

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **A. Pengaruh Penambahan Air Limbah Nasi Dan Air Limbah Industri Tempe Serta Gabungan Keduanya Terhadap Tinggi Tanaman Tomat**

Berdasarkan uji statistik *One Way Anova* diketahui pemberian pupuk organik cair dari limbah tempe, limbah nasi, dan gabungan limbah tempe dan nasi berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman tomat. Pengamatan pada tinggi tanaman ialah salah satu indikator pertumbuhan sehingga menjelaskan bahwa tanaman tersebut mengalami proses pertumbuhan. Berdasarkan hasil statistik *One Way Anova* diketahui bahwa pemberian POC limbah tempe, limbah nasi dan gabungan limbah tempe dan nasi menunjukkan nilai  $0,000 < 0,05$  berpengaruh terhadap tinggi tanaman.

Data hasil rata-rata tinggi tanaman tomat menunjukkan perlakuan P1 (pupuk organik cair dari limbah tempe) menghasilkan tanaman paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil rata-rata tinggi tanaman pada minggu ke 6 paling tinggi pada perlakuan tanaman yang diberi pupuk organik cair dari limbah tempe (P1) yaitu 73,7 cm, kemudian disusul perlakuan yang diberi pupuk organik cair dari air limbah nasi (P2) yaitu 72,7 cm dan yang paling rendah adalah pada perlakuan yang diberi pupuk organik cair gabungan dari air limbah nasi dan air limbah industri tempe (P3) yaitu 68,8 cm.

Menurut hasil analisis yang sudah dilakukan oleh BBTCL Yogyakarta, menunjukkan bahwa air limbah perendaman kedelai mengandung unsur N, P, K

yang cukup tinggi sehingga kebutuhan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk proses pertumbuhannya tercukupi. Pemberian pupuk cair berbahan limbah industri tempe mengandung unsur-unsur yang sangat baik bagi pertumbuhan tanaman. Unsur-unsur tersebut akan terdekomposisi dengan baik, sehingga siap untuk diserap oleh tanaman tomat guna untuk pertumbuhannya dalam hal ini adalah tinggi tanaman. Untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, nitrogen ialah unsur hara utama yang dapat mempengaruhi. Tinggi tanaman ialah ukuran tanaman yang paling sering diamati baik secara indikator pertumbuhan ataupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Hal ini di dasarkan atas kenyataan bahwa tinggi tanaman ialah indikator pertumbuhan yang paling mudah diukur<sup>1</sup>.

Unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tinggi tanaman ialah nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen yang terkandung pada pupuk air limbah industri tempe ini bisa memacu pertumbuhan vegetatif yang ditunjukkan dengan semakin tingginya tanaman. Nitrogen dibutuhkan pada proses sintesis protein. Protein ialah penyusun utama protoplasma yang bisa digunakan sebagai pusat proses metabolisme tanaman yang kemudian bisa memacu pembelahan serta pemanjangan sel, sehingga batang tanaman semakin memanjang<sup>2</sup>. Nitrogen merupakan unsur hara yang paling utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Nitrogen sangat diperlukan untuk pembentukan organ vegetatif tanaman

---

<sup>1</sup> Zuchrotus Salamah, dkk, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomea eptans, Poir)* Kultivar Kencana, Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Penerapan MIPA FAKultas FMIPA UNY, 2009, hlm 282

<sup>2</sup> Bambang P, *Pengaruh Media dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) secara Hidroponik*, Jurnal Agrosains, 2001, hlm 65.

seperti, batang, akar, dan daun. Unsur nitrogen ialah salah satu penyusun protein sebagai pembentuk jaringan dalam makhluk hidup dan di dalam tanah unsur nitrogen yang paling menentukan pertumbuhan tanaman. Nitrogen mempunyai peranan penting guna penyusun klorofil yang menjadikan daun berwarna hijau<sup>3</sup>.

Fosfor yang ada dalam air limbah industri tempe dapat mempercepat pertumbuhan akar, meningkatkan produksi biji, serta mempercepat pemasakan buah. Jika tanaman kekurangan fosfor maka tanaman tersebut akan menjadi kerdil, perkembangannya tidak baik, proses pemasakan buah akan terlambat, dan menyebabkan daun berwarna kuning sebelum waktunya<sup>4</sup>. Fosfor merupakan unsur hara penting bagi tumbuhan setelah nitrogen. Senyawa fosfor memiliki peran dalam pembelahan sel, pemasakan buah. Merangsang pertumbuhan awal pada akar, transport energi pada sel, pembentukan buah serta produksi biji. Fosfor ialah unsur hara esensial tanaman. Tidak ada unsur lain yang bisa menggantikan fungsinya dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan atau mengandung fosfor secara cukup agar pertumbuhannya bisa normal. Fungsi penting fosfor di bagi tanaman ialah guna sebagai proses fotosintesis, transfer dan penyimpanan energi, respirasi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses lainnya. Fosfor ini ada pada setiap tanaman yang berfungsi sebagai penyusun protoplasma sel dan sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis yaitu pada saat pembentukan ATP pada fosforilasi dan fosforilasi oksidatif. Fosfor ialah unsur hara makro yang

---

<sup>3</sup> Suhartini, *Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair dari Limbah Daun-Daunan dan Urine Kambing dengan Penambahan Bioaktivator Ragi Tape*, Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar, 2020, hlm 10-11

<sup>4</sup> Suwardiyono, dkk, *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effektive Mikroorganisme*, Jurnal Inovasi Teknik Kimia Vol. 4 No. 2, 2019, hlm 44-45

dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar. Bentuk fosfor dalam tanah ialah organik dan anorganik. Fungsi fosfor bagi pertumbuhan tanaman guna merangsang pertumbuhan akar atau umbi, pembentukan bunga serta memperkokoh tegaknya batang. Kandungan fosfor ini paling banyak ditemukan pada bagian batang karena pada proses pertumbuhan fungsi dari batang tanaman akan terus dibutuhkan dibandingkan dengan bagian umbi serta bunga yang hanya ada pada waktu tertentu. Kekurangan unsur hara bisa mengakibatkan tanaman mudah rebah dan proses pematangan terhambat<sup>5</sup>.

Unsur lainnya adalah Kalium, yang mana kalium ini berfungsi dalam proses fisiologis, metabolisme karbohidrat, pembentukan, pemecahan, dan translokasi pati. Apabila tanaman memiliki kadar kalium yang cukup maka pembentukan dan pembesaran ukuran sel pada bagian tanaman menjadi normal. Tanaman yang mengandung unsur K dengan cukup akan tumbuh lebih cepat karena kalium bisa memelihara tekanan turgor sel secara konstan. Tekanan turgor sel yang konstan dapat memacu pembesaran sel-sel yang menyusun jaringan meristem sehingga dapat menghasilkan tanaman yang tinggi dan tegak<sup>6</sup>.

Pupuk dari limbah nasi mengandung mikroorganisme yang berguna untuk tanaman dan kesuburan tanah. Selain itu mikroorganisme di dalamnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman serta kesehatan tanah. Mikroorganisme lokal (MOL) nasi yang mengandung mikroba mampu memperbaiki struktur tanah dan memperbaiki aerasi tanah menjadi lebih baik sehingga dengan

---

<sup>5</sup> Suhartini, *Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair dari Limbah Daun-Daunan dan Urine Kambing dengan Penambahan Bioaktivator Ragi Tape*, Makassar: Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar, 2020, hlm 11-12

<sup>6</sup> Laegraid et al, *The Important of Macro Nutrien*, Ohio: Science Direct, 1999, hlm 4

adanya mikroba ini, akar tanaman menjadi lebih mudah untuk mendapatkan unsur hara karena unsur hara menjadi tersedia bagi tanaman. Di dalam MOL nasi mengandung banyak mikroba yang bisa membantu sebagai dekomposer untuk ketersediaan unsur hara tanah agar bisa diserap oleh tanaman. Larutan mikroorganisme juga sering dikatakan sebagai salah satu pupuk hayati. Bentuk umum mikroba terdiri dari satu sel (*uniseluler*) seperti yang umum didapatkan dari bakteri, jamur, dan mikroalga. Selain itu juga bisa berbentuk *filament* atau serat yaitu rangkaian sel yang terdiri dari dua sel atau lebih yang memiliki bentuk rantai seperti yang didapatkan pada bakteri, jamur, dan mikroalga<sup>7</sup>.

Mikroorganisme yang terkandung dalam mol nasi basi ialah *Azotobacter* yang berfungsi sebagai dekomposer. MOL ini bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair ataupun pupuk hayati yang bisa diaplikasikan pada media tanam. *Azotobacter* memiliki mekanisme lengkap sebagai mikroba potensial yaitu menyediakan nitrogen, fitohormon dan antifungi. PGPR *Azotobacter* meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen<sup>8</sup>, yang mana nitrogen tersebut berfungsi untuk pembentukan organ vegetatif tanaman seperti, batang, akar, dan daun.

Perbedaan rata-rata tinggi tanaman disebabkan karena perbedaan kandungan nutrisi (N,P,K) dalam pupuk dari limbah nasi dan limbah tempe. Pupuk dari limbah

---

<sup>7</sup> Ikra Mursalim, *Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Mikroorganisme Lokal Media Nasi, Batang Pisang, dan Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica Juncea) di Kebun Pendidikan Biologi UIN Alaudin Makassar*, Skripsi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alaudin Makassar, 2018, hlm 15-16

<sup>8</sup> Reginawanti Hindersah, dkk, *Bakteri Pemfiksasi Nitrogen Azotobacter sebagai Pupuk Hayati dan Pengendali Penyakit pada Tanaman Kacang Panjang*, Bandung: AGRIC Volume 30 No. 1, 2018, hlm 26

tempe memiliki lebih banyak kandungan nutrisi (N,P,K) yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga hasil rata-rata tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk limbah dari nasi. Sedangkan pupuk dari limbah nasi ini lebih banyak mengandung mikroba yang dapat membantu dekomposer untuk ketersediaan unsur hara tanah agar bisa diserap oleh tanaman.

Pada pupuk organik cair dari air limbah industri tempe dalam pembuatannya juga ditambahkan dengan *Effective Mikroorganism* (EM4) yang mana dalam EM 4 ini mengandung lebih banyak mikroorganisme dibandingkan dari limbah nasi. EM4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. EM4 yang diaplikasikan sebagai inokulan untuk meningkatkan keanekaragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman, yang selanjutnya dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, kuantitas, dan kualitas produksi tanaman. Pencampuran bahan organik seperti pupuk kandang atau limbah rumah tangga dan limbah pertanian dengan EM4 merupakan pupuk organik yang sangat efektif untuk meningkatkan produksi pertanian. Campuran ini disamping dapat digunakan sebagai starter mikroorganisme yang menguntungkan yang ada di dalam tanah juga dapat memberikan respon positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. EM4 diformulasikan dalam bentuk cairan dengan warna coklat kekuning-kuningan, berbau asam dengan pH 3,5 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp. Dan tiga jenis mikroorganisme lainnya, yaitu bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp. Dan *yeast* yang bekerja secara sinergis untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. EM4 juga dapat merangsang perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme lain yang

menguntungkan seperti pengikat nitrogen, bakteri pelarut fosfat, mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap patogen serta dapat menekan pertumbuhan jamur patogen tular tanah dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk dan pestisida kimia. EM4 juga dapat digunakan untuk memproses bahan limbah menjadi kompos dengan proses yang lebih cepat dibandingkan pengolahan limbah secara tradisional<sup>9</sup>. Pada penelitian terdahulu pemberian EM4 terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman cabai (*C. frutescens* L.), menunjukkan bahwa perlakuan dengan EM4 memberi hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Parameter tinggi tanaman dan diameter mahkota memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kontrol<sup>10</sup>.

Pembuatan pupuk organik cair dari limbah nasi tidak ditambahkan dengan EM4 dan tidak diketahui berapa banyak jumlah MOL yang ada dalam pupuk tersebut. Kemungkinan kandungan bakteri dan unsur hara pada pupuk organik limbah cair dari limbah industri tempe juga mengandung lebih banyak mikroorganisme dibandingkan dari pupuk organik cair dari limbah nasi. Oleh karena itu tinggi tanaman yang diberikan pupuk organik cair dari air limbah industri tempe lebih tinggi dari pada pupuk organik cair dari limbah nasi.

Rata-rata tinggi tanaman pada pupuk gabungan air limbah nasi dan air limbah industri tempe memiliki hasil rata-rata tinggi tanaman paling rendah, hal ini dapat disebabkan karena pemberian dosis tanaman yang berlebihan. Kemungkinan

---

<sup>9</sup> Nana Dyah Siswati, dkk, *Kajian Penambahan Effective Mikroorganism (EM4) Pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas*, Surabaya: Buana Sains Volume 9 Nomor 1, 2009, hlm 66-67

<sup>10</sup> Shalahuddin Mukti Prabowo, dkk, *Efektivitas Penggunaan EM4 Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)*, Surakarta: AGRIC Jurnal Ilmu Pertanian Volume 30 Nomor 1, 2018, hlm 21

pemberian gabungan antara POC dari limbah nasi dengan konsentrasi 75% dan POC dari limbah tempe dengan konsentrasi 75% melebihi kebutuhan tanaman. Sesuai yang dikemukakan oleh Sarief tahun 1968 bahwa pemberian pupuk disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Apabila diberikan dalam jumlah yang berlebihan maka dapat menyebabkan tanaman keracunan atau bahkan dapat menghambat pertumbuhan. Sedangkan pemberian dosis yang kecil tidak dapat memberikan pengaruh yang signifikan<sup>11</sup>.

#### **B. Pengaruh Penambahan Air Limbah Nasi Dan Air Limbah Industri Tempe Serta Gabungan Keduanya Terhadap Jumlah Daun Tanaman Tomat**

Rata-rata jumlah daun yang paling banyak pada minggu ke-6 didapat pada perlakuan tanaman yang diberikan pupuk organik cair dari air limbah industri tempe (P1) dengan rata-rata 16,3, kemudian disusul pada perlakuan pemberian pupuk organik cair limbah nasi (P2) dengan rata-rata 14,1 dan yang terendah ialah perlakuan pemberian pupuk organik cair gabungan dari air limbah industri tempe dan limbah nasi (P3) dengan rata-rata 13,0. Berdasarkan uji statistik *One Way Anova* diketahui pada pemberian pupuk organik cair dari limbah tempe, limbah nasi, dan gabungan dari limbah tempe dan nasi berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman tomat. Pengamatan pada jumlah daun tanaman diperlukan sebagai salah satu indikator pertumbuhan sehingga bisa menjelaskan bahwa tanaman tersebut mengalami proses pertumbuhan. Berdasarkan hasil statistik *One Way Anova*

---

<sup>11</sup> Ade Fitriani, *Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (Phaseolus radiates L.)*, Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Bengkulu, 2014, hlm 21

diketahui bahwa pemberian POC limbah tempe, limbah nasi dan gabungan limbah tempe dan nasi menunjukkan nilai  $0,000 < 0,05$  berpengaruh terhadap jumlah tanaman.

Secara umum daun ialah organ yang bisa menghasilkan fotosintat utama pada tanaman. Jumlah daun yang banyak akan menyediakan tempat fotosintesis yang lebih banyak, sehingga akan diperoleh fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat berguna untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sisanya disimpan dalam organ tanaman dalam bentuk biomassa<sup>12</sup>.

Pupuk organik cair dari limbah tempe mengandung unsur N, P, dan K yang baik. Untuk membantu proses pertumbuhan daun, dibutuhkan dengan adanya unsur nitrogen. Lakitan, 2007, menyatakan bahwa unsur N ialah komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, yang terkandung dalam klorofil. Unsur hara N dapat merangsang pembentukan hijau daun yang sangat penting untuk proses fotosintesis. Hal serupa juga diungkapkan oleh Lingga, 1986, yaitu pemberian pupuk bisa menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak karena pupuk mengandung unsur N. Daun ialah organ penting bagi tanaman yang berguna sebagai tempat fotosintesis. Melalui proses fotosintesis maka akan terjadi pembentukan karbohidrat. Peningkatan jumlah daun menunjukkan peningkatan secara kuantitatif seiring dengan meningkatnya umur tanaman yang berhubungan dengan perkembangan sel. Semakin besar dan banyak jumlah daun maka jumlah karbohidrat yang dihasilkan dari proses fotosintesis semakin banyak. Tanaman

---

<sup>12</sup> Eviamanasye Firmaniar, *Pengaruh Pemberian Campuran EM4, Tetes Tebu, dan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (Alternanthera amonea Voss)*, Yogyakarta: Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sanata Dharma, hlm 62

memerlukan karbohidrat guna pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga dengan tersedianya karbohidrat yang cukup, maka pembentukan daun berjalan cepat dan berpengaruh terhadap jumlah daun serta kualitas produksi suatu tanaman<sup>13</sup>.

Kandungan nitrogen pada limbah tempe dapat merangsang dalam pembentukan hijau daun dan akan menghasilkan jumlah daun lebih banyak sehingga hasil rata-rata jumlah daun pada tanaman yang diberikan pupuk dari limbah tempe lebih tinggi dibandingkan pupuk dari limbah nasi dan pupuk dari limbah nasi dan tempe. Pemberian pupuk dari limbah nasi menduduki hasil rata-rata pada urutan kedua, hal ini disebabkan oleh mikroba yang membantu dekomposer untuk ketersediaan unsur hara tanah kemungkinan tidak diserap secara baik oleh tanaman, sehingga unsur nitrogen yang sudah tersedia oleh tanah yang dikandung lebih sedikit dibandingkan dengan unsur nitrogen pada pemberian pupuk dari limbah tempe. Sedangkan tanaman yang diberikan pupuk dari gabungan limbah tempe dan limbah nasi memiliki hasil rata-rata yang paling rendah dikarenakan dengan penggabungan dua pupuk tersebut menyebabkan konsentrasi yang terlalu tinggi. Semakin tinggi konsentrasi larutan nutrisi dapat menyebabkan munculnya banyak endapan pada media tanam akibat aktivitas mikroorganisme sehingga diduga air dan unsur hara tidak dapat mengalir dan diserap oleh tanaman.

---

<sup>13</sup> Zuchrotus Salamah, dkk, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomea eptans, Poir)* Kultivar Kencana, Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Penerapan MIPA FAkultas FMIPA UNY, 2009, hlm 283

Selain itu pada konsentrasi yang lebih tinggi, kemungkinan gugurnya daun lebih besar dan menyebabkan jumlah daun sedikit<sup>14</sup>.

### **C. Pengembangan Media Pembelajaran Berupa *E-Booklet***

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini ialah media pembelajaran berupa *e-booklet* materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan model ADDIE.

#### **1. Hasil Analisis Kebutuhan**

Hasil angket kebutuhan mahasiswa yang telah disebar melalui *google form* yang diberikan kepada mahasiswa UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung khususnya jurusan Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah fisiologi tumbuhan pada tabel 4.11 yaitu pada pertanyaan pertama “Apakah Anda menemui kesulitan saat mempelajari mata kuliah fisiologi tumbuhan?”, hasil yang diperoleh dari jawaban mahasiswa yaitu 87,9% menjawab iya dan 12,1% menjawab tidak. Berdasarkan pertanyaan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa mahasiswa memiliki antusias untuk mengikuti kegiatan pembelajaran mata kuliah fisiologi tumbuhan.

Analisis pertanyaan kedua “Apakah Anda memiliki buku teks/pegangan lain untuk mempelajari materi fisiologi tumbuhan?” jawaban yang diperoleh dari mahasiswa ialah 54,5% menjawab iya dan 45,5% menjawab tidak. Berdasarkan pertanyaan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa masih banyak siswa yang

---

<sup>14</sup> Ikra Mursalim, *Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Mikroorganisme Lokal Media Nasi, Batang Pisang, dan Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica Juncea) di Kebun Pendidikan Biologi UIN Alaudin Makassar*, Skripsi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alaudin Makassar, 2018., hlm 60

belum memiliki buku teks untuk mempelajari mata kuliah fisiologi tumbuhan khususnya pada materi pertumbuhan dan perkembangan.

Analisis pertanyaan ketiga ialah “Apakah media pembelajaran yang ada sekarang dan yang digunakan sudah cukup untuk mendukung proses pembelajaran?”, hasil yang diperoleh ialah 24,2% menjawab iya dan 75,8% menjawab tidak. Dari pertanyaan ini dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran masih kurang mendukung dan masih membutuhkan media pembelajaran yang lain untuk mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan.

Analisis pertanyaan keempat yaitu “Apakah diperlukan menggunakan media pembelajaran lain untuk menunjang pembelajaran di kelas?” hasil yang diperoleh yaitu 100% menjawab iya. Dari hasil yang diperoleh ini dapat disimpulkan bahwa seluruh mahasiswa masih membutuhkan media pembelajaran yang lain seperti internet, *e-booklet*, dan media lainnya untuk menunjang pembelajaran di kelas.

Analisis kelima adalah “Apakah dalam proses pembelajaran pernah menggunakan media pembelajaran berupa *e-booklet*?”, hasil yang diperoleh adalah 24,4% menjawab iya dan 75,8% menjawab tidak. Dari hasil ini dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam proses pembelajaran tidak pernah menggunakan media pembelajaran *e-booklet* maka dari itu perlu dikembangkan media pembelajaran *e-booklet* mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Analisis keenam ialah “Apakah anda telah mengetahui media pembelajaran berupa *e-booklet*?” hasil jawaban yang diperoleh dari pertanyaan ini ialah 81,8%

menjawab iya dan 18,2% menjawab tidak. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa banyak mahasiswa yang sudah mengetahui media pembelajaran berupa *e-booklet*.

Analisis ketujuh “Apakah Anda setuju apabila dikembangkan bahan ajar berupa *e-booklet* yang digunakan dalam membantu proses pembelajaran sehingga materi tersebut mudah dipahami?”, hasil jawaban yang diperoleh ialah 100% menjawab iya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa mahasiswa mempunyai antusias belajar yang tinggi dan memiliki rasa ingin tahu mengenai bahan ajar berupa *e-booklet*.

Analisis kedelapan “Apakah Anda setuju apabila dikembangkan bahan ajar berupa *e-booklet* tersebut dari penelitian secara langsung?” hasil jawabannya ialah 100% menjawab iya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa seluruh mahasiswa setuju jika dikembangkan bahan ajar *e-booklet* dari penelitian secara langsung.

Analisis kesembilan “Apakah anda menyukai apabila dikembangkan media pembelajaran *e-booklet* dengan menggunakan variasi *font* berbeda beserta gambar yang menarik?” hasil jawaban dari pertanyaan tersebut ialah 97% menjawab iya dan 3% menjawab tidak. Dari jawaban yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh mahasiswa menginginkan media pembelajaran *e-booklet* yang akan dikembangkan menggunakan variasi *font* yang berbeda serta gambar yang menarik.

Analisis kesepuluh “Apakah Anda setuju apabila media pembelajaran *e-booklet* dapat disebar luaskan atau dibagikan melalui *e-mail* saja!” hasil jawaban dari pertanyaan ini adalah 57,6% menjawab iya dan 42,4% menjawab tidak. Dapat disimpulkan bahwa separuh dari mahasiswa setuju apabila *e-booklet* disebarluaskan melalui *email* saja tetapi yang separuhnya tidak, kemungkinan jika disebar

melalui *email* kurang efektif karena sebagian mahasiswa juga jarang untuk membuka *email*.

Berdasarkan hasil angket kebutuhan dapat disimpulkan bahwa mahasiswa masih banyak yang kesulitan untuk mempelajari mata kuliah fisiologi tumbuhan khususnya pada materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, hal ini disebabkan sebagian mahasiswa masih belum memiliki buku teks yang lain untuk mempelajari materi tersebut. Media pembelajaran yang digunakan juga masih belum mendukung, kemungkinan pada saat proses pembelajaran mahasiswa hanya menggunakan media internet atau *power point* yang telah diberikan oleh pengampu materi. Karena masih kurangnya media tersebut mahasiswa memerlukan media pembelajaran lain untuk menunjang proses pembelajaran di dalam kelas. Mahasiswa masih banyak yang belum menggunakan *e-booklet* saat kegiatan belajar mengajar, tetapi hampir seluruh mahasiswa telah mengetahui mengenai *e-booklet*. Seluruh mahasiswa setuju dengan dikembangkannya *e-booklet* dari penelitian secara langsung untuk mempermudah memahami materi. Dalam pengembangan *e-booklet* mahasiswa mengharapkan adanya variasi *font* dan juga gambar yang menarik. Sebagian mahasiswa menyetujui jika *e-booklet* tersebut disebarluaskan melalui *email*.

## **2. Design (Desain)**

*E-booklet* yang telah dikembangkan ini mempunyai beberapa keunggulan, seperti *e-booklet* ini mempunyai desain yang menarik. *E-booklet* ini mempunyai *cover* yang menarik, di dalamnya terdapat komponen isi berupa kata pengantar, daftar isi, ayat Al-Qur'an mengenai pertumbuhan dan perkembangan tanaman,

pengertian pertumbuhan dan perkembangan, perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan tanaman, penjelasan mengenai tanaman tomat mulai dari klasifikasi, ciri-ciri, kandungan, serta manfaat tomat. Pengertian pupuk organik cair yang mencakup pengertian, kelebihan dan kekurangan, serta manfaat pupuk organik cair. Pupuk organik cair dari limbah nasi yang didalamnya mencakup pengertian, beberapa kandungannya dan juga cara pembuatan pupuk organik cair dari limbah nasi. Selanjutnya mengenai pupuk organik cair dari limbah tempe yang mencakup pengertian, kandungan, serta cara pembuatannya. *E-booklet* ini juga berisi mengenai cara menanam tanaman tomat dengan *polybag*, glossarium, daftar isi, dan biografi penulis.

*E-booklet* ini sudah layak digunakan, karena di dalam *e-booklet* terdapat isi materi yang cukup ringkas yang disertai dengan beberapa gambar. *E-booklet* ini juga didesain menarik dengan menggunakan perpaduan warna yang cocok untuk mendukung materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *E-booklet* ini dapat dibuka melalui *link anyflip* yang telah dibagikan oleh penulis yang mudah diakses kapan saja dan dimana saja. *Link* tersebut ialah <https://anyflip.com/dhcs/ylyf/>. *Link* yang telah dibagikan dapat diakses melalui *gadget* yang mana kebanyakan mahasiswa sering membawa *gadget* ketika bepergian sehingga saat membaca *e-booklet* ini mahasiswa tidak perlu membawa buku kemana-mana.

### **3. Development (Pengembangan)**

Tahap pengembangan ini peneliti melakukan validasi *e-booklet* yang telah dikembangkan. Validasi kelayakan dilakukan kepada ahli materi dan juga ahli media. Dilakukannya validasi ini agar mengetahui kelayakan *e-booklet* yang telah

dikembangkan. Hasil validasi dari ahli materi dan ahli media dipaparkan dalam bentuk persentase dengan rincian sebagai berikut:

**Tabel 5.1 Persentase Skor Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media**

No.	Nama	Keterangan	Persentase Skor
1.	Arif Mustakim, M.Si.	Ahli Materi	78,94%
2.	Nanang Purwanto, M.Pd.	Ahli Media	89,58%

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

**a. Hasil Validasi**

1) Ahli Materi

Ahli materi yang melakukan validasi terhadap media pembelajaran *e-booklet* yang telah dikembangkan ialah Bapak Arif Mustakim, M.Si., yang dilakukan pada tanggal 1 Desember 2021. Validasi materi ini dilihat dari beberapa komponen aspek, yaitu komponen aspek kelayakan isi, aspek kelayakan oenyaian, aspek kelayakan materi. Berdasarkan pada tabel 4.11 diperoleh hasil validasi ahli materi dengan jumlah skor 60 kemudia dipersentasekan menjadi 78,94%. Perolehan hasil validasi tersebut sesuai dengan acuan interpretasi skor yang menunjukkan layak dengan adanya revisi kecil. Selain itu, juga terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator ahli materi, di antaranya ialah menambahkan deskripsi buah pada ciri-ciri tanaman tomat, pada data hasil pertumbuhan diberikan keterangan pupuk organik cair mana yang menghasilkan tinggi tanaman paling tinggi dan jumlah daun paling banyak, dan juga pada bagian pupuk oganik cair ditambahkan keterangan mengenai kandungan-kandungan yang ada dalam pupuk organik cair tersebut.

Materi yang ada pada *e-booklet* ini bisa dikatakan valid dan baik. Hal tersebut sesuai dengan perolehan skor oleh ahli materi yaitu sebesar 78,94%. Hasil yang

didapatkan selaras dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Sari dkk pada tahun 2018, yang mendapatkan persentase sebesar 79,4%, apabila dikonversi sudah memenuhi kategori valid dan sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran dilihat dari aspek relevansi isi materinya<sup>15</sup>.

## 2) Ahli Media

Ahli media yang melakukan validasi terhadap *e-booklet* yang telah dikembangkan ialah Bapak Nanang Purwanto, M.Pd., yang dilakukan pada 7 Desember 2021. Validasi media ini dilihat dari 3 komponen yaitu komponen aspek desain dan gambar, aspek kebahasaan, dan aspek kemanfaatan sumber belajar. Berdasarkan tabel 4.12 diperoleh hasil validasi ahli media dengan jumlah skor 86 dan persentase skor 89,58%. Perolehan hasil validasi sesuai dengan interpretasi skor yang menunjukkan sangat layak digunakan dengan revisi kecil. Selain itu juga terdapat saran dari validator yaitu agar merapikan dalam penulisan penomoran.

Desain yang ditampilkan pada *e-booklet* ini dapat dikatakan valid, *e-booklet* dilengkapi dengan gambar yang sesuai dengan materi dan tata letak penulisannya menarik. Hal tersebut sesuai dengan perolehan skor yang diberikan oleh ahli media sebesar 89,58%. Hasil yang telah didapatkan selaras dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Nirmalasari pada tahun 2021, yang mendapatkan persentase skor sebesar 79%, apabila dikonversi sudah memenuhi kategori valid dan sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran dilihat dari aspek kegrafisan/medianya<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> 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

<sup>16</sup> 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

## **b. Pembahasan Produk (Revisi Produk Media Pembelajaran)**

Berdasarkan dari validasi oleh ahli materi dan ahli media, media pembelajaran *e-booklet* dapat dinyatakan baik dan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Ahli media dan ahli materi memberikan beberapa saran perbaikan dibagian yang kurang tepat agar *e-booklet* lebih baik lagi. Berikut merupakan bagian *e-booklet* sebelum dan sesudah dilakukan revisi.

### 1) Revisi oleh Ahli Materi

Validator ahli materi memberikan beberapa saran perbaikan yaitu:

- a) Menambahkan deskripsi buah pada bagian sub bab ciri-ciri tanaman tomat.
- b) Pada bagian pupuk organik cair ditambahkan materi mengenai kandungan yang ada pada pupuk organik cair tersebut.
- c) Pada bagian data hasil pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun diberikan keterangan pupuk organik cair mana yang paling mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah daun.

### 2) Revisi Oleh Ahli Media

Validator ahli media memberikan beberapa saran perbaikan yaitu mengenai penomoran di beberapa halaman yang masih kurang rapi sehingga perlu adanya perbaikan lagi.

## **4. Implementasi**

Implementasi ialah tahap melakukan uji coba keterbacaan produk *e-booklet*, hal ini dilakukan setelah *e-booklet* divalidasikan ke ahli materi, ahli media, dan dilakukan revisi agar layak digunakan. Tahap implementasi ini dilakukan uji keterbacaan *e-booklet* kepada mahasiswa UIN Sayyid Ali Rahmatullah

Tulungagung jurusan Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah fisiologi tumbuhan sebanyak 25 responden.

Berdasarkan hasil dari angket uji keterbacaan yang telah disebarakan melalui *google form* yang diberikan kepada mahasiswa UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung jurusan Tadris Biologi pada tabel 4.13 terdapat 14 indikator yang digunakan untuk angket uji keterbacaan. Analisis indikator yang pertama yaitu “*E-booklet* ini menyajikan materi yang mampu mendorong saya untuk melakukan diskusi dengan teman-teman yang lain”, skor persentase rata-rata yang diperoleh ialah 83,07%. Berdasarkan perolehan skor tersebut, mahasiswa menyatakan bahwa *e-booklet* ini dapat digunakan untuk bahan diskusi dengan teman-teman mahasiswa yang lain ketika proses kegiatan pembelajaran.

Analisis indikator yang kedua adalah “*E-booklet* ini berkaitan dengan mata pelajaran lainnya, khususnya mengenai tumbuhan”, skor persentase yang diperoleh adalah 86,15%. Berdasarkan perolehan skor tersebut mahasiswa menyatakan bahwa *e-booklet* ini berkaitan dengan mata pelajaran/mata kuliahnya yaitu fisiologi tumbuhan khususnya materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Analisis indikator ketiga ialah “*E-booklet* ini menggunakan kalimat yang mudah dipahami”, skor persentase yang diperoleh ialah 83,07%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa kalimat yang digunakan dalam *e-booklet* ini mudah dipahami sehingga dapat membantu mahasiswa untuk mempermudah dalam mempelajari materi yang telah disajikan.

Analisis indikator keempat ialah “Materi yang disajikan pada *e-booklet* sudah runtut” skor persentase yang diperoleh ialah 83,84%. Berdasarkan perolehan

tersebut mahasiswa menyatakan bahwa materi yang disajikan dalam *e-booklet* tersebut sudah runtut. Analisis indikator kelima adalah “Penggunaan ejaan secara benar” skor yang diperoleh adalah 82,30%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa dalam *e-booklet* sudah menggunakan ejaan secara benar.

Analisis indikator keenam yaitu “Keefektifan kalimat yang digunakan” skor persentase yang diperoleh yaitu 80,00%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa kalimat yang digunakan *e-booklet* tersebut menggunakan kalimat yang efektif. Analisis indikator ketujuh yaitu “Tampilan *e-booklet* secara keseluruhan menarik” skor persentase yang diperoleh yaitu 83,84%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa tampilan *e-booklet* secara keseluruhan menarik.

Analisis indikator kedelapan adalah “Gambar yang disajikan menarik” dengan perolehan skor persentase 83,84%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa gambar yang disajikan dalam *e-booklet* menampilkan gambar yang menarik. Analisis indikator kesembilan adalah “Gambar yang disajikan sesuai materi” dengan perolehan skor persentase 86,92%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa gambar yang disajikan pada *e-booklet* sesuai dengan materi yang telah dituliskan.

Analisis indikator kesepuluh yaitu “Pemilihan perpaduan warna yang digunakan” dengan perolehan skor persentase 85,38%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa dalam memilih perpaduan warna *e-booklet* sudah sesuai dan tepat. Analisis indikator kesebelas yaitu “Kalimat yang digunakan

singkat dan jelas” dengan perolehan skor persentase 85,38%. Berdasarkan perolehan tersebut mahasiswa menyatakan bahwa kalimat yang digunakan pada *e-booklet* ini singkat dan jelas.

Analisis indikator yang kedua belas ialah “Pemilihan jenis huruf yang mudah dibaca” dengan perolehan skor persentase 86,92%. Berdasarkan perolehan tersebut menyatakan bahwa pemilihan jenis huruf sudah tepat sehingga mudah dibaca. Analisis indikator ketigabelas ialah “*E-booklet* ini mudah dipahami secara keseluruhan” dengan perolehan skor persentase 84,61%. Berdasarkan perolehan tersebut menyatakan bahwa secara keseluruhan *e-booklet* tersebut mudah dipahami oleh pembaca. Analisis indikator keempat belas ialah “*E-booklet* ini menarik sehingga dapat menumbuhkan minat belajar” dengan perolehan skor persentase 86,92%. Berdasarkan perolehan tersebut menyatakan bahwa *e-booklet* menarik dan dapat menumbuhkan minat belajar mahasiswa.

Berdasarkan analisis hasil angket uji keterbacaan dari keempat belas indikator penilaian yang diberikan kepada responden, didapatkan responden sebanyak 25 mahasiswa dan mendapatkan hasil rata-rata total persentase skor sebesar 84,44% sehingga dapat ditarik kesimpulan berdasarkan interpretasi penilaian kelayakan produk antara 81,2%-100%, *e-booklet* tersebut masuk dalam kategori sangat layak apabila digunakan sebagai bahan ajar mahasiswa UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung jurusan Tadris Biologi khususnya yang telah menempuh mata kuliah fisiologi tumbuhan materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Dengan adanya *e-booklet* ini dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. *E-booklet* ini didesain menarik yang

disertai gambar mendukung yang sesuai dengan isi materi sehingga *e-booklet* dapat menumbuhkan minat baca mahasiswa. *E-booklet* juga disajikan menggunakan kalimat yang singkat, jelas, dan mudah dipahami.

Produk *E-Booklet* yang telah dibuat ini juga dapat digunakan untuk siswa jenjang sekolah menengah atas kelas XII pada mata pelajaran Biologi. Karena pada kelas XII terdapat materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, yang mana sesuai dengan kompetensi dasar 3.1 yaitu “menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup”. Di dalam kompetensi dasar tersebut terdapat beberapa indikator mengenai pertumbuhan dan perkembangan yaitu “menjelaskan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan”, “memberikan contoh-contoh dari perkembangan”, dan “menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan baik faktor internal maupun eksternal”<sup>17</sup>.

## 5. Evaluasi

Evaluasi merupakan tahap akhir pada model pengembangan ADDIE. Pada tahap ini dilakukan perbaikan media pembelajaran *e-booklet* yang telah dikembangkan. Berdasarkan uji keterbacaan yang telah dilakukan *e-booklet* ini sangat layak tetapi juga terdapat saran oleh responden untuk dilakukan revisi agar produk tersebut menjadi lebih baik lagi. Saran yang diberikan oleh responden yaitu penulisan spesies hurufnya masih ada yang tidak miringkan atau di *italic*. Evaluasi ini juga dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media. Evaluasi dari ahli

---

<sup>17</sup> Apon Purnamasari, *Modul Pembelajaran SMA Biologi Pertumbuhan dan Perkembangan (Biologi Kelas XII KD 3.1)*, Bandung: Kemendikbud Direktorat Jendral PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas, 2020, hlm 6

materi ialah menambahkan deskripsi buah pada bagian sub bab ciri-ciri tanaman tomat, pada bagian pupuk organik cair ditambahkan materi mengenai kandungan yang ada pada pupuk organik cair tersebut, pada bagian data hasil pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun diberikan keterangan pupuk organik cair mana yang paling mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah daun. Evaluasi dari ahli media ialah mengenai penomoran di beberapa halaman yang masih kurang rapi sehingga perlu adanya perbaikan lagi.