

ATRIUM PENDIDIKAN BIOLOGI

Journal Homepage: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pbio>
ISSN. 2656-1700



STOMATA INDEX OF *Syzygium oleana* AS AN ENRICHMENT MATERIAL FOR PHOTOSYNTHESIS SUBCONCEPT

Noor Syifa, Sri Amintarti

Author 1. Universitas Lambung Mangkurat

Author 2. Universitas Lambung Mangkurat

Address: Jl. Brigjend Hasan Basri, Pangeran, North Banjarmasin District, Banjarmasin City, South Kalimantan

Corresponding author: noorsyifa100@gmail.com

Article keywords:

Handout
Handout Development
Stomata Index
Photosynthesis Subconcept
Enrichment

Abstract:

Syzygium oleana is easy to find in the campus area, which can be found on roadsides, parking areas, and campus grounds. This study aims to (1) describe the stomata index on the leaves of *Syzygium oleana* at Universitas Lambung Mangkurat, (2) to describe the validation of handout teaching materials, and (3) to describe the practicality of the content of the handout teaching materials. This study uses descriptive research methods to collect data in the field and further research results are developed in the form of teaching materials in the form of handouts using development research methods according to Tessmer. Based on the results of the study, it was found that the sampling area showed varying stomatal indices. Variations in the stomatal index results obtained are influenced by the intensity of sunlight. The results of the validation handout developed were declared valid from the average assessment of 2 experts with an average validity score of 75.83%. The results of the practicality test of the contents by 4 students obtained the result that is 82.46% so that it can be categorized as practical.

Article submitted: July 11th, 2021
Article revised: September 21st, 2021
Article accepted: September 22nd, 2021
Article published: March 15th, 2022

Volume 7. Issue 1. March 2022



p.21-p.29

This is an open access article under CC-BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Syzygium oleana di lingkungan Universitas Lambung Mangkurat (ULM) di Jl. Brigjen H. Hasan Basry Kayu Tangi No. 87 Banjarmasin dapat dengan mudah ditemukan. Menurut Zulkarnain et al (2015) tanaman ini termasuk ke dalam suku Myrtaceae, yaitu suku jambu-jambuan dengan kemampuan toleransi dan adaptasi terhadap lingkungan yang tinggi. Sedangkan menurut Fitra et al. (2013) tanaman pucuk merah memiliki fungsi lain selain hanya dijadikan sebagai tanaman hias yaitu keberadaan tanaman pucuk merah sebagai peredam polusi suara dari kanopinya yang padat.

Bagian yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun *Syzygium oleana* karena menurut Lakitan (1993) daun merupakan salah satu bagian dari tumbuhan terdapat stomata. Menurut Salisbury dan Ross (1995) stomata yaitu terdapat pada jaringan epidermis, selnya transparan, dan terdapat kutikula. Pada umumnya stomata dapat ditemukan pada sisi bawah dan sisi atas dari bagian daun. Kondowangko et al. (2013) menjelaskan bahwa jumlah stomata dan sel epidermis dapat meningkat sebagai respon terhadap adanya variasi banyaknya CO₂ di udara. Keberadaan stomata erat kaitannya dengan keluar masuknya gas pada tumbuhan yang dimana CO₂ yang diserap oleh tumbuhan tersebut selanjutnya digunakan pada proses fotosintesis oleh tumbuhan.

Hasil dari penelitian ini selanjutnya dibuat menjadi bahan ajar berupa *handout* sebagai materi pendamping dalam proses pembelajaran subkonsep fotosintesis di SMA. Subkonsep fotosintesis ini terdapat pada kelas XII SMA semester ganjil konsep metabolisme. Data indeks stomata *Syzygium oleana* hasil penelitian dapat dimanfaatkan dalam subkonsep fotosintesis. Kompetensi dasar yang diharapkan yaitu siswa mampu memahami indeks stomata yang dapat mempengaruhi hasil dari proses fotosintesis suatu tumbuhan dengan demikian siswa dapat menjelaskan proses terjadinya fotosintesis.

Berdasarkan paparan yang telah disebutkan sebelumnya maka dilakukanlah penelitian pengembangan bahan ajar dengan judul “Indeks Stomata *Syzygium oleana* (Pucuk Merah) di Lingkungan Kampus Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin Sebagai Bahan Ajar Pengayaan Subkonsep Fotosintesis Dalam Bentuk *Handout*”. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi dan referensi pengaruh stomata terhadap proses fotosintesis dan produk hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar pendamping bagi siswa dan guru pada materi subkonsep fotosintesis.

METODE

Metode penelitian deskriptif digunakan untuk pengambilan data indeks stomata dan hasil dari penelitian tersebut selanjutnya dibuat menjadi suatu produk pendidikan berupa bahan ajar dalam bentuk *handout* dengan menggunakan penelitian pengembangan jenis *development studies* dengan model pengembangan yaitu evaluasi formatif Tesser sampai pada tahap uji perorangan (*one-to-one evaluation*). Penelitian untuk memperoleh data tentang indeks stomata pada daun *Syzygium oleana* sebagai bahan ajar pada subkonsep fotosintesis dalam bentuk *handout* dilakukan di lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. Selanjutnya untuk pengambilan data validitas dan kepraktisan *handout* dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi ULM Banjarmasin dan SMAN 1 Banjarmasin. Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan yaitu pada bulan Agustus 2020 s.d Januari 2021. Populasi yang diamati yaitu semua tanaman *Syzygium oleana* pada empat lokasi di lingkungan Universitas Lambung Mangkurat yaitu area parkir KOPMA ULM Banjarmasin, lingkungan *Open Space* (OS) ULM Banjarmasin, lingkungan PMIPA FKIP ULM Banjarmasin, Lingkungan Fakultas Ekonomi dan, Bisnis (FEB) ULM Banjarmasin.

Alat-alat yang digunakan untuk mengamati stomata daun yaitu kaca penutup (*cover glass*), kaca benda (*object glass*), kuas, pipet tetes, kaca arloji, pinset, gelas kimia, gelas plastik, silet, kamera Hp, dan mikroskop binokuler Olympus CX21. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan yaitu: masing-masing 6 helai daun *Syzygium oleana* posisi ke-7 pada setiap pohon *Syzygium oleana* dari bagian yang terdedah dan ternaung pada 4 lokasi penelitian, larutan NaOH 10 %, Alkohol 70 %, air, cairan pemutih pakaian, gliserin, safranin, dan kuteks bening. Dan alat alat yang digunakan untuk uji Sachs yaitu kertas label, plastik sampel, gelas kimia, pembakar spiritus, kasa asbes, kaki tiga, pipet tetes, cawan petri, dan alat dokumentasi. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan yaitu: masing-masing 6 helai daun *Syzygium oleana* posisi ke-7 pada setiap pohon *Syzygium oleana* dari bagian yang terdedah dan ternaung pada 4 lokasi penelitian, air, alkohol 70 %, dan larutan IKI.

Prosedur penelitian indeks stomata *Syzygium oleana* menggunakan metode Sass (1951) yang telah dimodifikasi. Sedangkan penelitian pengembangan mengikuti prosedur *formatif evaluation* dari model pengembangan Tesser. Seluruh stomata dan sel epidermis yang tampak pada perbesaran 400X dihitung masing-masing jumlahnya dengan bantuan aplikasi *Image-J*. Perhitungan Indeks Stomata (IS) berdasarkan rumus (Tambaru

et al., 2018) berikut:

$$IS = \frac{S}{S + E} \times 100$$

Keterangan:

IS = Indeks stomata

E = \sum epidermis

S = \sum stomata

Perhitungan skor validitas *handout* dianalisis secara deskriptif dan dihitung dengan ketentuan:

$$V = \frac{TS_e}{TS_h} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Validitas

TSe = Total skor validasi dari validator

TSh = Total skor

(Akbar, 2013)

Hasil validasi kemudian dikelompokkan berdasarkan kriteria menurut Akbar (2013) yang telah disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria validitas

Nomor	Kriteria validitas	Tingkat validitas
1	85 - 100 %	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
2	70 - < 85 %	Valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi
3	50 - < 70 %	Kurang valid, disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
4	10 - < 50 %	Tidak Valid, atau tidak boleh dipergunakan

Teknik analisis data untuk mendapatkan nilai kepraktisan isi oleh siswa (*one to one evaluation*) diperoleh berdasarkan ketentuan:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum X}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

$\sum X$ = Jumlah skor

n = Jumlah aspek

Hasil perhitungan selanjutnya dibandingkan berdasarkan kategori yang dimodifikasi dari Sugiyono (2013) pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan

Nomor	Skor	Keterangan
1	85 – 100 %	Sangat Praktis
2	70 ≤ 85 %	Praktis
3	60 ≤ 70%	Cukup Praktis
4	50 ≤ 60%	Kurang Praktis
5	0 ≤ 50%	Tidak Praktis

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil**

Sisi daun yang diamati untuk mengamati stomata pada *Syzygium oleana* (Pucuk Merah) yaitu pada sisi bagian bawah daun (abaksial). Pengamatan stomata dilakukan dengan mengambil 3 sampel pohon *Syzygium oleana* (Pucuk Merah) yang paling subur dan tidak dipangkas. Hal ini bertujuan untuk tetap mendapatkan bagian pucuknya, sehingga perhitungan posisi daun dapat dimulai dari posisi pucuk daun tersebut. Masing-masing dari 3 sampel pohon yang telah ditentukan tersebut diambil daunnya pada posisi ke-7 dari pucuk pada bagian yang terdedah dan ternaung. Pengambilan posisi daun berdasarkan penelitian oleh Yunilasari (2018) bahwa sampel daun yang digunakan untuk pengamatan karakteristik stomata yaitu biasanya pada posisi 5-7 dari pucuk, dimana daun tersebut sudah mencapai tingkat perkembangan yang bagus. Pada masing-masing tempat penelitian juga dilakukan pengukuran parameter lingkungan, berikut hasil parameter lingkungan yang diperoleh.

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter lingkungan pada tempat penelitian

Nomor	Tempat penelitian	Bagian terdedah			Bagian ternaung		
		Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C)	Kelembaban udara	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C)	Kelembaban udara
1	Area Parkir KOPMA ULM	2.898	30	30	189	30	30
2	Lingkungan <i>Open Space</i> (OS) ULM	4.647	32	34	123	32	34
3	Lingkungan PMIPA FKIP ULM	541	30	32	41	30	32
4	Lingkungan FEB ULM	3.543	31	34	273	31	34

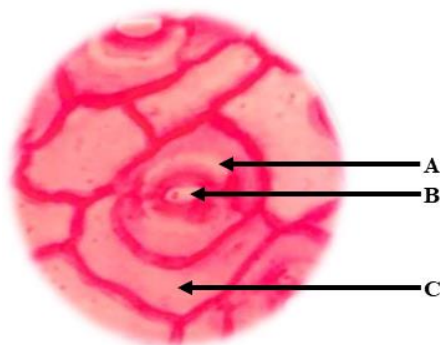
Perhitungan sel pada bidang pandang dibantu menggunakan aplikasi *image-J* agar pada saat perhitungan tidak ada bagian sel yang terlewat dan jumlah sel dapat terhitung secara otomatis. Hasil perhitungan indeks stomata pada pada masing-masing sampel pada 4 tempat penelitian disajikan sebagai berikut.

Tabel 4. Tabulasi indeks stomata semua sampel penelitian

Nomor	Tempat pengambilan sampel	Indeks stomata bagian terdedah	Indeks stomata bagian ternaung
1	Area Parkir KOPMA ULM	21	20
		22	21.6
		19	18.6
2	Lingkungan <i>Open Space</i> (OS) ULM	26	25.5
		22	21
		24	23.6
3	Lingkungan PMIPA FKIP ULM	22	21.8
		19	18.5
		21	21
4	Lingkungan FEB ULM	22	21.8
		24	22
		24	23.5

Stomata yang diamati terletak hanya pada sisi bawah (abaksial). Menurut Hafiz *et al.* (2013) keberadaan stomata yang hanya terletak pada sisi bawah (abaksial) disebut tipe hipostomatik dan termasuk ke dalam tipe penyebaran *apple*. Hal ini didukung oleh Yunilasari (2018) yang menjelaskan stomata yang terdapat di permukaan

bawah daun (*abaxial*) disebut tipe stomata anomositik dengan ciri yaitu stomata dikelilingi oleh sejumlah sel-sel epidermis yang memiliki bentuk serta ukuran yang sama dengan sel penutup pada stomata.



Gambar 1. Stomata daun *Syzygium oleana*; tipe stomata anomositik;
A. sel penutup/ sel penjaga, B. celah/ pori, C. sel tetangga

Uji validasi terdiri dari 3 aspek penilaian yaitu kelayakan isi, penyajian, dan penilaian bahasa. Berikut disajikan hasil validasi bahan ajar *handout*.

Tabel 5. Hasil validasi bahan ajar dalam bentuk *handout*

Nomor	Aspek penilaian	Skor validitas (%)		
		Validator 1	Validator 2	Rata-rata
1	Kelayakan Isi	75	65	70
2	Kelayakan Penyajian	85	80	82.5
3	Penilaian Bahasa	87.5	62.5	72
Rata-rata		82.5	67.5	75.83
Kriteria validitas				Valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil

Berdasarkan data hasil validasi, selanjutnya *handout* dilakukan uji perorangan dalam menentukan kepraktisan *handout*. Hasil kepraktisan oleh siswa yaitu sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil kepraktisan oleh siswa

Nomor	Aspek penilaian	Siswa 1	Siswa 2	Siswa 3	Siswa 4	Rata-rata skor (%)
1	Kelengkapan	81.25	75	81.25	3.75	82.81
2	Kebahasaan	91.67	75	75	91.67	83.33
3	Penyajian	82.14	75	78.57	89.28	81.24
Rata-rata		85.02	75	78.27	91.57	82.46
Kriteria						Praktis

Pembahasan

Lingkungan *Open Space* (OS) ULM merupakan salah satu bagian terbuka dari kampus ULM Banjarmasin. Intensitas cahaya yang diukur pada tempat terdedah yaitu 4.647 lux dan pada bagian terdedahnya 123 lux. Suhu lingkungan yaitu 32 °C dan kelembaban udara yaitu 34 %. Indeks stomata tertinggi terletak pada lingkungan OS ini yaitu 26 pada bagian terdedah. Menurut Campbell *et al.* (1999) stomata yang terletak di bagian bawah daun berfungsi agar meminimumkan penguapan yang terjadi pada daun melalui stomata yang terkena sinar matahari.

Menurut Najiyati dan Danarti (1999), suhu 22-30 °C merupakan suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman Famili Myrtaceae. Dengan demikian, perhitungan suhu pada *Open Space* (OS) ULM Banjarmasin 32 °C cukup sesuai dengan suhu lingkungan yang diperlukan untuk pertumbuhan yang baik pada *Syzygium oleana*. Tjia (2013) menjelaskan bahwa tanaman pucuk merah memiliki kebutuhan cahaya lebih dari 2.100 lux.

Sampel pohon yang diambil pada lingkungan FEB ULM Banjarmasin terletak pada bagian sisi area parkirnya. Intensitas cahaya yang diukur pada tempat terdedah yaitu 3.543 lux dan pada bagian terdedahnya 273 lux. Suhu lingkungan yaitu 31 °C dan kelembaban udara yaitu 34 %. Indeks stomata pada bagian terdedah memiliki nilai indeks yaitu 22-24 dan pada bagian ternaung memiliki nilai indeks yaitu 21.8-23.5. Pengambilan sampel pohon yang terletak pada area parkir FEB ini mengakibatkan sampel pohon lebih sering terpapar polusi dari kendaraan bermotor di area parkir tersebut sehingga lingkungan FEB ULM Banjarmasin merupakan tempat kedua yang memiliki nilai indeks tertinggi, yaitu setelah *open space* (OS) ULM Banjarmasin. Budiyo (2001) menyatakan bahwa tumbuhan memiliki reaksi ketika terjadi perubahan lingkungan, seperti adanya peningkatan polusi udara. Respon tumbuhan dilakukan untuk mempertahankan kehidupan, hal ini dapat berupa adaptasi dan modifikasi struktur stomata sehingga akan memengaruhi fungsi terkait potensi pertahanan diri.

Area Parkir KOPMA ULM memiliki indeks stomata dengan rentang nilai yaitu 19-22 pada sampel daun yang diambil pada bagian terdedah dan 18.8-21.6 pada sampel daun yang diambil pada bagian ternaung. Intensitas cahaya yang diukur pada tempat terdedah yaitu 2.898 lux dan pada bagian terdedahnya 189 lux. Suhu lingkungan yaitu 30 °C dan kelembaban udara yaitu 30 %. Diketahui bahwa pada bagian terdedah memiliki nilai indeks stomata yang lebih tinggi dibandingkan pada bagian ternaung dikarenakan pada bagian terdedah mendapatkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan pada tempat yang ternaung. Batos *et al.* (2010) menjelaskan bahwa kerapatan stomata cenderung lebih meningkat pada tempat yang terpapar sinar matahari secara langsung dan memiliki intensitas cahaya tinggi dibandingkan pada tempat yang memiliki intensitas cahaya yang relatif lebih rendah. Kerapatan stomata sejalan dengan indeks stomata, jika kerapatan stomata tinggi maka indeks stomata juga tinggi dan sebaliknya jika kerapatan stomata rendah maka indeks stomata yang dihasilkan juga rendah.

Lingkungan PMIPA FKIP ULM Banjarmasin merupakan tempat yang jarang dilalui kendaraan bermotor. Intensitas cahaya yang diukur pada tempat terdedah yaitu 541 lux dan pada bagian terdedahnya 41 lux. Suhu lingkungan yaitu 30 °C dan kelembaban udara yaitu 32 %. Nilai indeks stomata pada bagian terdedah memiliki rentang nilai yaitu 19-22. Indeks stomata yang bernilai 19 diambil pada sampel pohon yang terletak di bagian dalam lingkungan FKIP ULM. Tempat tersebut memiliki intensitas cahaya yang lebih rendah dikarenakan terhalangi oleh gedung-gedung jika dibandingkan pada bagian sisi jalan pada lingkungan FKIP ULM.

Menurut Batos *et al.* (2010) pada tempat yang memiliki intensitas cahaya yang rendah, kerapatan stomata yang diperoleh tergolong rendah. Jika kerapatan stomata tersebut dibandingkan dengan jumlah sel epidermis yang tinggi pada suatu bidang pengamatan tertentu dihasilkan indeks stomata yang rendah pula. Menurut Salisbury & Ross (1995) stomata memiliki variasi ukuran. Ukuran stomata yang bervariasi tersebut berpengaruh pada nilai kerapatan stomata dan indeks stomata, sehingga pengaruh lingkungan dapat mempengaruhi kerapatan dan indeks stomata dengan terjadinya perubahan struktur dan ukuran dari stomata.

Indeks stomata terkecil terletak pada area parkir KOPMA ULM dan di Lingkungan PMIPA FKIP ULM Banjarmasin. Pada area ini keadaan lingkungannya banyak dikelilingi oleh gedung-gedung sehingga sinar matahari terhalang oleh gedung-gedung yang ada di sekitarnya yang juga mempengaruhi suhu dan kelembaban udaranya. Keadaan ini telah dijelaskan oleh Paluvi *et al.* (2015) yang menjelaskan bahwa jumlah stomata yang menurun pada kelembaban yang tinggi dan suhu yang rendah, sehingga akan mempengaruhi nilai kerapatan dan indeks stomatanya.

Indeks stomata yang paling tinggi pada tempat penelitian terdapat di Lingkungan *Open Space* ULM Banjarmasin. Lingkungan *Open Space* ULM Banjarmasin merupakan tempat yang luas dan terbuka sehingga cahaya matahari dapat langsung mengenai tumbuhan yang tumbuh pada lingkungan *Open Space* termasuk *Syzygium oleana* (pucuk merah) yang berakibat terhadap indeks stomata sebagai penyesuaian terhadap lingkungannya. Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya, diketahui bahwa pada lingkungan *Open Space* (OS) ULM Banjarmasin memiliki intensitas cahaya yang paling tinggi dibandingkan pada 3 tempat lainnya. Faktor lingkungan ini yang berpengaruh terhadap indeks stomata yang sesuai dengan penjelasan Batos *et al.* (2010) bahwa peningkatan kerapatan stomata disebabkan daun terpapar sinar matahari secara langsung sehingga memiliki intensitas cahaya yang tinggi. Kerapatan stomata yang meningkat tersebut menghasilkan indeks stomata yang tinggi pula.

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) di lingkungan *Open Space* (OS) ULM Banjarmasin berada di pinggir jalan menuju berbagai tempat di Lingkungan *Open Space* (OS) ULM Banjarmasin sehingga dilalui kendaraan bermotor. Menurut Nurandini (2011) dalam Yunilasari (2018), tanaman yang terletak pada wilayah yang langsung terpapar polusi merespon keadaan sekitarnya dengan cara meningkatkan jumlah stomatanya sebagai mekanisme pertahanan diri. Semakin banyak stomata maka semakin banyak gas karbondioksida (CO₂) yang diserap melalui stomata untuk keperluan fotosintesis untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya.

Indeks stomata daun *Syzygium oleana* erat hubungannya dengan proses fotosintesis. Menurut Yunilasari (2018) fotosintesis yaitu proses pembentukan senyawa organik dari bahan-bahan anorganik pada tumbuhan yang memiliki pigmen dengan bantuan klorofil dan cahaya matahari serta gas oksigen sebagai hasil sampingan yang dikeluarkan ke atmosfer. Masuknya gas karbondioksida ke dalam daun dan keluarnya gas oksigen terjadi melalui celah pada stomata.

Berdasarkan hasil pengujian keberadaan amilum pada daun yang diamati indeks stomatanya diperoleh hasil bahwa semua sampel daun tersebut melakukan proses fotosintesis. Hal ini dapat diketahui dengan adanya perubahan warna daun menjadi kehitaman. Keadaan ini dijelaskan oleh Malcome (1990) bahwa Sach pada tahun 1860, Sach melakukan suatu percobaan untuk membuktikan bahwa amilum dihasilkan pada proses fotosintesis oleh tumbuhan. Daun tersebut menunjukkan reaksi dengan menimbulkan warna biru kehitaman pada bagian daun selain yang tidak ditutupi oleh kertas timah, sehingga Sach berkesimpulan bahwa warna biru kehitaman yang dihasilkan tersebut merupakan pertanda adanya amilum pada daun yang tidak ditutupi oleh kertas timah. Dengan demikian dapat diketahui daun yang tidak tertutup dengan kertas timah telah terjadi proses fotosintesis yang ditandai dengan adanya amilum yang dihasilkan sedangkan pada bagian daun yang ditutupi dengan kertas timah tidak terdapat bercak biru kehitaman yang menandakan pada daun tersebut tidak terjadi fotosintesis sehingga tidak terdapat amilum pada bagian daun tersebut.

Hasil dari uji Sach memiliki kelemahan yaitu tidak dapat membedakan secara jelas persentase fotosintat masing-masing daun yang diuji. Hal ini dikarenakan uji Sachs merupakan uji kualitatif yang hanya menunjukkan sesuatu yang berkaitan dengan kualitas dan tidak berbentuk angka. Oleh sebab itu, hasil dari uji Sachs hanya berupa deskripsi objek yang diamati tanpa ada perhitungan angka. Berbeda dengan uji kuantitatif yang biasanya ditunjukkan dengan angka-angka sehingga dapat diketahui dengan jelas perbedaan masing-masing objek uji yang diteliti.

Uji Sachs bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh cahaya pada proses fotosintesis (Malcome, 1990). Dengan demikian, dapat diketahui bahwa uji Sachs sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari yang mengenai daun untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Sehingga hasil yang didapat hanya berupa indikator yang ditampilkan daun bahwa daun tersebut melakukan fotosintesis atau tidak, namun tidak bisa menjelaskan lebih rinci persentase fotosintat yang dihasilkan oleh daun tersebut.

Hasil penelitian kemudian dibuat produk berupa *handout*. Data analisis kebutuhan peserta didik dan data analisis kebutuhan guru diperoleh hasil bahwa sumber bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran Biologi sudah cukup beragam, namun masih didominasi dengan buku paket. Menurut peserta didik bahan ajar cukup membantu dalam proses pembelajaran namun bahan ajar yang berisi materi penjelas dari kegiatan praktikum belum ada seluruhnya sehingga peserta didik terkadang merasa sulit mendapatkann penjelasan dari kegiatan praktikum yang dilakukan sehingga peserta didik merasa memerlukan bahan ajar pendamping.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru diketahui bahwa ketika guru menggunakan bahan ajar *handout* kepada peserta didik, hal tersebut membantu meningkatkan pemahaman peserta didik dan respon yang diberikan peserta didik yaitu antusias dan tertarik. Adanya bahan ajar ini dapat dimanfaatkan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Guru menggunakan bahan ajar pendamping ini agar tidak tergantung pada satu referensi saja sehingga materi pembelajaran lebih bervariasi dan lebih banyak sumber dalam proses pembelajaran. Peserta didik juga mendapatkan keuntungan dari adanya bahan ajar pendamping ini yaitu adanya bahan ajar yang menarik sehingga dapat memotivasi peserta didik ketika belajar dan menambah sumber belajar peserta didik.

Uji validasi bertujuan diperolehnya suatu bahan ajar yang sesuai dengan kriteria pengembangan (Akbar, 2013). Berdasarkan hasil validasi dari validator 1 didapat skor validasi sebesar 82.5 % sedangkan hasil skor validasi sebesar 67.5 % dengan perbaikan berupa penambahan soal untuk memenuhi keterampilan pada KD 4.2. Sehingga berdasarkan rata-rata skor validasi dari kedua validator diperoleh skor yaitu 75.83 % yaitu termasuk dalam kategori valid dan diperlukan sedikit revisi.

Berdasarkan hasil penilaian dari aspek kelayakan isi, *handout* memiliki nilai rata-rata sebesar 70 % sehingga dapat dikatakan valid. *Handout* yang dibuat dikatakan valid dalam aspek kelayakan isi yang berisikan materi yang telah disesuaikan dengan Kompetensi Dasar, Standar Kompetensi, indikator, dan tujuan capaian pembelajaran yang telah dicantumkan pada *handout*. Menurut Depdiknas (2008) *handout* berisi Kompetensi Dasar yang menjadi capaian materi yang harus dipenuhi siswa.

Berdasarkan hasil penilaian dari aspek penyajian materi mendapatkan nilai validasi dengan rata-rata 82.5 % sehingga termasuk dalam kategori valid. *Handout* disusun secara sistematis yang dikembangkan berdasarkan judul

utama dan dilengkapi dengan informasi pendukung. Aspek penyajian materi dimulai dengan judul dan identitas pemilik buku, selanjutnya terdapat informasi pendukung materi yang disertai dengan referensi yang sesuai.

Penilaian *handout* hasil validasi tersebut memiliki nilai rata-rata yaitu 75 % dengan kriteria valid. Penilaian dari aspek kebahasaan berhubungan dengan pemilihan huruf, kata, istilah, dan penyusunan kalimat yang baik dan benar berdasarkan kriteria bahasa Indonesia yang sesuai. Prastowo (2011) melengkapi dengan menjelaskan bahwa dalam suatu paragraph biasanya terdiri dari 3-5 kalimat saja, dengan demikian paragraph tidak terlalu panjang.

Hairiani *et al.* (2016) melaporkan bahwa hasil penelitian suatu bahan ajar dapat dikatakan layak digunakan yaitu dengan mencapai kriteria minimal berupa valid berdasarkan hasil validasi oleh tim ahli. Perangkat pembelajaran dapat dikatakan valid dikarenakan telah memiliki komponen-komponen pembelajaran yang sesuai dengan indikator pada instrumen validitas perangkat pembelajaran.

Berdasarkan hasil uji kepraktisan oleh 4 orang siswa diperoleh skor dari siswa 1 yaitu 85.02 %, dari siswa 2 yaitu 75 %, dari siswa 3 yaitu 78.27 %, dan dari siswa 4 yaitu 91.57 % sehingga diperoleh rata-rata skor kepraktisan yaitu 82.46 yang tergolong praktis menurut kriteria Sugiyono (2013).

Handout selanjutnya memasuki tahap uji perorangan (*one to one*) untuk menguji kepraktisan *handout*. Pengertian kata praktis menurut bahasa yaitu “mudah digunakan dalam praktik”, sedangkan pengertian kata praktis oleh Plomp & Nieveen (2007) yaitu jika pengguna dapat menggunakan material tersebut dengan mudah. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Mecita, *et al.* (2019) ketika belajar menggunakan *handout* meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran dan dapat disesuaikan dengan keperluan masing-masing siswa.

Berdasarkan kriteria kelengkapan, *handout* memiliki nilai rata-rata yaitu 82.81 % sehingga tergolong praktis. Diketahui bahwa materi *handout* telah disusun secara sistematis dan singkat namun jelas sehingga praktis untuk dipelajari. Ditinjau dari aspek kebahasaan, *handout* dinyatakan sangat praktis dengan nilai rata-rata yaitu 83.3 %, dengan demikian materi pada *handout* memiliki bahasa yang mudah dipahami. Ditinjau dari aspek penyajian, *handout* mendapatkan nilai rata-rata sebesar 81.24 % sehingga tergolong dalam kriteria praktis. Aspek ini memperlihatkan bahwa penyajian materi disampaikan dengan baik dan *handout* sudah mampu mengundang keingintahuan siswa lebih lanjut mengenai materi subkonsep fotosintesis dengan lebih praktis.

SIMPULAN

Indeks stomata pada empat titik pengambilan sampel pada bagian terdedah memiliki rentang yaitu 19-26 sedangkan pada bagian ternaung memiliki rentang indeks stomata 18.5-25.5. Hasil validasi *handout* tentang indeks stomata daun *Syzygium oleana* (pucuk merah) dan faktor yang mempengaruhi proses fotosintesisnya didapatkan hasil yaitu 75.83% sehingga dikategorikan valid. Hasil uji kepraktisan siswa didapatkan hasil 82.46% sehingga dapat dikategorikan mudah digunakan (praktis).

REFERENSI

- Akbar, Sa'dun. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Rosdakarya.
- Batos, B., D. Vilotic, S. Orlovic and D. Miljkovic. (2010). Inter and intrapopulation variation of leaf stomatal traits of *Quercus robur* L. In northern serbia. *Archives of Biological Science* 62: 1125-1136.
- Budiyono, Afif. (2001). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Jurnal Penelitian Bidang Pengajian Ozon dan Polusi Udara. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim*. h. 23.
- Campbell, N.A., Reece, J., Mitchell, L.G. (1999). *Biologi*. Jilid 2. Edisi Kedua. Alih Bahasa: Wasmien. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Fitra, I. N., Gomesh, I, Irwanto, M dan Irwan, Y.M. (2013). Dye Solar Cell Using *Syzygium oleina* Organic Dye. Centre Of Excellent for Renewelde Energy. School of Electrical System Engineering. Universiti Malaysia Perlis. *Energy Procedia*. 36 (2013): 341-348.
- Hafiz, P, Dorly, dan Rahayu, S. (2013). Karakteristik Anatomi Daun Dari Sepuluh Spesies *Hoya* Sukulen Serta Analisis Hubungan Kekerabatannya. *Buletin Kebun Raya*, 16 (1)
- Hairiani, Kaspul, & Zaini, M. (2016). Keterampilan Proses dan Keterampilan Kinerja Siswa Kelas XI Madrasah Aliyah dalam Pembelajaran Konsep Sistem Sirkulasi Melalui Penelitian Pengembangan Lembar Kerja Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah ULM, Banjarmasin*. Hlm: 719-724.
- Kimball, John. W. (1998). *Biologi Umum*. Jakarta: Erlangga.

- Kondowanko, Alfi Darwis, N. Y. dan D. W. K. B. (2013). Indeks dan Kerapatan Stomata Pada Daun Tumbuhan *Bougeainvillea glabra* Chois Sebagai Pencemaran Gas Buang Kendaraan Bermotor di Kota Gorontalo. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas MIPA*, Universitas Negeri Gorontalo.
- Lakitan, Benyamin. (1993). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Malcome. B. W. (1990). *Fisiologi Tanaman*. Bandung: Bumi Aksara.
- Mecita, V., Yogica, R., Ristiono, & Fifendy, M. (2019). Pengembangan Handout Bernuansa Gambar dan Peta Konsep pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup untuk Peserta Didik Kelas VII. *Atrium Pendidikan Biologi*, IV (1).
- Najiyati, Sri, dan Danarti. (1999). *Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nugroho, H., M.S. Purnomo, dan I. Sumardi. (2006). *Struktur dan perkembangan tumbuhan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Paluvi, Niken., Mukarlina, dan Riza Linda. (2015). Struktur Anatomi Daun, Kantong dan Sulus *Nepenthes gracilis* Korth. yang Tumbuh di Area Intensitas Cahaya Berbeda. *Jurnal Protobiont*, IV (1): 103-107.
- Plomp, Tj. & Nieveen, N. (2007). An Introduction to Educational Design Research. *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*, Shanghai (PR China), pp.23-26.
- Prastowo, A. (2015). Pengembangan Bahan Ajar Tematik. Yogyakarta; Diva Press.
- Rahayu, Wiwin. (2017). Laju Fotosintesis dan Kandungan Pb Daun Pucuk Merah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas MIPA UNY.
- Salisbury, Frank B dan W Ross. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Sass, JE. (1951). *Botanical Microtechnique* Ed ke 2-lowo: The State College Press. Hal 539-544.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sundari, Titik., dan Atmaja, Rahmat Priya. (2011). Bentuk Sel Epidermis, Tipe dan Indeks Stomata 5 Genotipe Kedelai pada Tingkat Naungan Berbeda. *Jurnal Biologi Indonesia*, Vol VII (1) : 67–79.
- Tambaru, E., R. Ura' dan M. Tuwo. (2018). Karakterisasi Stomata Tanaman Obat *Androdera cordifolia* (Ten.) Steenis dan *Gratophyllum pictum* (L.) Griff. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 9(17): 42- 47.
- Tessmer, M. (1998). *Planning and Conducting Formative Evaluations Improving the Quality of Education and Training*. London: Kogan Page.
- Tjia, Benny, O. (2013). *Taman Tropis Berbunga*. Jakarta: PT. Gaya Favorit Press.
- Utomo, Budi. (2007). *Fotosintesis Pada tumbuhan, Karya Ilmiah*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Yunilasari, Maya. (2018). *Karakteristik Stomata Pada Daun Suku Myrtaceae Di UIN Raden Intan Lampung*. Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.