

PENGEMBANGAN TERARIUM BIEKOSISTEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL KELAS XI SMA

Virgyen Nia Saputri, Mita Anggaryani

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Email: virgyensaputri16030184013@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas pengembangan terarium biekosistem, dan mendeskripsikan terarium biekosistem yang dikembangkan pada materi pemanasan global. Jenis penelitian menggunakan model ADDIE yang terdiri dari 5 komponen, yaitu: analisis (analysis), desain (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan evaluasi (evaluation), dengan batasan sampai pada tahap implementasi, kondisi darurat pandemi Covid-19. Penelitian dilaksanakan melalui 7 prosedur pengembangan, yaitu (1) desain alat peraga, (2) telaah, (3) revisi, (4) validasi, (5) uji coba terbatas, (6) analisis data, (7) laporan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah angket dan uji coba alat peraga. Teknik pengolahan data yang digunakan adalah analisis kevalidan alat peraga dengan Skala Likert, dan analisis hasil uji coba alat peraga menggunakan hasil kalibrasi sesuai dengan standar Sistem Internasional (SI). Hasil pengembangan alat peraga terarium biekosistem sebagai alat peraga pemanasan global menunjukkan bahwa alat peraga tersebut telah layak digunakan dengan hasil validasi 91,3 % (sangat valid). Hasil kalibrasi alat peraga yang dilakukan pada sensor DHT11 sebagai instrumen yang digunakan pada terarium biekosistem yang dikembangkan menunjukkan taraf ketelitian sebesar 95,9 % relatif dibandingkan dengan acuan standar Sistem Internasional (SI).

Kata kunci: Terarium biekosistem, Pemanasan Global, Sensor DHT11.

Abstract

This study aims to describe the validity of the development of biekosystem terrarium, and describe the biekosystem terrarium developed in global warming material. This type of research uses the ADDIE model which consists of 5 components, namely: analysis, design, development, implementation, and evaluation, with limits to the implementation stage, emergency conditions of the Covid-19 pandemic. The study was conducted through 7 development procedures, namely (1) design of props, (2) review, (3) revision, (4) validation, (5) limited trials, (6) data analysis, (7) reports. Data collection techniques used were questionnaires and trial props. The data processing technique used is the validity of the teaching aids with a Likert Scale, and the analysis of the results of the teaching aids using the calibration results in accordance with International System (SI) standards. The results of the development of terrarium biekosystem props as global warming props showed that the props were already worth using with 91.3% validation results (very valid). The results of calibration of the teaching aids carried out on the DHT11 sensor as an instrument used in the developed biekosystem terrarium showed an accuracy level of 95.9% relative compared to the International System (SI) standard reference.

Keywords: Biekosystem Terrarium, Global Warming, DHT11 Sensor.

PENDAHULUAN

Berbagai persoalan masalah lingkungan mulai dari penebangan hutan secara liar, kebakaran hutan, tanah longsor, abrasi, banjir, masalah sampah dan masalah lainnya merupakan fokus persoalan yang dihadapi

pemerintah dan masyarakat Indonesia Menurut Tobing dan Admoko (2017), kegiatan pengeksploitasian alam yang dilakukan oleh manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku produksi yang merupakan wujud tuntutan kebutuhan manusia itu sendiri.

Menurut Triana (2008), dampak dari berbagai masalah lingkungan tersebut salah satunya adalah pemanasan global (*Global Warming*) yang merupakan fenomena peningkatan suhu rata-rata di bumi karena terjadinya efek rumah kaca. Menanggapi tuntutan tantangan di masa depan dalam upaya menyelesaikan masalah pemanasan global serta dampaknya bagi kehidupan, kurikulum pendidikan di Indonesia memberikan perhatian khusus. Perhatian tersebut dituangkan dalam kurikulum 2013 pada kompetensi dasar mata pelajaran fisika kelas XI SMA/MA semester II yang terdapat pada KD 3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan. Serta terdapat pada KD 4.12 Mengajukan ide atau gagasan penyelesaian masalah gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.

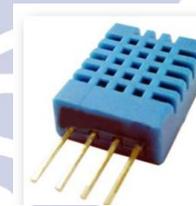
Dalam kurikulum 2013 sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan, sasaran pembelajaran dalam kurikulum 2013 mencakup pengembangan ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dielaborasi untuk setiap satuan pendidikan (Widiastutik dan Madlazim, 2014).

Branchais dan Achmadi (2019), mengatakan bahwa perkembangan teknologi dan komunikasi mengalami perkembangan yang begitu pesat. Dalam dunia pendidikan perkembangan teknologi sangat berpengaruh terhadap proses belajar dan hasil belajar siswa. Melalui perkembangan teknologi ini, proses belajar dalam menjelaskan konsep sudah banyak menggunakan media pembelajaran maupun alat peraga baik akademik maupun non akademik. Alat peraga berfungsi sebagai upaya melengkapi peralatan yang dibutuhkan dalam pembelajaran (Elfira dan Prabowo, 2016). Menurut Putri dan Putri dan Kurniawati (2015), alat peraga merupakan alat yang digunakan untuk memperagakan materi pembelajaran dari suatu konsep sehingga dapat mempermudah siswa dalam memahami materi yang diajarkan.

Terdapat alat peraga yang dapat menjelaskan masalah pemanasan global, salah satunya adalah terarium. Menurut Mufliah, dkk. (2015), terarium merupakan suatu ekosistem darat yang dibentuk di dalam wadah tertutup baik ekosistem tanaman maupun hewan darat, biasanya terbuat dari wadah transparan berupa kaca maupun akrilik, dengan media tanam pasir, tanah, ataupun jeli yang dapat disesuaikan dengan jenis tanaman yang digunakan. Menurut Putri dan Kurniawati (2015), menyatakan bahwa pengembangan alat peraga ini mampu menanamkan karakter peduli lingkungan kepada siswa sesuai dengan indikator-indikator karakter peduli lingkungan ditambah dengan menyampaikan proses terjadinya hujan asam, efek rumah kaca hingga

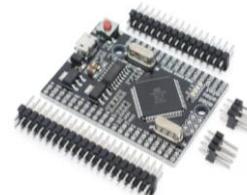
pemanasan global. Alat peraga pada penelitian tersebut memiliki kekurangan diantaranya dalam hal kontekstual dan kerapian. Pada penelitian Mulyaningrum, dkk (2014) menyatakan bahwa pengembangan alat peraga ini mencapai kriteria sangat valid sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Alat peraga pada penelitian tersebut memiliki kekurangan pada bahan yang digunakan untuk menganalogikan kondisi suatu lingkungan belum menyerupai bahan penyusun aslinya. Hal ini menunjukkan bahwa dari masing-masing penelitian perlu adanya perbaikan. Dengan demikian peneliti memiliki tujuan untuk menghasilkan alat peraga yang valid dan sesuai untuk menjelaskan gejala pemanasan global. Dalam penelitian ini pembuatan alat peraga menggunakan sistem sensor, dengan menggunakan beberapa komponen penting, seperti sensor DHT11, mikrokontroler (Arduino Mega 2560 pro), dan LCD (*Liquid Crystal Display*).

Sensor DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban dengan output sinyal digital, sensor ini biasa digunakan pada bangunan rumah kaca yang digunakan untuk membaca kondisi di dalam ruangan berkaitan dengan suhu dan kelembaban udara. Sensor DHT11 memiliki rentang pengukuran 20-90 % RH untuk kelembaban dengan akurasi $\pm 5\%$ dan 0-50 °C untuk suhu dengan akurasi $\pm 2\%$ (Mouser Electronic).



Gambar 1. Sensor DHT11
(Mouser Electronic)

Menurut Anta, dkk (2017), mikrokontroler ATmega2560 adalah sistem mikrokontroler chip tunggal dengan daya rendah. Mikrokontroler ini merupakan keluaran dari ATMEL yang terintegrasi pada Arduino Mega2560 yang memiliki 54 digital pin input / output (yang 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (hardware port serial), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset.



Gambar 2. Arduino Mega 2560 Pro
(Datasheet ATMEL, 2005)

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor. Menurut Simbar dan Syahri (2017), LCD memiliki banyak kegunaan dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD (Liquid Crystal Display) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler.



Gambar 3. LCD (*Liquid Crystal Display*)
16x2
(Simbar dan Syahrin, 2017)

Materi pokok dalam penelitian ini adalah Pemanasan Global. Menurut Triana (2008), pemanasan global (*Global Warming*) yang merupakan fenomena peningkatan suhu rata-rata di bumi karena terjadinya efek rumah kaca. Proses pemanasan permukaan bumi sebagian besar disebabkan oleh meningkatnya emisi berbagai jenis gas yang bersumber dari gas pembuangan pabrik industri, kendaraan, dan aktifitas manusia (Prastowo, 2012). Menurut Wardhana (2010), terdapat beberapa gas beserta sumbernya yang menyebabkan terjadinya pemanasan global yaitu:

- a) Karbon dioksida (CO_2) yang bersumber dari proses vulkanik gunung berapi, respirasi hewan, dan pembakaran stasioner. Apabila gas CO_2 terlalu banyak akan mengakibatkan bumi semakin panas dikarenakan gas CO_2 membuat radiasi matahari terperangkap di bumi.
- b) Gas Metana (CH_4) dapat diperoleh dari sampah organik yang membusuk.
- c) Klorofluorokarbon (CFC) dapat bersumber dari kegiatan industri. Industri yang banyak menggunakan senyawa CFC (*Chloro Fluoro Carbon*) juga bisa menimbulkan efek rumah kaca. Gas CFC bersifat merusak lapisan ozon, apabila lapisan ozon rusak akibat dari peningkatan emisi gas rumah kaca yang menyebabkan sinar matahari yang dipantulkan terperangkap di dalam gas-gas rumah kaca. Gas-gas tersebut dipancarkan ke atmosfer dan sebagian dikembalikan ke bumi, sehingga bumi mengalami peningkatan suhu rata-rata atau yang biasa kita sebut sebagai fenomena pemanasan global (*global warming*).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian menggunakan model ADDIE yaitu: analisis (*analysis*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*), dengan batasan pada tahap implementasi, hal ini disebabkan kondisi darurat pandemi Covid-19 di Indonesia. Berikut langkah-langkah penelitian menggunakan model ADDIE.



Gambar 4. Langkah Umum Model ADDIE
(Sugiyono, 2018)

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Sasaran dan sumber data penelitian yang akan dilakukan adalah melalui data hasil uji coba alat peraga yang dikembangkan. Selain itu ditambah 2 orang dosen fisika sebagai validator dari alat yang dikembangkan.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yang pertama dengan melakukan uji coba alat yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan dan ketelitian serta kesesuaian alat peraga yang sedang dikembangkan. Kemudian yang kedua dilakukan dengan memberikan instrumen validasi kepada validator untuk memberikan penilaian terhadap alat peraga yang dikembangkan.

Teknik analisis data dalam penelitian ini yang pertama dilakukan pada hasil uji coba alat untuk mengetahui keakuratan alat ukur yang digunakan serta kesesuaian alat peraga yang dikembangkan. Kemudian yang kedua dilakukan pada hasil validitas alat peraga.

Analisis hasil uji coba alat untuk mengetahui ketelitian dan keakuratan alat peraga dapat dilihat dari hasil kalibrasi sesuai dengan standar Sistem Internasional (SI), dengan persentase minimal $\geq 95\%$ alat peraga dapat dikatakan baik. Sedangkan untuk mengetahui kesesuaian alat peraga dapat dilihat dari hasil percobaan. Alat peraga dikatakan sesuai apabila mampu menunjukkan gejala pemanasan global.

Penilaian untuk validasi alat peraga yang dikembangkan dilakukan dengan rentang skor 1 sampai dengan 5 dengan menggunakan skala *Likert* dan kategori angka sebagai berikut:

- 1 = skor yang diperoleh sangat kurang sesuai
- 2 = skor yang diperoleh kurang sesuai
- 3 = skor yang diperoleh cukup sesuai
- 4 = skor yang diperoleh sesuai
- 5 = skor yang diperoleh sangat sesuai

(Sugiyono, 2010)

Dengan aturan penulisan skor sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Berikut kriteria penilaian rata-rata kevalidan terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Persentase Rating Scale

Persentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat Kurang
21% - 40%	Kurang
41% - 60%	Cukup
61% - 80%	Baik /Valid
81% - 100%	Sangat Baik / Sangat Valid

(Riduwan, 2012)

Berdasarkan kriteria yang ada di tabel, alat peraga terarium biekosistem yang dikembangkan oleh peneliti dapat dikatakan valid apabila persentase yang diperoleh $\geq 61\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan yang dilakukan adalah berupa terarium biekosistem yang dijabarkan dengan model ADDIE, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Berikut hasil dari setiap tahap penelitian yang dilakukan:

1. Analisis

1.1 Analisis Materi

Dalam analisis materi yang dilakukan pada materi Pemanasan Global di dapatkan dua variabel yang memungkinkan untuk diamati, yaitu suhu dan kelembaban. Dari analisis yang dilakukan peneliti dapat menentukan alat peraga yang akan di kembangkan yaitu terarium.

1.2 Analisis Kurikulum

Dalam analisis kurikulum dilakukan pada kurikulum 2013 dan kurikulum sekolah adiwiyat. Analisis yang pertama dilakukan pada kurikulum 2013, berikut hasil analisis yang telah dilakukan :

a. Kompetensi lulusan dalam kurikulum 2013 memenuhi keseimbangan *soft skills* dan *hard skills* yang meliputi beberapa aspek, diantaranya kompetensi, sikap, keterampilan, dan pengetahuan.

b. Dalam kegiatan pembelajaran dilakukan menggunakan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) yang meliputi standar proses pembelajaran 5M, yaitu mengamati, menanya, mengolah, menyajikan, menyimpulkan, dan mencipta.

c. Dalam kurikulum 2013, TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) bukan sebagai mata pelajaran, tetapi digunakan sebagai media pembelajaran.

Analisis yang kedua dilakukan pada kurikulum sekolah adiwiyata, berikut hasil analisis yang telah dilakukan :

a. Visi, misi, tujuan dan sasaran pada kurikulum sekolah adiwiyata tertuang dalam rencana pelaksanaan pembelajaran dan termuat baik dalam mata pelajaran wajib, muatan lokal, maupun pengembangan diri pada pendidikan lingkungan hidup (PLH).

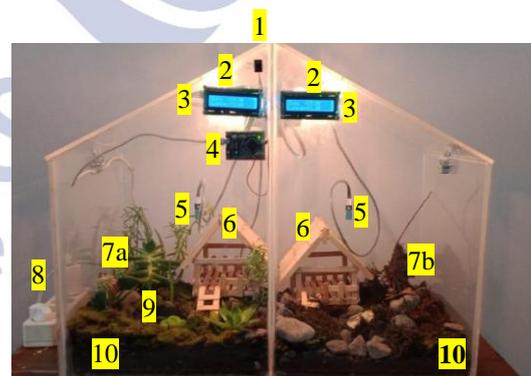
b. Rencana pelaksanaan pembelajaran pada kurikulum sekolah adiwiyata mengacu pada kurikulum 2013 atau kurikulum yang sedang dijalankan di sekolah.

Dari hasil analisis kurikulum 2013 dan kurikulum sekolah adiwiyata didapatkan bahwa alat peraga yang dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran di sekolah, yaitu menciptakan kemampuan *soft skills* dan *hard skills*, mencakup standar proses pembelajaran 5M, dengan alat peraga yang berteknologi pendidikan.

1.3 Analisis kebutuhan

Dalam analisis kebutuhan yang dilakukan didapatkan bahwa alat peraga yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan sekolah, yaitu sebagai penunjang proses belajar mengajar sebagai penunjang proses pembelajaran pendidikan lingkungan hidup (PLH).

2. Desain



Gambar 5. Terarium Biekosistem

Tabel 2. Komponen Terarium Biekosistem

No Gambar	Keterangan Gambar
1	Saklar lampu
2	Lampu
3	LCD (<i>Liquid crystal Display</i>)
4	Mikrokontroler
5	Sensor DHT11
6	Model rumah

No Gambar	Keterangan Gambar
7a	Tanaman hijau
7b	Tanaman kering
8	Kabel steker
9	Kolam (ikan dan tanaman air)
10	Tanah, kerikil, dan jangkrik

Dari setiap komponen yang digunakan dalam terarium biokosistem memiliki peranan dan fungsi masing-masing, yaitu sebagai berikut:

2.1 Sensor DHT11

Dalam penelitian ini sensor DHT11 digunakan sebagai alat ukur suhu dan kelembaban udara dalam sistem.

2.2 Mikrokontroler (Arduino Mega 2560 pro)

Dalam penelitian ini digunakan sebagai pengatur dari kerja sensor DHT11 dan bertugas sebagai pengolah data yang ditangkap dari sensor yang kemudian ditampilkan pada layar LCD

2.3 LCD (Liquid Crystal Display)16x2

Dalam penelitian ini LCD digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor DHT11.

2.4 Tanaman

Dalam penelitian ini tanaman digunakan sebagai penghasil oksigen (O₂).

2.5 Jangkrik

Dalam penelitian ini hewab jangkrik berperasn sebagai penghasil karbon dioksida (CO₂).

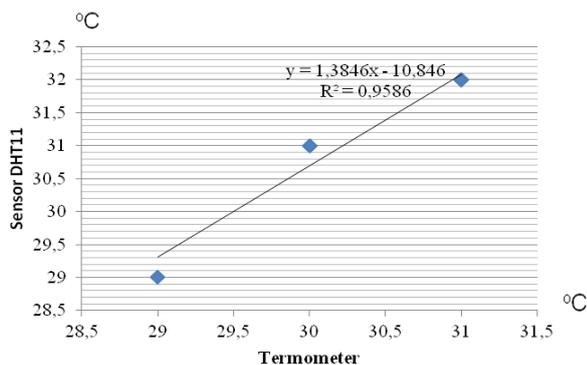
2.6 Lampu

Dalam Penelitian ini lampu berperan sebagai sumber panas pengganti matahari.

2.7 Tanah dan kerikil

Tanah dan krilik dalam penelitian ini digunakan sebagai analogi struktur penyusun bumi dan sebagai media tanam.

Pembuatan terarium biokosistem ini telah dilakukan kalibrasi pada sensor DHT11 yang digunakan sebagai alat ukur dengan alat ukur lain yang sesuai dengan Sistem Internasional (SI).



Gambar 6. Hasil kalibrasi sensor DHT11

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh grafik persamaan regresi linier $y = 1,3846x - 10,846$ dengan x merupakan pengukuran panjang menggunakan termometer ruang dan y merupakan hasil pembacaan sensor DHT11. Dari persamaan tersebut diketahui bahwa 1,3846 x sebagai faktor pengali dimana jika $x=1$ maka $y=1,3846$, sehingga dapat dikatakan bahwa sensor DHT11 yang digunakan mendekati kebenaran dari alat ukur lain yang sesuai dengan Sistem Internasional (SI) dengan koefisien korelasi (R²) sebesar 0,9586. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT11 yang digunakan dalam alat ukur alat peraga yang dikembangkan memiliki taraf ketelitian sebesar 95,86% yang menyatakan bahwa sensor DHT11 dalam terarium biokosistem dapat digunakan sebagai alat peraga pada materi Pemanasan Global.

3. Pengembangan

Pada tahap pengembangan terarium biokosistem akan diuji coba terlebih dahulu sebelum dilakukan validasi. Uji coba dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dan prosedur yang terdapat dalam LKPD untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dari alat yang dikembangkan telah sesuai dengan teori yang telah ada sebelumnya.

Terdapat variabel-variabel yang digunakan dalam pengamatan menggunakan terarium biokosistem yang dikembangkan, yaitu sebagai berikut:

a) Variabel Manipulasi

- jenis tanaman
- Waktu

b) Variabel Kontrol

- Lampu
- Jumlah Hewan

c) Variabel Respom

- Suhu
- Kelembaban udaran

Berikut definisi operasional variabel dalam pengamatan gejala pemanasan global menggunakan terarium biokosistem:

a) Waktu

Selang waktu yang digunakan dalam pengamatan ini adalah setiap lima menit dimulai dari lima menit pertama yang dilakukan selama 60 menit pada kedua ekosistem.

b) Tanaman

Jenis tanaman yang digunakan adalah tananan hijau dan tanaman kering.

c) Jumlah hewan

Dalam pengamatan ini menggunakan sebanyak 10 jangkrik untuk setiap ekosistem.

d) Suhu dan kelembaban

Suhu dan kelembaban dalam pengamatan kedua ekosistem dapat dilihat dari hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD.

Tabel 3. Data hasil pengukuran suhu dan kelembaban pada terarium (data diambil di Jurusan Fisika Gedung C3 Lantai 3)

Waktu (menit)	Ekosistem Hijau		Ekosistem Kering	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
5	32	94	33	84
10	32	94	33	84
15	32	93	33	84
20	33	93	33	83
25	33	93	34	83
30	33	93	34	83
35	33	93	34	83
40	33	92	34	83
45	33	92	34	83
50	33	92	34	82
55	34	91	35	82
60	34	91	35	82

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari hasil uji coba alat dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan suhu dan penurunan kelembaban yang lebih signifikan pada ekosistem kering dibandingkan pada ekosistem hijau. Hal ini menunjukkan terjadinya gejala pemanasan global, sehingga data yang muncul sudah seperti yang diharapkan.

Setelah uji coba alat peraga terarium biekosistem maka dilakukan validasi oleh dua validator yaitu dosen ahli media dan ahli materi Jurusan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Validasi Alat Peraga Terarium Biekosistem. Keterangan mengenai hasil penilaian dari validator dapat dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil penilaian validasi alat

No	Aspek Penilaian	Penilaian Dari Validator		Σ	Persentase dan Kategori
		1	2		
1.	Kesesuaian dengan konsep yang diajarkan.	5	4	9	90% Sangat Valid
2.	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik.	5	5	10	100% Sangat Valid
3.	Kemudahan perawatan alat peraga.	4	4	8	80% Sangat Valid
4.	Ketahanan komponen dalam kedudukannya	4	4	8	80% Sangat Valid

No	Aspek Penilaian	Penilaian Dari Validator		Σ	Persentase dan Kategori
		1	2		
5.	Kemudahan pengoperasian alat peraga.	5	4	9	90% Sangat Valid
6.	Keamanan penggunaan alat peraga.	5	4	9	90% Sangat Valid
7.	Nilai estetika (bentuk, kerapian).	5	5	10	100% Sangat Valid
8.	Kemudahan dalam menghasilkan data suhu dan kelembaban.	5	5	10	100% Sangat Valid
					91,25% Sangat Valid

Terdapat beberapa masukan validator untuk perbaikan alat, yang pertama berkaitan dengan nilai estetika dan yang kedua penambahan komponen untuk meminimalisir kebocoran alat. Dari beberapa masukan tersebut peneliti mengatur ulang tata letak komponen pada sistem sebagai tidak lanjut nilai estetika, kemudian menambahkan styrofoam pada pembatas untuk ruang ekosistem hijau dan ekosistem kering sebagai tidak lanjut meminimalisir kebocoran pada sistem.

Hasil validasi alat peraga diperoleh persentase sebesar 91,25 % sehingga dapat dikatakan alat peraga terarium biekosistem sangat valid dan layak digunakan sebagai alat peraga sebagai penunjang pembelajaran dalam menganalisis gejala pemanasan global.

4. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dari hasil pada tahap pengembangan (*development*) yaitu berupa hasil uji coba alat peraga dan hasil validasi.

Hasil kalibrasi alat peraga yang dilakukan pada sensor DHT11 sebagai instrumen yang digunakan pada terarium biekosistem yang dikembangkan menunjukkan taraf ketelitian sebesar 95,86 % relatif dibandingkan dengan acuan standar Sistem Internasional (SI), selain itu hasil analisis data dari hasil uji coba alat peraga mampu menunjukkan terjadinya gejala pemanasan global. Sehingga alat peraga terarium biekosistem yang dikembangkan sesuai dengan materi Pemanasan Global SMA kelas XI. Berdasarkan hasil validasi beserta masukan dari validator diperoleh persentase sebesar 91,25%, termasuk dalam kategori sangat valid.

Kelebihan alat peraga terarium biekosistem pada penelitian ini adalah memiliki dua ruang untuk ekosistem yang berbeda dalam satu alat peraga. Pada alat peraga ini juga sudah menggunakan sistem sensor sebagai alat ukur dengan keluaran sinyal digital, sehingga hasil pengukuran yang di dapatkan lebih akurat dan memudahkan ketika membandingkan hasil pengukuran pada kedua ekosistem.

Kekurangan alat peraga terarium biekosistem pada penelitian ini adalah alat peraga memiliki berat <10 kg sehingga sedikit lebih susah untuk dipindah tempatkan. Selain itu masih terdapat kebocoran dalam sistem disebabkan pemotongan bahan (akrilik) yang kurang presisi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada peneitian dapat disimpulkan bahwa hasil kalibrasi alat yang dilakukan pada sensor DHT11 sebagai alat ukur yang digunakan pada terarium biekosistem yang dikembangkan dengan alat ukur lain yang sesuai dengan Sistem Internasional (SI) memiliki persentase taraf ketelitian sebesar 95,86%.

Dari hasil uji coba alat peraga mampu menunjukkan terjadinya gejala pemanasan global sehingga layak digunakan sebagai alat peraga pembelajaran fisika SMA kelas XI SMA

Alat peraga terarium biekosistem yang di kembangkan sebagai alat peraga pemanasan global telah layak digunakan dengan hasil validasi sebesar 91,25% dengan kriteria sangat valid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing Mita Anggaryani, M.Pd. yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman dan mengarahkan penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan, serta kepada dosen penguji Tjipto Prastowo, Ph.D. dan Abd. Kholiq, S.Pd., M.T. yang telah memberikan banyak saran dan bimbingan.

DAFTAR PUSTAKA

Anta, S.W dkk. 2017. *Rancang Bangun Sangkar Jebakan Tikus Otomatis Menggunakan Arduino Bebas Mikrokontroler Atmega 2560*. Karya Ilmiah. (Online) (<http://repository.upy.ac.id/1555/1/Artikel.pdf>). Diakses pada 26 Februari 2020.

ATMEL. 2005. *Atmega 2560 Datasheet*. Power:1-379.(Online)(<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/107092/ATMEL/ATMEGA2560/+007QWVYSL.LcEXSKMpC.hC+/datasheet.pdf>). Diakses pada 26 Februari 2020.

Branchais, S Dan Achmadi , H.R. 2019. Validitas Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android Pada Materi Gejala Pemanasan Global Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 08 No. 02.

Electronic, Mouser. *Sensor DHT11*. OSEPP electronics. (online)(<https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>). Diakses pada 31 Oktober 2019.

Elfira,D dan Prabowo . 2016 Pengembangan Alat Peraga Rel Osilasi Kelereng Untuk Menentukan Percepatan Gravitasi Dalam Menunjang Pembelajaran Fisika Pada Materi Getaran Harmonis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 05 No. 03.

Mufliah, dkk. 2015. *Pengembangan Terarium Untuk Meningkatkan Kreativitas Masyarakat Sekolah dan Masyarakat Desa Kemutug Lor Kecamatan Baturraden*. (online) (http://porsiding.upgris.ac.id/index.php/enter_2/entree_2/paper/view/749, diakses pada 18 September 2019).

Prastowo, Tjipto. 2012. *Sains Kebumihan (Earth Sciece)*. Surabaya: Unipress.

Putri, M.P dan Kurniawati, W. *Pengembangan Alat Peraga Pemanasan Global Berbahan Bekas Pakai untuk Menanamkan Karakter Peduli Lingkungan*. (online) (<https://core.ac.uk>, diakses pada 19 November 2019).

Riduwan. 2012. *Skala Pengukuran variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta

Simbar, S.R.V dan Syahrin, A. 2017. *Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless*. Jurnal Teknologi Elektro. 8(1):81-82. (Online) (<https://media.neliti.com/media/publications/143288-ID-none.pdf>), diakses pada 25 Februari 2020.

Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung Alfabeta.

Tobing, M dan Admoko. S. 2017. Pengembangan Media Introgafis pada Materi Pemanasan Global untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 06 No. 03

Triana, V. 2008. *Pemanasan Global* . Jurnal kesehatan masyarakat. 2(2):1. (Online) (<http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/articlee/view/26/57>, diakses pada 11 November 2019).

Wardhana, W A. 2010. *Dampak Pemanasan Global*.
Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Widiastutik, Khristi dan Madlazim. 2014 Pengembangan
Alat Praktikum Gelombang Stasioner untuk
Melatihkan Keterampilan Proses Siswa SMA
Kelas XI. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*
(*JIPF*). Vol. 03 No. 02.

