



ILMU BOTANI SEBAGAI DASAR KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN DALAM PELESTARIAN LINGKUNGAN

Risanti Dhaniaputri

Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

Email Korespondensi: risantidhaniana@pbio.uad.ac.id

Abstrak

Pendidikan lingkungan adalah salah satu upaya memberikan ilmu dan pengetahuan bagi siswa atau peserta didik tentang perilaku pelestarian lingkungan serta pencegahan kerusakan terhadap lingkungan sekitar. Usaha ini dapat diwujudkan melalui serangkaian proses pembelajaran, dimulai dari pemberian teori tentang lingkungan hidup didalam kelas, untuk kemudian dipraktekkan diluar kelas. Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang berkaitan erat dengan pendidikan pelestarian lingkungan ini adalah ilmu Biologi. Materi keilmuan Biologi untuk peserta didik di level pendidikan tinggi meliputi kajian ilmu zoologi, botani dan ekologi. Zoologi membahas tentang struktur anatomi, histologi dan fisiologi hewan; Botani mengkaji ranah struktur morfologi, taksonomi, anatomi dan fisiologi tumbuhan; sedangkan Ekologi mempelajari tentang hal-hal yang berkaitan dengan lingkungan, konservasi, siklus alam dan perilaku makhluk hidup. Perlindungan dan pelestarian terhadap lingkungan di sekitar dapat dimulai dari pengenalan dan pemahaman tentang struktur, perkembangan dan fisiologi tumbuh-tumbuhan yang hidup di lingkungan sekitar. Kajian ranah ini dapat dipakai sebagai dasar pengenalan keanekaragaman jenis tumbuh-tumbuhan, pengelompokan berbagai varietas sebagai bagian dari proses identifikasi, memudahkan proses pembelajaran Biologi di sekolah, sebagai ilmu dasar pengembangan senyawa berkhasiat obat (metabolit sekunder) serta membantu konservasi lingkungan dalam skala yang lebih luas.

Kata kunci: Biologi, Pembelajaran, Lingkungan Hidup

Pendahuluan

Pendidikan dan pembelajaran yang diselenggarakan di tingkat sekolah dasar, menengah, atas dan pendidikan tinggi (universitas) pada hakekatnya merupakan usaha pemerintah dalam melaksanakan amanah Undang-undang, yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa. Indonesia merupakan Negara dengan potensi sumber daya manusia (SDM) sangat besar, sehingga untuk mewujudkan negara yang maju dibutuhkan kekuatan SDM dengan kecerdasan intelektual, moral, budi pekerti, pendidikan karakter dan kecerdasan sosial. Salah satu pendidikan karakter yang dapat dipupuk dan diterapkan pada anak usia sekolah adalah pendidikan berbasis lingkungan hidup, kepedulian tentang pelestarian lingkungan yang selanjutnya lebih dikenal sebagai program pendidikan adiwiyata.

Sebagai tindak lanjut dari MoU pada tanggal 3 Juni 2005 yang ditandatangani oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Menteri Pendidikan Nasional, maka pada tahun 2006 disepakati bersama pencanangan program Adiwiyata (pendidikan berbasis lingkungan). Program pendidikan ini merupakan salah satu program Kementerian Negara Lingkungan Hidup dalam rangka mendorong terciptanya pengetahuan dan kesadaran warga sekolah dalam upaya pelestarian lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan bagi kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang.

Program adiwiyata ini mulai dapat dilaksanakan secara optimal pada tahun 2010 seiring dengan adanya kebijakan baru yang tertuang dalam kesepakatan bersama No.03/MenLH/2/2010 yang kemudian dikuatkan lagi dengan adanya Peraturan Menteri (Permen) Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata. Tujuan program ini adalah mewujudkan sekolah yang peduli dan berbudaya lingkungan, dengan berdasarkan prinsip edukatif, partisipatif dan berkelanjutan (Iswari & Utomo, 2017).

Kajian Pustaka

Pendidikan lingkungan adalah salah satu upaya memberikan ilmu dan pengetahuan bagi siswa atau peserta didik tentang perilaku pelestarian lingkungan serta pencegahan kerusakan terhadap lingkungan sekitar. Usaha ini dapat diwujudkan melalui serangkaian proses pembelajaran, dimulai dari pemberian teori tentang lingkungan hidup didalam kelas, untuk kemudian dipraktekkan diluar kelas.

Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang berkaitan erat dengan program adiwiyata ini adalah ilmu Biologi. Biologi berasal dari kata Bahasa Yunani, yaitu “Bio” yang berarti makhluk hidup dan Logos” berarti ilmu pengetahuan. Biologi adalah suatu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang makhluk hidup, sistem hierarki kehidupan yang terdiri dari organisme terkecil (sel), jaringan, organ, sistem organ, individu/organisme, populasi, komunitas, ekosistem hingga skala terluas yaitu bioma atau biosfer. Level hierarki kehidupan ini meliputi manusia, hewan dan tumbuhan baik organisme tingkat rendah sampai tingkat tinggi. Cabang ilmu Biologi dapat dikelompokkan lagi menjadi Zoologi (mempelajari tentang hewan), Botani (mempelajari tentang tumbuhan) dan Lingkungan.

Usaha pelestarian lingkungan dalam skala besar dapat diawali dari usaha-usaha kecil yang diwujudkan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya membuang sampah pada tempatnya, memilah-milah sampah sesuai dengan kategori waktu terurainya, kesadaran menjaga lingkungan termasuk menanam tumbuhan/pohon-pohon demi mendapatkan suasana sejuk karena oksigen yang dihasilkan. Program adiwiyata di sekolah merupakan salah satu perwujudan dan pengembangan dari teori-teori Biologi lingkungan dan Botani. Guru sebagai pendidik dan ahli materi diharapkan memiliki kemampuan dan keterampilan dalam program pelestarian lingkungan di wilayah sekolah.

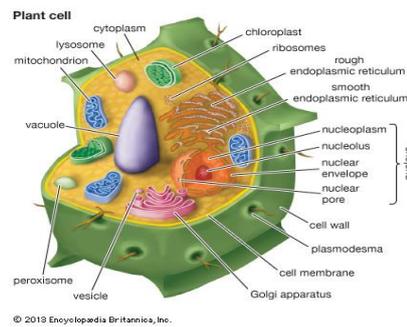
Pembahasan

Salah satu bekal keilmuan yang sebaiknya dikuasai oleh guru atau pendidik di sekolah adalah ilmu botani, yaitu cabang ilmu Biologi yang mempelajari tentang struktur dan fungsi tumbuhan. Seorang guru Biologi atau IPA telah memiliki wawasan dasar tentang ilmu Botani, meliputi sel dan organel penyusun sel tumbuhan, morfologi tumbuhan, anatomi tumbuhan, fisiologi tumbuhan dan budidaya tumbuhan. Masih ada lagi cabang ilmu botani lainnya, yaitu taksonomi atau klasifikasi tumbuhan, ekologi tumbuhan, kultur jaringan tumbuhan dan senyawa metabolit sekunder (fitokimia), tetapi pada bahasan tentang pelestarian lingkungan kali ini dibatasi hanya enam materi saja yang saling terkait, yaitu:

1. Sel dan organel penyusun sel tumbuhan
2. Morfologi Tumbuhan
3. Anatomi Tumbuhan
4. Fisiologi Tumbuhan
5. Budidaya Tumbuhan
6. Fitokimia

Sel dan Organel Tumbuhan

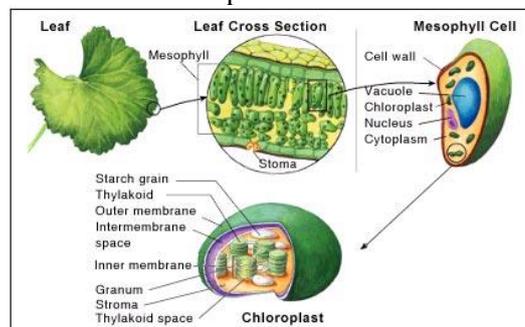
Sel adalah unit struktural, fungsional dan reproduksi terkecil pada suatu individu. Tumbuhan memiliki dinding sel yang menyebabkan struktur luarnya lebih keras dibandingkan sel hewan. Sel tumbuhan memiliki vakuola sentral yang lebih besar daripada sel hewan, dimana salah satu fungsi vakuola ini adalah untuk menyimpan senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan. Selain itu, sel tumbuhan memiliki plastida yang mengandung klorofil (pigmen hijau) sehingga dapat melakukan fotosintesis. Gambar berikut menunjukkan struktur sel tumbuhan.



Gambar 1. Struktur Sel Tumbuhan (Anonim, 2013)

Starr *et al.* (2012) menjelaskan organel penyusun sel tumbuhan, yaitu dinding sel, membran sel (membran plasma), sitoplasma, mitokondria, kloroplas, inti sel (nukleus), ribosom, retikulum endoplasma (RE), sitoskeleton, badan golgi, dan vakuola sentral. Dinding sel, kloroplas dan vakuola sentral merupakan pembeda dengan sel hewan.

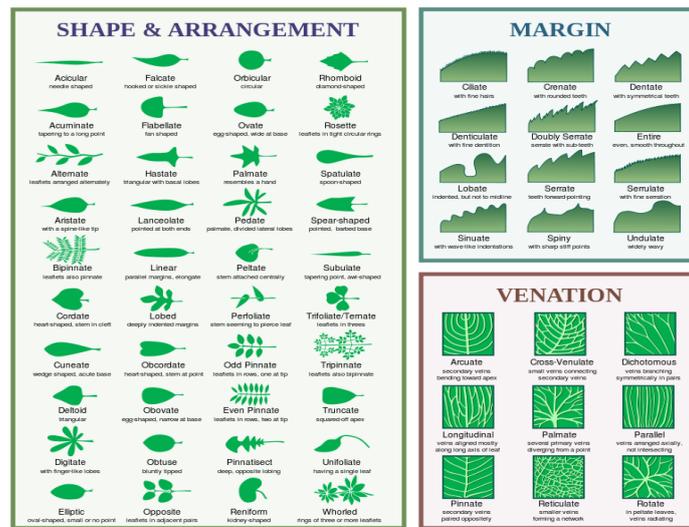
Kloroplas merupakan organel fotosintetik tempat disintesisnya karbohidrat (glukosa), oksigen dan uap air. Klorofil ini banyak ditemukan di jaringan mesofil (palisade dan spons) dan jaringan klorenkim daun, serta pada batang yang berwarna hijau. Semakin besar atau lebar daun dan semakin hijau warna daun, dapat diasumsikan bahwa daun tersebut memiliki jaringan yang sangat banyak mengandung klorofil, sehingga proses fotosintesis akan berlangsung dengan optimal. Hal ini dapat dikatakan bahwa, semakin tinggi laju fotosintesis, maka semakin banyak oksigen yang dihasilkan sehingga udara di sekitarnya akan semakin sejuk. Jumlah individu manusia dan kendaraan bermotor yang semakin banyak seharusnya diimbangi dengan jumlah penanaman tumbuhan yang lebih banyak pula, karena peranannya dalam penyerapan karbondioksida dan menghasilkan oksigen. Gambar 2 berikut menunjukkan letak dan susunan kloroplas dalam daun berwarna hijau.



Gambar 2. Kloroplas Daun (Anonim, 2017)

Morfologi Tumbuhan

Mempelajari struktur atau bentuk luar dari organ tumbuhan, yaitu akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Pada tumbuhan dikenal organ bagian vegetatif dan generatif. Akar, batang dan daun termasuk organ vegetatif dan banyak melakukan fotosintesis, sedangkan bunga, buah dan biji merupakan organ generatif sebab berhubungan dengan hasil fertilisasi antara gamet jantan (sperma) dan gamet betina (sel telur) (Zulkarnain, 2010). Secara umum, materi morfologi tumbuhan mengkaji tentang karakteristik dan fungsi organ vegetatif dan generatif, sistem perakaran, struktur dan bangun daun, tata letak daun, percabangan batang, perhiasan bunga, rumus dan diagram bunga, struktur dan jenis buah, serta contoh modifikasi tumbuhan (Rosanti, 2013). Gambar 3 dibawah menunjukkan beberapa contoh karakteristik bentuk, tepi dan pertulangan daun.



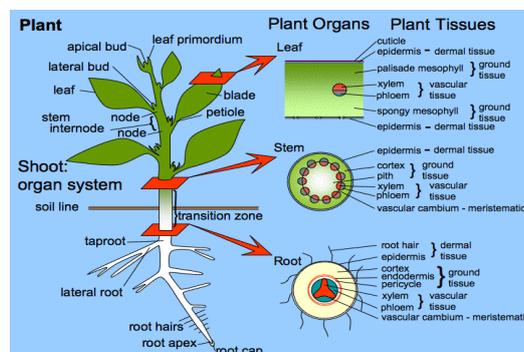
Gambar 3. Karakteristik Morfologi Tumbuhan

Masih menurut Rosanti (2013), struktur pokok tumbuhan hanya terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah. Kelima struktur pokok ini dapat mengalami perubahan bentuk atau yang lebih dikenal sebagai metamorfosis tumbuhan (menjadi bentuk baru), misalnya bentuk rimpang (*rhizoma*), umbi (*tuber*), alat pembelit (*cirrhus*), duri (*spina*), kuncup (*gemma*) dan alat tambahan (*organa accessoria*).

Anatomi Tumbuhan

Mempelajari struktur dalam atau jenis jaringan penyusun organ tumbuhan. Tumbuhan memiliki organ vegetatif, yaitu akar, batang dan daun, serta organ generatif yaitu bunga, buah dan biji. Organ tanaman tersusun atas jaringan-jaringan, seperti jaringan meristem (embrional), jaringan epidermis (jaringan pelindung), jaringan parenkim (jaringan dasar), jaringan penguat (kolenkim dan sklerenkim) dan jaringan pengangkut (xilem dan floem). Selama siklus hidupnya, tumbuhan akan mengalami fase pertumbuhan primer dan sekunder.

Nugroho dkk (2006) menjelaskan bahwa sel-sel penyusun tubuh tumbuhan akan membelah saat terjadi pertumbuhan primer dan sekunder. Pertumbuhan primer biasanya terjadi pada bagian ujung batang, ujung akar dan tunas sehingga menyebabkan bertambah panjangnya organ tersebut. Pertumbuhan sekunder terjadi sebagai akibat aktivitas kambium pada batang dikotil sehingga terjadi pembesaran/pelebaran diameter batang. Susunan jaringan tumbuhan dapat pula digunakan sebagai pembeda antara tumbuhan monokotil dan dikotil. Gambar 4 merupakan penampang melintang jaringan-jaringan penyusun organ akar, batang dan daun.



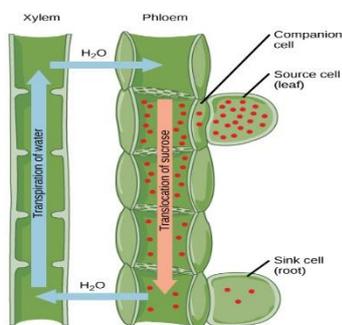
Gambar 4. Struktur Anatomi Tumbuhan (Kerr, 2016)

Fisiologi Tumbuhan

Merupakan cabang Botani yang mempelajari fungsi dan metabolisme dalam tubuh tumbuhan, dimulai sejak pengangkutan air di akar hingga panen (menghasilkan buah). Tumbuhan menjalani proses tumbuh dan berkembang setelah melalui serangkaian proses metabolisme yang melibatkan faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah faktor dalam diri tumbuhan tersebut, seperti faktor genetik, enzim, klorofil, hormon (fitohormon) dan sebagainya, sedangkan faktor eksternal adalah faktor lingkungan (abiotik) seperti cahaya matahari, air, unsur hara mineral, kelembaban udara, pH, suhu udara dan lain sebagainya. Sel membutuhkan energi dalam bekerja dan berkembang biak. Energi yang dibutuhkan untuk sebagian besar aktivitas seluler ini dikenal sebagai ATP (*Adenosine triphosphate*) dan digunakan pada proses fotosintesis dan respirasi (Bidlack & Jansky, 2011).

Selain fotosintesis dan respirasi, proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh tumbuhan adalah proses transpirasi dan translokasi substrat. Transpirasi dapat diartikan sebagai proses kehilangan air dalam bentuk uap air dari jaringan tumbuhan melalui mulut daun (stomata). Transpirasi berlangsung selama tumbuhan hidup. Keuntungan yang didapat dari proses ini adalah, mempercepat laju pengangkutan unsur hara melalui pembuluh xilem akar, menjaga turgiditas sel tumbuhan agar kondisinya tetap optimal dan sebagai usaha mempertahankan stabilitas suhu daun (Lakitan, 2008). Transpirasi melibatkan jaringan xilem sebagai tempat masuknya air dari tanah menuju ke daun. Air dapat naik dari akar menuju daun disebabkan adanya daya kohesi dan adhesi antara air dan dinding pembuluh xilem, daya tekan akar, daya kapilaritas batang dan daya isap daun. Selain itu, adanya perbedaan kelembaban udara dan potensial air di atmosfer dengan tanah turut menentukan naiknya air ke daun.

Translokasi substrat adalah proses dibawanya hasil fotosintesis (fotosintat) dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan melalui jaringan floem. Hasil fotosintesis ini bisa berupa karbohidrat (sukrosa), asam amino, protein dan hormon. Laju fotosintesis yang tinggi dapat diukur dengan terbentuknya oksigen dan karbohidrat dalam daun, serta distribusi gula di bagian akar, batang, bunga dan buah. Gambar berikut menunjukkan proses transport dalam tubuh tumbuhan yang melibatkan xilem dan floem.



Gambar 5. Transport Pada Tumbuhan (Anonim, 2017)

Budidaya Tumbuhan

Mempelajari tentang cara perbanyakan tanaman budidaya, baik secara vegetatif maupun generatif. Cara budidaya tumbuhan di sekolah dapat diawali dengan pengetahuan tentang pola pertumbuhan tanaman dan pupuk (media tanam) yang dipakai. Menurut Zulkarnain (2010), siklus hidup tanaman dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu tanaman semusim, dwi musim dan tahunan. Tanaman semusim biasanya merupakan tanaman herba (tidak berkayu) menyelesaikan satu siklus hidupnya selama kurang lebih 4 bulan (120 hari). Satu siklus tersebut meliputi pertumbuhan pucuk, perkecambahan biji, fase dewasa, pembungaan sampai terbentuk buah dan biji. Siklus akan berhenti ketika tumbuhan mengalami penuaan atau senesens. Contoh tanaman semusim adalah jagung, akar wangi, kunyit, temulawak, lengkuas, tembakau, dan sebagainya.

Tanaman dwi musim juga merupakan tanaman herba, menyelesaikan siklus hidupnya lebih dari 120 hari. Kebanyakan tanaman semusim dan dwimusim berbunga dan berbuah hanya sekali sebelum mati. Contoh tanaman dwi musim adalah wortel, kubis, seledri, bit gula dan sebagainya.

Tanaman tahunan dapat berupa herba atau tanaman berkayu. Pola pertumbuhan vegetatif berlangsung selama tahun pertama, sedangkan pertumbuhan generatif pada tahun kedua. Tanaman tahunan dapat hidup dan dipanen sepanjang tahun, sebagai contoh mangga, kayu jati, sengon, randu, jeruk, dan sebagainya.

Program pelestarian lingkungan di sekolah tidak hanya tentang menanam berbagai tanaman, melainkan juga penggunaan pupuk (media tanam) ramah lingkungan. Pupuk organik alami dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah, membantu menciptakan agroekosistem yang berkesinambungan dan aman bagi kesehatan manusia. Tidak hanya pupuk, pestisida yang berasal dari alam (pestisida alami) dapat membantu meningkatkan kualitas hasil panen. Contoh pupuk organik misalnya pupuk hijau, pupuk kandang, kompos dan pupuk hayati, sedangkan contoh pestisida alami diantaranya ekstrak biji dan daun mimba (*Azadirachta indica*), ekstrak bunga krisan (*Chrysanthemum cinerariifolium*) dan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) efektif untuk mengendalikan serangan aphid (Zulkarnain, 2010).

Pembelajaran tentang jenis-jenis tanaman dan kebersihan dapat mulai dikenalkan pada anak-anak usia sekolah dasar, misalnya menanam bibit-bibit tanaman sederhana dalam polybag atau di lahan depan dan belakang sekolah, membersihkan halaman dan membuang sampah pada tempatnya. Bibit tanaman yang ditanam dapat berupa bibit sayuran, buah atau tanaman obat (TOGA). Gambar berikut menunjukkan kegiatan penanaman bibit tanaman di sekolah.



Gambar 6. Penanaman Pohon di Lingkungan Sekolah (Eveline, 2013)

Fitokimia

Selain memiliki kutikula pada lapisan epidermisnya, tanaman menghasilkan senyawa kimia yang dikenal sebagai fitokimia (senyawa metabolit sekunder). Senyawa ini berfungsi melawan hewan herbivora dan organisme patogen. Selain sebagai mekanisme pertahanan diri, metabolit sekunder dapat berupa lignin (struktur penguat jaringan), pigmen warna (misalnya antosianin pada bunga), sebagai senyawa antioksidan, penghasil minyak atsiri untuk wewangian dan sebagainya (Taiz & Zeiger, 2006).

Tumbuhan merupakan organisme yang selnya memiliki vakuola sentral, salah satu fungsinya sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan, pigmen warna, senyawa antioksidan dan fitokimia. Sebagai contoh bunga tapak dara (*Catharanthus roseus*) memiliki senyawa alkaloid *vinblastine* dan *vincristine* yang berpotensi sebagai obat antikanker. Hal ini dikemukakan oleh Valluri (2009) dalam percobaannya.



Gambar 7. Struktur kimiawi Vinblastin dan Vinkristin pada tapak dara (*Catharanthus roseus*) (Valluri, 2009)

Kesimpulan

Pengetahuan dasar tentang ilmu Botani sangat diperlukan bagi guru atau pendidik Biologi/IPA, sebab hal ini akan sangat membantu dalam mewujudkan program pelestarian lingkungan di sekolah. Salah satu program pemerintah terkait pelestarian lingkungan diwujudkan dengan diimplementasikannya sekolah Adiwiyata. Botani merupakan cabang ilmu Biologi yang sangat penting dalam mendukung terwujudnya sekolah Adiwiyata sebab didalamnya dibahas tentang keanekaragaman jenis tumbuhan, meliputi komponen morfologi, anatomi, fisiologi, cara budidaya tumbuhan serta senyawa fitokimia yang terkandung dalam tanaman tersebut.

Daftar Pustaka

- Anonim. (2013). *Facts on Plant Cell*. <http://www.plantcell.us/>. Dikunjungi 2 Maret 2015.
- Anonim. (2013). *Cell Wall, Plant Anatomy*. <https://www.britannica.com/science/cell-wall-plant-anatomy>. Dikunjungi 21 Oktober 2017.
- Anonim. (2017). *Transport of Water and Solutes in Plants*. <https://courses.lumenlearning.com/boundless-biology/chapter/transport-of-water-and-solutes-in-plants/>. Dikunjungi 21 Oktober 2017.
- Anonim. (2017). *Chloroplast..* http://www.mhhe.com/biosci/esp/2001_gbio/folder_structure/ce/m6/s2/
- Bidlack, J. E. & Jansky, S. H. (2011). *Stern's Introductory Plant Biology*. 12th ed. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Eveline, Y. (2013). *Cintai Pohon Sejak Dini*. https://www.kompasiana.com/eveline/cintai-pohon-sejak-dini_551fb29ba33311db2bb67188. Dikunjungi 22 Oktober 2017.
- Iswari, R.D & Utomo, S.W. (2017). Evaluasi Penerapan Program Adiwiyata Untuk Membentuk Perilaku Peduli Lingkungan di Kalangan Siswa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 15 (1): 35-41.
- Kerr, S. (2016). *Plant Development: Tissue Differentiation and Function*. <http://bio1520.biology.gatech.edu/growth-and-reproduction/plant-development-i-tissue-differentiation-and-function/>. Dikunjungi 21 Oktober 2017.
- Lakitan, B. (2008). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Edisi 1. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Nugroho, H., Purnomo & Sumardi, I. (2006). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Edisi ke-1. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Starr, C., Taggart, R., Evers, C. & Starr, L. (2012). *Biologi: Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup* (terj. Yenny Prasaja). Edisi 12. Penerbit Salemba Teknika, Jakarta.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. 4th ed. Sinauer Associates, Inc.

Valluri. (2009). *Production of Medicinal Plant Compounds in a Microgravity-based Hydrodynamic Focusing Bioreactor (HFB)*. <http://www.Science.marshall.edu/valluri/HFB.htm>. Dikunjungi 2 Maret 2015.

Zulkarnain. (2010). *Dasar-dasar Hortikultura*. Edisi 1. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.