk supaya produk menjadi lebih baik dan layak untuk digunakan. Berdasarkan pada angket uji keterbacaan siswa, terdapat saran yang diberikan siswa yaitu mengubah warna pada *shapes* supaya tidak kontras dengan *background.*

Gambar 5.22 Pewarnaan *background* pada *shapes* sebelum direvisi

Warna *background* bagian *shapes* pada *booklet* halaman 7 sebelum direvisi berwarna hijau sehingga terlihat kontras dengan warna tanaman dan menjadi kurang menarik. Kemudian langkah untuk mengatasi hal ini yaitu dengan mengubah warna menjadi warna kuning dengan bagian tepi *shapes* dibuat gradasi warna mulai dari warna kuning sampai warna *orange*.

Gambar 5.23 Pewarnaan *background* pada *shapes* setelah direvisi

Booklet pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) sistem hidroponik sudah layak jika digunakan sebagai media pembelajaran pada siswa yang sedang menempuh mata pelajaran pertumbuhan dan perkembangan. Selain itu tujuan dibuat *booklet* untuk memberi informasi kepada siswa bahwa limbah juga dapat dijadikan pupuk pada tanaman. Dengan memanfaatkan limbah menjadi pupuk organik, maka dapat mengurangi pencemaran lingkungan.