



PENGEMBANGAN RESPIROMETER SEDERHANA DARI BAHAN DAUR ULANG

Nur Sholikhah^{1a}, Kurnia Widi Rahmawati^{1b}, Setiyo Prajoko^{1c}

¹Pendidikan IPA, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No. 39, Magelang, Telp (0293) 364113

e-mail: ^{a)}nurboom1@gmail.com

Received: 10 Mei 2018

Revised: 10 Juni 2018

Accepted: 29 Juni 2018

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah respirometer sederhana yang terbuat dari bahan daur ulang untuk pembelajaran praktikum IPA. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) model 3-D (*Define, Design, Develop*). Hasil penelitian ini berupa respirometer sederhana dari bahan daur ulang yang mampu digunakan secara akurat mengukur kecepatan respirasi makhluk hidup. Hasil pengembangan ini kemudian digunakan untuk mengukur kecepatan respirasi kecambah. Kegiatan pembelajaran IPA merupakan penemuan sebuah konsep. Respirometer sederhana ini merupakan peralatan alternatif atas ketiadaan respirometer pabrik untuk kegiatan praktikum. Kelebihan respirometer daur ulang ini diantaranya adalah dapat mengukur secara akurat, lebih murah, dan dapat mengembangkan kreativitas siswa.

Kata Kunci: respirometer sederhana, bahan daur ulang, praktikum respirasi

PENDAHULUAN

Kurikulum 2013 menjelaskan bahwa kegiatan pembelajaran IPA merupakan pembelajaran penemuan sebuah konsep. Oleh karena itu, pembelajaran IPA lebih menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan proses. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan menjelaskan bahwa standar kompetensi lulusan adalah kriteria mengenai kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan (Kemendikbud, 2013). Salah satu Kompetensi Inti (KI) mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dalam kurikulum 2013 adalah memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata. Pembelajaran yang paling tepat diterapkan adalah melalui eksperimen (Kemendikbud, 2013). Dengan demikian

bersasarkan Kompetensi Inti tersebut, praktikum IPA merupakan salah satu bagian terpenting dalam pembelajaran IPA.

Pembelajaran IPA di sekolah tidak dapat terlepas dari kegiatan praktikum. Pembelajaran dengan metode praktikum dapat membuat siswa lebih percaya atas kebenaran atau kesimpulan berdasarkan percobaannya sendiri dari pada menerima kata guru atau membaca dari buku (Basri, 2012). Menurut Novianti (2011), ada sejumlah alasan penting mengapa kegiatan praktikum IPA perlu dilaksanakan. *Pertama*, praktikum dapat membangkitkan motivasi belajar IPA. *Kedua*, praktikum mengembangkan keterampilan dasar melakukan eksperimen. *Ketiga*, praktikum menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah. *Keempat*, praktikum menunjang materi pelajaran. Salah satu Kompetensi Dasar IPA SMP/MTs kurikulum 2013 yaitu mengenal konsep energi, berbagai sumber energi, energi dari makanan, transformasi energi, respirasi, sistem pencernaan makanan, dan fotosintesis.

Ciri-ciri makhluk hidup salah satunya adalah bernapas (respirasi). Sistem pernapasan merupakan suatu proses pertukaran gas oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) pada makhluk hidup (Campbell, N.A., dkk, 2010). Menurut Laili (2013), sub materi yang terdapat pada sistem pernapasan adalah alat pernapasan, mekanisme pernapasan (inspirasi dan ekspirasi), volume pernapasan, mekanisme pertukaran gas O_2 dan CO_2 , kelainan atau penyakit pada sistem pernapasan manusia dan sistem pernapasan pada hewan. Oksigen (O_2) merupakan komponen gas dan unsur vital dalam proses metabolisme. Oksigen memegang peranan penting dalam semua proses tubuh secara fungsional serta kebutuhan oksigen merupakan kebutuhan yang paling utama dan sangat vital bagi tubuh (Imelda, 2009). Oksigen diperlukan sel untuk mengubah glukosa menjadi energi yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai aktivitas, seperti aktivitas fisik, penyerapan makanan, membangun kekebalan tubuh, juga penghancuran beberapa racun sisa metabolisme (Nikmawati, dkk, 2006).

Pada tumbuhan berbiji seperti kacang hijau, oksigen merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses perkecambahan. Oksigen berperan pada proses respirasi. Respirasi tanaman merupakan proses perombakan gula (karbohidrat) hasil fotosintesis menjadi ATP sebagai sumber energi utama untuk melakukan aktivitas absorpsi, transpirasi, transportasi, pembelahan sel, pembungaan maupun fotosintesis. Fungsi utama respirasi adalah dalam rangka memproduksi energi melalui metabolisme aerobik dalam hal tersebut terkait dengan konsumsi oksigen (Santoso, 2009). Kurangnya ketersediaan oksigen akan memperlambat laju respirasi sehingga dapat menghambat perkecambahan pada biji. Oleh karena itu, untuk mengetahui volume oksigen yang dibutuhkan kecambah dalam melakukan respirasi yaitu dengan menggunakan respirometer.

Respirometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur laju respirasi pada organisme atau tumbuhan yang berukuran kecil. Konsep tentang respirasi tersebut dapat diperoleh melalui praktikum dengan mengukur kecepatan respirasi makhluk hidup. Biasanya pada praktikum ini menggunakan respirometer buatan pabrik. Namun bagi sekolah tertentu yang tidak memiliki peralatan laboratorium yang memadai, maka kegiatan

praktikum respirasi ini cenderung diabaikan. Sehingga pemahaman konsep tentang kecepatan respirasi makhluk hidup tidak utuh. Oleh karena itu, diperlukan adanya peralatan alternatif yang dapat digunakan siswa untuk mengukur laju respirasi secara akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk respirometer sederhana yang berasal dari bahan daur ulang. Produk ini kemudian digunakan untuk mengetahui laju respirasi kecambah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian model 3D (*Define, Design, Develop*) (Thiagarajan, 1974). Tahapan dalam penelitian ini meliputi pendefinisian (*Define*), desain (*Design*), dan pengembangan (*Develop*).

1. Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap pendefinisian dilakukan analisis *front-end*, analisis tugas, analisis peserta didik, dan analisis konsep. Analisis *front-end* bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran. Permasalahan dasar pada penelitian ini adalah konsep respirasi yang dipelajari melalui praktikum tidak berjalan sebagai mana mestinya karena keterbatasan alat praktikum. Analisis tugas bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan akademik utama yang ditugaskan oleh pemerintah. Konsep respirasi tercantum pada Kompetensi Dasar IPA SMP/MTs kurikulum 2013 yaitu mengenal konsep energi, berbagai sumber energi, energi dari makanan, transformasi energi, respirasi, sistem pencernaan makanan, dan fotosintesis. Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui peserta didik yang mendapatkan materi ini. Peserta didik yang mendapatkan materi respirasi adalah siswa SMP kelas VIII. Terakhir analisis konsep yang bertujuan untuk mengidentifikasi konsep-konsep dalam pengukuran volume oksigen yang dibutuhkan serangga atau tanaman menggunakan respirometer. Konsep yang dipelajari adalah laju respirasi pada makhluk hidup.

2. Desain (*Design*)

Pada tahap desain bertujuan untuk menghasilkan rancangan respirometer sederhana dari bahan daur ulang.

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas bahan daur ulang. Pertama adalah botol kaca bekas minuman yang digunakan sebagai tempat meletakkan kecambah kacang hijau, kedua adalah sedotan berdiameter 0,5 cm dengan panjang 14 cm. Ketiga adalah penggaris sebagai alat untuk mengukur pergerakan eosin. Keempat adalah neraca analitik yang digunakan untuk menimbang massa kecambah. Kelima adalah plastisin yang berfungsi untuk menutup botol sekaligus sebagai perekat antara botol dan sedotan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang pertama adalah kecambah kacang hijau yang digunakan sebagai objek penelitian. Kedua adalah kapur sirih. Ketiga adalah plastisin yang digunakan untuk menutup mulut botol. Keempat adalah vaselin, dan yang kelima adalah eosin yang merupakan cairan berwarna yang biasa digunakan untuk penelitian.

3. Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini dilakukan pembuatan respirometer sederhana dari bahan daur ulang dengan urutan sebagai berikut.

a. Persiapan alat dan bahan

Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan yaitu botol kaca, sedotan berdiameter 0,5 cm, penggaris, neraca analitik, kecambah, kapur sirih, plastisin dan eosin.

b. Penimbangan

Menimbang kecambah dengan menggunakan neraca analitik. Memvariasi massa kecambah yaitu sebesar 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gram.

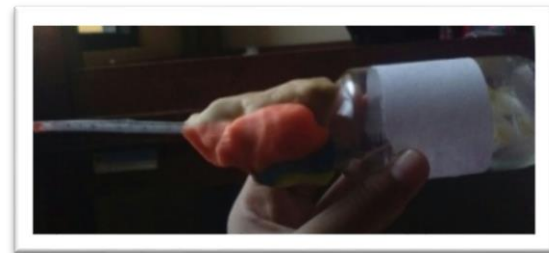
c. Perangkaian alat

Merangkai alat untuk percobaan yaitu respirometer sederhana dari bahan daur ulang. Adapun langkah-langkah membuatnya yaitu: (1) Memasukkan kecambah ke dalam botol; (2) Menutup mulut botol kaca dengan plastisin. Pastikan mulut botol kaca telah tertutup rapat; (3)

Memberi lubang ditengah-tengah plastisin sebagai jalan masuknya sedotan (4) Meneteskan sedikit eosin dibagian ujung sedotan.

d. Pengamatan

Mengamati pergerakan eosin yang berada didalam sedotan setiap 2 menit. Kemudian mengukur perpindahan eosin dari pangkal sedotan sampai ujung eosin dengan menggunakan penggaris. Kemudian menuliskan data hasil pengamatan kedalam tabel pengamatan.



Gambar 1. Respirometer sederhana dari bahan daur ulang

Setelah respirometer siap digunakan, selanjutnya melakukan uji coba untuk mengukur laju respirasi pada kecambah kacang hijau. Setelah mendapat data hasil percobaan, dilakukan perhitungan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus volume sedotan yang berbentuk silinder:

$$V = La \times s$$

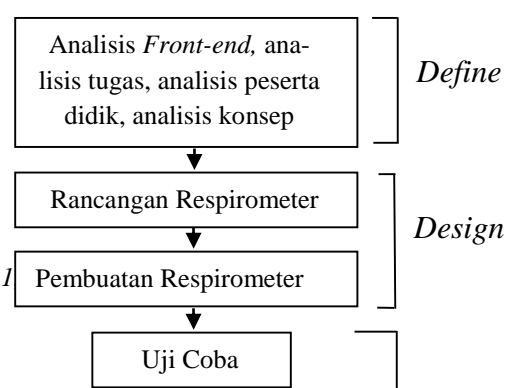
Keterangan:

V = volume (cm³)

La = luas alas (cm²)

s = jarak perpindahan eosin (cm)

Desain penelitian secara umum tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Penelitian dan Pengembangan Respirometer dari Bahan Daur Ulang

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Maret 2018 di Laboratorium IPA Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman No. 39, Magelang.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel kecambah kacang hijau dilakukan secara acak atau cacah tanpa adanya kualifikasi tertentu dari ukuran kecambah.

Cara Pengukuran

Cara pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur pergerakan eosin yang berada didalam sedotan. Perpindahan eosin diukur dari pangkal sedotan sampai ujung eosin dengan membaca skala yang berada pada sedotan.

Parameter Pengamatan

Adapun parameter pengamatan pada penelitian ini adalah Perpindahan eosin (cm), diukur dari pangkal sampai ujung cairan eosin.

Analisis Data

Pada percobaan ini, kami menggunakan kapur sirih yang bertujuan untuk mengikat CO₂ agar kecambah dapat bergerak. Pada setiap persambungan alat harus diolesi dengan vaselin. Hal ini dilakukan agar tidak ada udara yang keluar masuk. Kemudian menempatkan respirometer pada bantalannya, lalu memasukkan sedikit eosin di ujung pipa kapiler (sedotan), yang bertujuan untuk melihat pergerakan udara yang dihisap oleh kecambah.

Tanaman yang di uji cobakan adalah tanaman kecambah yang belum memiliki klorofil, apabila menggunakan tumbuhan yang sudah memiliki klorofil maka akan lebih sulit untuk mengamati laju respirasinya

karena tumbuhan yang berklorofil juga melakukan fotosintesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini berupa respirometer sederhana yang berasal dari bahan daur ulang lengkap dengan skalanya. Respirometer ini kemudian digunakan untuk mengamati respirasi pada kecambah kacang hijau. Berdasarkan hasil observasi diperoleh data yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Laju Respirasi pada kecambah Kacang Hijau.

No	Massa (gr)	Perpindahan (cm)		
		2 menit	4 menit	6 menit
1	2	1 cm	2 cm	3.2 cm
2	4	1.9 cm	3.1 cm	3.8 cm
3	6	2 cm	3.2 cm	4 cm
4	8	2.8 cm	3.5 cm	5.9 cm
5	10	3.5 cm	5 cm	6.5 cm

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa jarak perpindahan eosin masing-masing bervariasi. Semakin besar massa kecambah semakin Panjang perpindahan eosinnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui rata-rata kecepatan respirasi kecambah yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kebutuhan oksigen kecambah

No	Massa (gr)	Volume (cm ³ /s)			Rata-rata
		2 menit	4 menit	6 menit	
1	2	1.143	6.800	7.73	5.22
2	4	12.40	11.20	9.33	10.97
3	6	13.60	11.60	9.90	11.70
4	8	20.00	12.80	14.93	15.91
5	10	26.40	17.18	16.53	20.04

Berdasarkan Tabel 2. Dapat diketahui rata-rata kebutuhan oksigen semakin tinggi berbanding lurus dengan massa kecambah yang dimasukkan pada tabung respirometer sederhana.

Pengembangan peralatan praktikum respirasi menggunakan bahan daur ulang telah berhasil mengukur respirasi pada

kecambah kacang hijau. Prajoko *et al* (2017) menyatakan bahwa peralatan praktikum dapat dibuat dari bahan daur ulang sebagai alternatif peralatan praktikum jika peralatan praktikum utama tidak tersedia atau susah didapatkan. Sementara Brahim (2007); Subamia *et al* (2014) menyatakan bahwa kegiatan praktikum tidak selalu dilakukan menggunakan peralatan laboratorium buatan pabrik, alam sekitar menyediakan fasilitas terbaik jika kita mau berinovasi. Pernyataan ini juga di dukung oleh Murniati & Mustika (2012) yang menyatakan bahwa siswa akan menjadi lebih kreatif dalam praktikum dengan memanfaatkan lingkungan sekitar untuk peralatan praktikum. Dengan demikian respirometer sederhana dari bahan daur ulang yang diambil dari lingkungan sekitar siswa ini menjadi solusi praktikum respirasi jika peralatan utama respirometer pabrik tidak tersedia.

Pada pengamatan ini digunakan alat yang disebut respirometer, alat ini berfungsi untuk mengukur jumlah oksigen yang diperlukan dalam respirasi. Di dalam tabung respirometer diletakkan kapur sirih di bawah kecambah kacang hijau. Kapur sirih ini akan mengikat karbon dioksida yang dihasilkan kecambah kacang hijau. Sehingga volume udara dalam tabung akan berkurang seiring dengan berkurangnya oksigen untuk respirasi. Sementara itu karbon dioksida yang dikeluarkan langsung bereaksi dengan kapur sirih menjadi senyawa lain. Dengan demikian volume udara didalam tabung terus berkurang dan menyebabkan tekanan udara di dalam tabung meningkat. Perbedaan tekanan udara inilah yang menyebabkan bergerak masuknya larutan eosin yang diletakkan di ujung pipa. Pergerakan eosin inilah yang menjadi dasar perhitungan kebutuhan oksigen tiap menitnya.

Respirometer dari bahan daur ulang ini dapat mengukur kecepatan respirasi kecambah kacang hijau. Alasan mengapa bahan yang digunakan adalah kecambah kacang hijau, karena tumbuhan ini merupakan suatu organisme yang walaupun ia masih belum berkembang dengan

sempurna tetapi sudah bisa melakukan pernapasan, hal ini terbukti dari hasil percobaan yang telah diamati dimana kecambah kacang hijau sebagai bahan percobaan mampu melakukan respirasi. Hal ini sesuai dengan Anggrahini (2009) yang menyatakan bahwa kacang hijau yang baru berkecambah belum banyak melakukan fotosintesis sehingga lebih banyak melakukan respirasi untuk membakar makanan yang terdapat pada endosperma. kecambah melakukan pernapasan untuk mendapatkan energi yang dilakukan dengan melibatkan gas oksigen (O_2) sebagai bahan yang diserap/diperlukan dan menghasilkan gas karbondioksida (CO_2), air (H_2O) dan sejumlah energi. Pada dasarnya, proses respirasi bertujuan untuk mendapatkan energi yang digunakan dalam metabolisme dan proses pertumbuhan serta perkembangan untuk menjadi sebuah tanaman dewasa. Semakin besar suatu tanaman, maka makin besar pula kebutuhannya akan energi sehingga dalam respirasinya memerlukan oksigen yang banyak pula. Hal tersebut sesuai dengan Haryanti & Budihastuti (2015) dan Anggraini & Sukardi (2017) yang menyatakan bahwa semakin besar ukuran dan massa organisme berbanding lurus dengan kebutuhan oksigen untuk respirasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses respirasi suatu organisme antara lain: umur/usia organisme tersebut, bobot dari kegiatan yang dilakukan, ukuran organisme itu sendiri, keadaan lingkungan sekitar, serta cahaya juga mempengaruhi rata-rata pernapasan. Untuk mengetahui bahwa kecambah kacang hijau melakukan respirasi atau tidak, maka kita dapat mengamati tabung respirometer. Jika kecambah kacang hijau dalam tabung berespirasi maka kita akan menemukan uap air yang menempel dalam tabung respirometer, tetapi jika tidak ada uap air itu artinya kecambah kacang hijau tidak berespirasi. Adanya uap air dijadikan indikator respirasi karena dalam proses respirasi akan dilepaskan karbon dioksida dan uap air. Dalam pengamatan ini kita harus teliti dalam mengoleskan malam pada sumbat, jangan sampai ada rongga

udara yang masih terbuka karena hal ini bisa mengganggu pengamatan.

Respirasi aerob pada pengukuran respirasi kecambah berarti diperlukan oksigen dan dihasilkan karbondioksida serta energi. Sedangkan respirasi anaerob berarti respirasi dengan kadar oksigen yang kurang atau tidak dan dihasilkan senyawa selain karbondioksida seperti alkohol, asetildehidat atau asam asetat dengan sedikit energi. Laju respirasi dapat diketahui dari waktu yang digunakan kecambah kacang hijau untuk menarik eosin, sedangkan banyaknya oksigen yang diperlukan selama proses respirasi dapat diketahui dari sejauh mana eosin berpindah.

SIMPULAN

Respirometer sederhana dapat dibuat dengan menggunakan bahan daur ulang. Dari hasil pengamatan respirasi kecambah dengan respirometer sederhana, dapat disimpulkan bahwa semakin besar massa kecambah semakin besar pula oksigen yang diperlukan kecambah untuk berespirasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, S. (2009). Pengaruh Lama Pengcambahan terhadap Kandungan α -Tokoferol dan Senyawa Proksimat Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Agritech*, 27(4).
- Anggraini, T. A., & Sukardi, M. P. (2017). *Pengaruh Suhu dan Berat Terhadap Konsumsi Oksigen Elver (Anguilla sp.)* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Basri, M. (2012). *Perancangan Pembelajaran*. Bandarlampung: Unila.
- Brahim, T. K. (2007). Peningkatan hasil belajar sains siswa kelas IV sekolah dasar, melalui pendekatan pemanfaatan sumber daya alam hayati di lingkungan sekitar. *Jurnal Pendidikan Penabur*, 9(6), 37-49.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jacson, R.B. 2010. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid III*. Jakarta: Erlangga.
- Haryanti, S., & Budihastuti, R. (2015). Morfoanatomi, Berat Basah Kotiledon dan Ketebalan Daun Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus vulgaris* L.) pada Naungan yang Berbeda. *BULETIN ANATOMI DAN FISILOGI dh SEL-LULA*, 23(1), 47-56.
- Imelda, F. 2009. *Oksigenasi dan Proses Keperawatan*. Sumatera: Universitas Sumatera Utara.
- Kemendikbud. 2013. *Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Laili, J. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web Materi Sistem Pernapasan Kelas XI IPA SMA Al-Rifa'ie Gondanglegi-Malang*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Murniati, N. A. N., & Mustika, I. (2012). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar IPA-Fisika Melalui Pembelajaran Praktikum dengan Memanfaatkan Alat dan Bahan di Lingkungan Sekitar pada Siswa Kelas VII SMP Negeri 4 Kragan Rembang Tahun Ajaran 2008/2009. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 2(1/April).
- Nikmawati, W. Hardjoeno. 2006. *Resistensi Mycobacterium tuberculosis terhadap Obat Anti Tuberculosis*. Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory.
- Novianti, N. R. (2011). Kontribusi pengelolaan laboratorium dan motivasi belajar siswa terhadap efektivitas

- proses pembelajaran. *Jurnal Pendidikan MIPA*. Edisi khusus, 1, 158-166.
- Prajoko, S., Amin, M., Rohman, F., & Gipayana, M. (2017). The usage of recycle materials for science practicum: is there any effect on science process skills?. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(1), 1-8.
- Santoso. 2009. *Bahan Ajar Fisiologi Hewan*. Padang: Universitas Andalas.
- Subamia, I. D. P., Wahyuni, I. G. A. N. S., & Widiasih, N. N. (2014). Pengembangan Perangkat Penunjang Praktikum IPA SMP Berbasis Lingkungan. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 47(1).
- Thiagarajan, S.D., Semmel, M.L. (1974). *Intructional Development for Teacher of Exceptional Children. A Source Book* Bloomington: Center For Innovation on Teaching the Handicap.