



JURNAL BASICEDU

Volume 6 Nomor 4 Tahun 2022 Halaman 7608 - 7618

Research & Learning in Elementary Education

<https://jbasic.org/index.php/basicedu>



Desain Eksperimen Fotosintesis Pengaruh Suhu Bermuatan Literasi Kuantitatif

Nova Vivi Clara Saputri^{1✉}, Donna Karolina Br Surbakti², Arfiyana Destaria Tarmizi³,
Bambang Supriatno⁴, Sri Anggraeni⁵

Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia^{1,2,3,4,5}

E-mail: novaviviclarasaputrisibarani@gmail.com¹, donnakarolina@upi.edu², arfiyanadestariat@gmail.com³

Abstrak

Pembelajaran fotosintesis dengan percobaan Ingenhousz sudah biasa dalam praktikum untuk mengembangkan kemampuan penguasaan konsep, namun untuk kemampuan literasi kuantitatif jarang dikembangkan sehingga sejauh ini hanya dapat menghasilkan data yang bersifat kualitatif. Tujuan penelitian adalah rekonstruksi percobaan Ingenhousz untuk menganalisis pengaruh suhu serta faktor eksternal yang mempengaruhi laju fotosintesis menggunakan kit fotosintesis bermuatan literasi kuantitatif. Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Suhu sebagai salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi laju fotosintesis, hal ini disebabkan karena adanya aktivitas fotosintesis sensitif terhadap tekanan yang disebabkan oleh suhu. Suhu 40-50°C merupakan suhu optimum tanaman atau tumbuhan dapat melakukan fotosintesis ketika cahaya matahari yang diterimanya kurang, sehingga tanaman tetap dapat melakukan proses fotosintesis maksimal. Selain itu, suhu juga sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut di dalam air. Semakin tinggi suhu, kandungan oksigen dalam air semakin berkurang, sedangkan kebutuhan organisme akan oksigen semakin besar.

Kata Kunci: fotosintesis, literasi kuantitatif, Ingenhousz, suhu

Abstract

Photosynthetic learning with the Ingenhousz experiment is usually done by practicum to develop concept mastery, but quantitative literacy skills are rarely developed and only qualitative data can be produced. The purpose of this research is the reconstruction of Ingenhousz's experiment to analyze the effect of temperature and external factors that affect the rate of photosynthesis using a photosynthesis kit containing quantitative literacy. This type of research is quantitative research. The results showed that temperature is one of the environmental factors that can affect photosynthesis because the photosynthetic activity is sensitive to pressure caused by temperature. The temperature of 40-50°C is the optimum temperature for plants to carry out photosynthesis when they receive less sunlight so that plants can still carry out the maximum photosynthetic process. In addition, temperature also greatly affects the amount of dissolved oxygen in the water. The higher the temperature, the oxygen content in the water decreases, while the organism's need for oxygen increases.

Keywords: photosynthesis, quantitative literacy, Ingenhousz, temperature

Copyright (c) 2022 Nova Vivi Clara Saputri, Donna Karolina Br Surbakti, Arfiyana Destaria Tarmizi,
Bambang Supriatno, Sri Anggraeni

✉ Corresponding author :

Email : novaviviclarasaputrisibarani@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3482>

ISSN 2580-3735 (Media Cetak)

ISSN 2580-1147 (Media Online)

Jurnal Basicedu Vol 6 No 4 Tahun 2022
p-ISSN 2580-3735 e-ISSN 2580-1147

PENDAHULUAN

Era Abad ke-21 terkenal dengan era revolusi industri 4.0 dengan perubahan meningkatnya globalisasi dan sumber daya manusia yang harus berkualitas. Dalam bidang teknologi informasi dan digitalisasi pada abad ini mengalami peningkatan yang sangat pesat mengingat penggunaan teknologi dibidang sosial sudah banyak digunakan oleh semua kalangan. Akan tetapi dalam bidang pendidikan, Indonesia masih dalam tergolong rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya. Hal tersebut harus menjadi perhatian penting agar dapat meningkatkan generasi yang berkualitas dalam berbagai bidang. Dalam bidang Pendidikan bukan hanya motivasi saja yang dibutuhkan, akan tetapi diperlukan juga bukti dan kerja keras. Gerakan baru yang di rancang oleh pemerintah untuk merespon era revolusi industri 4.0 adalah gerakan literasi baru sebagai penguat bahkan menggeser gerakan literasi yang lama (Mardiyah, 2021).

Literasi kuantitatif adalah kebiasaan berpikir, cara berpikir tentang dunia yang mengandalkan data dan analisis matematis data untuk membuat koneksi dan menarik kesimpulan (AACU, 2016). Literasi kuantitatif memiliki peran penting dalam biologi yaitu pertama adanya kesadaran yang mendasar dalam kemajuan penelitian dalam bidang biologi, seperti kemajuan dalam bidang biologi sel, dan lain sebagainya. Kedua, biologi merupakan ilmu informasi dan praktiknya telah menjadi lebih kuantitatif, kolaborasi antara matematika, statistika, ilmuwan komputer dan ahli biologi yang semakin erat. Ketiga, banyaknya informasi pada saat ini memungkinkan untuk lebih mengamati informasi sebagai gejala alam, dengan begitu dituntut untuk dapat mengembangkan kemampuan memecahkan masalah (Hastings et al., 2005). Oleh karena itu, dalam pembelajaran biologi perlu untuk memberikan kesempatan mahasiswa dalam menggunakan alat matematika, mengembangkan keterampilan dan bahasa dari disiplin kuantitatif, sehingga tidak hanya berupa hafalan konsep (Yuniarti, 2018). Dengan demikian, untuk mengatasi kebutuhan literasi kuantitatif, dalam pengajaran biologi, maka perlu dimasukkan konsep-konsep kuantitatif pada biologi dan salah satunya pada konsep pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis.

Kemampuan literasi kuantitatif dapat dikembangkan dan diterapkan dalam biologi melalui kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum merupakan komponen esensial dari belajar dan mengajar sains, baik untuk tujuan mengembangkan pengetahuan ilmiah siswa maupun mengembangkan pengetahuan siswa tentang sains (Millar, 2014). Melalui kegiatan praktikum maka pengetahuan dapat dibentuk dengan adanya peristiwa utama, pertanyaan fokus yang relevan dengan objek, pencatatan dan transformasi, prinsip dan teori yang relevan dalam menjelaskan peristiwa yang terjadi serta keterlibatan konsep, (Gowin, 1984), konsep yang dikembangkan juga harus mengarah pada penguasaan materi yang esensial, bahkan merupakan bagian kecil dari konsep yang harus dikuasai (Supriatno, 2012). Oleh karena itu, salah satu alternatif perangkat pembelajaran untuk dapat memperoleh data-data kuantitatif selama kegiatan praktikum yaitu menggunakan kit fotosintesis untuk percobaan Ingenhousz yang dikembangkan secara khusus oleh (Supriatno, 2012). Percobaan Ingenhousz ini menggunakan termometer, tabung reaksi, corong, dan gelas beker, tetapi sejauh ini hanya dapat menghasilkan data yang bersifat kualitatif berupa gelembung udara atau volume oksigen yang dihasilkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa percobaan Ingenhousz masih memiliki kekurangan untuk dapat mengembangkan literasi kuantitatif pada mahasiswa sehingga kit fotosintesis dikembangkan sedemikian rupa untuk dapat mengatasi kekurangan tersebut. Oleh karena itu, pengembangan desain kegiatan praktikum pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan literasi kuantitatif mahasiswa dalam konsep pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan untuk membentuk keterampilan, sikap serta pengetahuan secara maksimal (Makaborang, 2019).

Berdasarkan hasil observasi yang telah kami lakukan, kemampuan literasi kuantitatif sangat penting dikuasai oleh siswa karena dapat digunakan dalam pemecahan masalah serta menganalisis data sederhana (Yosmar et al., 2019). Indikator mengenai kemampuan literasi kuantitatif diukur berdasarkan kemampuan siswa dalam interpretasi, representasi, kalkulasi, asumsi, aplikasi, dan komunikasi sebuah data. Kemampuan literasi

kuantitatif siswa dalam pembelajaran biologi indikator mengenai asumsi belum muncul. Hal ini dikarenakan strategi dalam proses pembelajaran yang kurang mengenai pengetahuan dan pengalaman siswa dalam mengansumsi sebuah data (Nuraeni et al., 2015), selain itu kemampuan literasi kuantitatif inipun dapat berguna dalam mengevaluasi diri sendiri (Ockta et al., 2020).

METODE

Bagian penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang dapat diperoleh dengan menggunakan langkah-langkah statistik atau pengukuran.

Prosedur penelitian ini adalah dengan menyiapkan alat dan bahan yang sudah disediakan, merangkai alat kit fotosintesis, memasukkan 3 batang tumbuhan *Hydrilla* yang sudah dipotong sedikit bagian ujung akarnya secara terbalik (bagian bawah menghadap keatas, dan bagian atas menghadap kebawah, memenuhi tabung reaksi dengan air sampai menutupi corong, menyedot air menggunakan injector pada ujung selang, usahakan tidak ada gelembung pada tabung volume, mencatat suhu awal air sebelum dilakukan penyinaran dengan lampu, menyinari dengan cahaya lampu sebesar 1000 watt selama 5 menit, mencatat berapa banyak jumlah volume gelembung yang dihasilkan, melakukan pengulangan sebanyak 2 kali, mencatat berapa banyak jumlah volume gelembung yang dihasilkan pada setiap pengulangan, melakukan Langkah-langkah tersebut pada 8 suhu awal air yang berbeda-beda. Analisis data penelitian ini menggunakan Microsoft exel.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kit fotosintesis, Termometer, pH indikator, Beaker glass, Lux meter, Pemanas air, Pipet tetes. Bahan yang digunakan ialah *Hydrilla verticillata* (24 batang), Air keran (24-32°C), Air panas (suhu 33-45°C), Air es (suhu 10-25 °C), Larutan NaHCO₃ 1 ml, Larutan K₂CO₃ 1 ml.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hasil analisis terhadap desain eksperimen berdasarkan pada tiga komponen yaitu analisis aspek relevansi, analisis aspek kompetensi, analisis aspek pengetahuan, selanjutnya pembuatan desain eksperimen dan uji coba desain eksperimen alternatif.

Analisis Aspek Relevansi

Analisis ini menggunakan dengan cara menilai kesesuaian setiap parameter dalam instrumen dengan penyusun desain eksperimen. Selain itu, analisis relevansi juga akan menilai kesesuaian desain eksperimen apakah sesuai dengan kurikulum atau tidak. Hasil analisis desain eksperimen pada aspek relevansi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Akumulasi Data Aspek Relevansi

| No. | Indikator | Skor |
|-----|----------------------|------|
| 1. | Kompetensi dengan KD | 2 |
| 2. | Konten dengan KD | 2 |

Akumulasi data aspek relevansi terlihat di setiap indikator memiliki skor yang sama, hal tersebut dikarenakan desain eksperimen sudah memenuhi tuntutan kurikulum dasar (KD) dan relevan dengan kurikulum 2013. Hal ini juga didukung dari hasil analisis konten panduan praktikum (LKS) biologi yang sesuai dengan kompetensi dasar(KD) pada materi Metabolisme jenjang SMA kelas XII dalam kurikulum 2013.

Analisis Aspek Kompetensi

Analisis aspek ini digunakan untuk mengetahui bagaimana perkembangan desain eksperimen melibatkan keterampilan-keterampilan khusus meliputi kemampuan mengobservasi, mentransformasi data, menginterpretasi data, dan kemampuan dalam berpikir. Hasil analisis desain eksperimen pada aspek kompetensi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Akumulasi Data Aspek Kompetensi

| No. | Indikator | Skor |
|-----|-------------------------------------|------|
| 1. | Kemampuan Observasi | 2 |
| 2. | Transformasi | 2 |
| 3. | Interpretasi (Anderson, 1956) | 2 |
| 4. | Kemampuan Berpikir (Craswell, 2017) | 1 |

Akumulasi data aspek kompetensi terlihat pada indikator kemampuan observasi, transformasi, dan interpretasi memiliki skor yang sama. Hal ini dikarenakan, pada indikator kemampuan observasi menunjukkan bahwa desain eksperimen yang telah digunakan sudah mengobservasi karakter spesifik dari objek fenomena. Pada indikator transformasi ada ketentuan yang harus disesuaikan yaitu data dari seluruh desain eksperimen dipresentasikan ke dalam standar (selain grafik untuk data kuantitatif/selain matrik untuk data kualitatif). Pada indikator interpretasi dan kemampuan berpikir desain eksperimen memiliki tingkat interpretasi yang baik, dilihat dari proses interpretasi yang sudah menggunakan beberapa komponen data yaitu dengan adanya gambar hasil pengamatan dan kegiatan praktikum sudah melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa *higher order thinking skills* (HOTS). Pada beberapa desain eksperimen di beberapa sekolah masih terdapat indikator interpretasi yang rendah. Interpretasi rendah di beberapa sekolah karena masih terdapat belum menggunakan beberapa komponen data salah satunya gambar hasil pengamatan. Selain itu, ditemukan kegiatan praktikum yang masih hanya melibatkan kemampuan berpikir tingkat rendah dan kurang melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Analisis Aspek Praktikal

Analisis aspek praktikal bertujuan untuk menggambarkan apakah ketersediaan alat dan bahan praktikum sesuai standar. Selain itu, tujuan analisis ini untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa dapat memahami dan melaksanakan kegiatan praktikum melalui langkah kerja pada desain eksperimen yang telah ada. Menurut Plomp et al., (2007) menyatakan bahwa suatu produk dinilai praktis apabila produk tersebut realistis dan dapat digunakan. Analisis praktikal ini dianalisis menggunakan tiga indikator meliputi adanya sistematika/urutan langkah kerja dan keterlaksanaannya, ketersediaan alat dan bahan yang digunakan untuk melaksanakan praktikum. Sehingga dengan kata lain apabila guru maupun siswa ingin mengembangkan suatu produk maka harus mempertimbangkan apakah produk yang akan dihasilkan bersifat realistis dan dapat digunakan di banyak kalangan atau tidak. Hasil analisis desain eksperimen pada aspek praktikal dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3
Akumulasi Data Aspek Praktikal

| No. | Indikator | Nilai |
|-----|-----------------|-------|
| 1. | Alat | 3 |
| 2. | Bahan Indikator | 3 |
| 3. | Prosedur Kerja | 2 |

Akumulasi data aspek praktikal terlihat pada indikator ketersediaan alat dan bahan indikator memiliki skor yang sama. Pada indikator alat dan bahan indikator menunjukkan bahwa desain eksperimen yang digunakan sesuai standar dan mudah diperoleh pada skala laboratorium sekolah. Pada indikator prosedur memiliki skor yang rendah, dikarenakan memiliki beberapa urutan langkah kerja yang sesuai akan tetapi langkah kerja yang kurang terstruktur untuk mendapatkan data pengamatan pada saat praktikum. Hal ni juga didukung oleh Supriatno (2012) yang menyatakan bahwa prosedur praktikum meskipun terperinci akan tetapi beberapa diantaranya kurang terstruktur dan perintahnya kurang dipahami sehingga dapat menimbulkan persepsi yang berbeda. Pada indikator ketersediaan alat dan bahan praktikum didapatkan bahwa tidak semua atau hanya sebagian alat dan bahan praktikum selamanya tersedia di laboratorium. Namun hal tersebut bukan menjadi

kendala keberlangsungan kegiatan praktikum hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan alat dan bahan alternatif.

Analisis Aspek Konstruksi Pengetahuan

Analisis aspek konstruksi pengetahuan dilakukan untuk menganalisis bagaimana objek/fenomena yang diamati dan dicatat pada kegiatan praktikum dapat digunakan untuk pengetahuan siswa selanjutnya. Hal ini sependapat oleh Kurniasih et al., (2020) yang menyatakan bahwa analisis konstruksi pengetahuan bertujuan untuk menganalisis proses konstruksi pengetahuan yang idealnya dibentuk berdasarkan objek/fenomena yang muncul, dicatat, dan digunakan untuk mengkonstruksi pengetahuan. Adapun hasil analisis konstruksi pengetahuan dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4
Akumulasi Data Aspek Konstruksi Pengetahuan

| No. | Indikator | Nilai |
|-----|---------------------------------|-------|
| 1. | Judul/Tujuan/Pertanyaan fokus | 3 |
| 2. | Objek fenomena | 2 |
| 3. | Teori, prinsip, dan konsep | 2 |
| 4. | Perekaman dan transformasi data | 3 |
| 5. | Perolehan pengetahuan | 3 |

Alvarez & Risiko (2007) dalam Dewi et al. (2016) menyatakan bahwa, Diagram Vee merupakan alat yang layak untuk mempelajari struktur pengetahuan dan proses mendapatkan pengetahuan. Sependapat oleh Ockta et al., (2020) menyatakan bahwa, Diagram vee yang dirancang Novak & Gowin pada tahun (1984) digunakan untuk mempermudah siswa dalam memahami konsep dari suatu materi, baik itu hubungan antar konsep maupun hierarki suatu pengetahuan. Diagram Vee mempunyai dua sisi yang saling mendukung, yakni sisi konseptual dan sisi metodologi (bekerja). Dengan demikian, analisis rekonstruksi pengetahuan pada penelitian ini diadaptasi dari Diagram Vee yang dikembangkan oleh Novak & Gowin pada tahun (1984).

Hasil analisis aspek konstruksi pengetahuan dalam Tabel 4 terlihat bahwa pada indikator judul/tujuan/pertanyaan fokus, indikator perekaman dan transformasi data, serta indikator perolehan pengetahuan memiliki masing-masing skor yang sama mencapai skor 3. Pada indikator judul/tujuan/pertanyaan fokus menunjukkan bahwa desain eksperimen yang dianalisis sudah mendukung kepada objek atau peristiwa utama yang diobservasi, dikarenakan tujuan praktikum sebagai salah satu komponen penting dalam desain eksperimen. Hal ini juga didukung oleh, Wahidah et al. (2018) menyatakan banyak dari tujuan desain kegiatan laboratorium masih kan tidak muncul sesuai dengan tujuan praktikum serta tidak sesuai dengan teori, prinsip, maupun konsep terkait materi tersebut. Pada indikator perekaman dan transformasi data ini menunjukkan bahwa kegiatan pencatatan dapat diidentifikasi pada kegiatan utama, transformasi dinilai sejalan dengan pertanyaan fokus tidak jelas, terkadang tidak sesuai dengan peristiwa atau objek yang diamati. Kemudian fakta yang diharap dan tingkat kualitas serta kemampuan mahasiswa. Pada indikator perolehan pengetahuan menunjukkan bahwa perolehan pengetahuan sudah konsisten dengan data atau peristiwa yang dicatat dan ditransformasikan atau perolehan pengetahuan sudah mengandung sisi konseptual. Hasil analisis desain eksperimen pada teori, prinsip, dan konsep hanya memenuhi skor 2 ini menunjukkan bahwa masih sedikit konsep yang dapat diidentifikasi, dan tidak disertai dengan prinsip-prinsip serta teori, atau adanya sebuah prinsip yang tertulis yang merupakan pengetahuan yang diperoleh dari kegiatan laboratorium. Menurut Novak & Gowin (1984), pencatatan transformasi data dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana siswa dapat mengkombinasikan teori, prinsip, dan konsep yang siswa ketahui ke dalam sebuah rancangan catatan hasil pengamatan. Dengan adanya perintah mencatat atau mentransformasikan data, dapat membantu siswa dalam membentuk pengetahuannya dalam menjawab pertanyaan fokus, sehingga kegiatan praktikum lebih bermakna.

Pembuatan Desain Eksperimen Alternatif

Pembuatan desain eksperimen yang akan dikembangkan mengacu pada diagram vee. Diagram vee merupakan sebuah alat yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah atau suatu prosedur. Menurut Huzaifah et al., (2017) sisi konseptual dan sisi metodologi (bekerja) dalam diagram vee saling berinteraksi untuk dapat merepresentasikan teori belajar konstruktivisme dalam memperoleh pengetahuan serta menerapkan dalam kehidupan nyata. Desain eksperimen alternatif diawali dengan judul praktikum berupa *focus question* yang sesuai dengan tujuan dari pembelajaran dan kompetensi yang diharapkan oleh kurikulum. Selanjutnya adanya landasan teori yang berguna untuk menimbulkan adanya pengetahuan awal siswa yang pada akhirnya siswa akan merekonstruksi pengetahuannya sendiri pada saat siswa telah selesai melakukan kegiatan praktikum. Tujuan akhir dari kegiatan ini adalah agar siswa mampu merekonstruksi pengetahuan yang didapat dan memberi makna melalui pengalaman nyata.

Dengan adanya kegiatan pembuatan desain eksperimen alternatif diharapkan dapat membuat siswa memiliki keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 dan dapat dijadikan sebagai acuan bagi guru dan siswa ketika ingin melakukan kegiatan praktikum pada materi fotosintesis. Adapun tujuh keterampilan-keterampilan abad-21 yang harus dimiliki siswa meliputi; (1) kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, (2) kolaborasi dan kepemimpinan, (3) ketangkasan dan kemampuan beradaptasi, (4) inisiatif dan berjiwa entrepreneur, (5) mampu berkomunikasi efektif baik secara oral maupun tertulis, (6) mampu mengakses dan menganalisis informasi, dan (7) memiliki rasa ingin tahu dan imajinasi. Desain eksperimen yang dirancang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan abad-21 salah satunya adalah keterampilan literasi kuantitatif. Komponen yang terdapat pada literasi kuantitatif yang terdapat pada desain eksperimen kemampuan untuk melakukan kegiatan representasi data. Aspek ini akan dimuat pada bagian transformasi data. Data pengamatan yang dibuat dalam bentuk tabel yang akan diubah ke dalam bentuk grafik oleh siswa. Hal ini bertujuan untuk melatih dan mengembangkan kemampuan literasi kuantitatif siswa. Menurut Winarsi et al, (2014) aspek representasi meliputi kemampuan untuk mengubah informasi yang sesuai kedalam berbagai bentuk matematis misalnya persamaan, grafik, diagram, tabel atau kata-kata.

Uji Coba Desain Eksperimen Alternatif

Pada tahap uji coba alternatif merupakan tahap yang bersifat terbatas, pada tahap ini alat praktikum yang telah dikembangkan sebelumnya kemudian melakukan uji coba di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui kelemahan yang mungkin terjadi saat digunakannya desain kegiatan laboratorium alternatif tersebut. Sehingga dengan adanya kegiatan ini dapat memastikan alat berfungsi sehingga mendapatkan hasil yang sesuai dengan diharapkan. Selain itu juga ketentuan alat dan bahan yang digunakan serta langkah dari kegiatan tersebut adalah faktor utama keberhasilan suatu kegiatan praktikum. Menurut Susilo & Amirullah., (2018) menyatakan bahwa pengetahuan dan pemahaman guru biologi SMA dalam merancang dan mengelola laboratorium biologi masih kurang baik.

Tahapan-tahapan yang dapat dibentuk dari kegiatan praktikum diantaranya adalah pertanyaan fokus yang relevan dengan sebuah objek, peristiwa utama, pencatatan dan penemuan fakta, transformasi, representasi data, interpretasi data, penemuan sebuah konsep, prinsip dan teori dan terakhir adalah knowledge claims dan value claims. Dalam merekonstruksi pengetahuan atau interpretasi pengetahuan, semua elemen berfungsi secara interaktif dengan yang lainnya untuk memahami peristiwa objek yang sedang. Pertanyaan yang dikembangkan mengacu pada tujuan dari praktikum sehingga dapat mengarahkan pada pencapaian sebuah konsep yang tercantum di dalam tujuan, sementara pertanyaan yang mengacu pada proses yang artinya pertanyaan tersebut mengarahkan pada langkah kerja dan data yang dihasilkan (Laelasari & Supriatno, 2018).

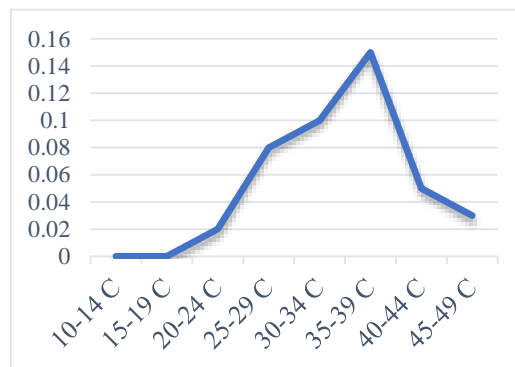
Dari hasil penelitian pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis menggunakan variabel kontrol larutan NaCO_3 dan K_2CO_3 yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia, didapatkan data rata-rata ukuran dari setiap pengulangan sebagai berikut:

Tabel 5
Rata-rata Ukuran (ml/gram/sekon) dari Setiap Pengulangan

| Suhu | Pengulangan 1, 2, dan 3 | Rata-rata Ukuran (ml/gram/sekon) |
|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| 10°C - 14°C | - | - |
| 15°C - 19°C | - | - |
| 20°C - 24°C | 0,02; 0,02; 0,02 ml | 0,02 ml |
| 25°C - 29°C | 0,08; 0,09; 0,09 ml | 0,08 ml |
| 30°C - 34°C | 0,10; 0,10; 0,10 ml | 0,10 ml |
| 35°C - 39°C | 0,15; 0,16; 0,16 ml | 0,15 ml |
| 40°C - 44°C | 0,05; 0,05; 0,05 ml | 0,05 ml |
| 45°C - 49°C | 0,03; 0,03; 0,03 ml | 0,03 ml |

Tabel 5 menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi laju fotosintesis. Hal demikian dapat terjadi karena proses fotosintesis sensitif terhadap tekanan yang disebabkan oleh suhu. Faktor suhu yang tinggi dapat menyebabkan kadar CO₂ kurang larut dalam air sehingga menghambat laju fotosintesis. Selain itu, dikarenakan adanya kekurangan air maka potensial air pada daun akan turun termasuk sel penutupnya sehingga stomata akan tertutup. Menutupnya stoma akan menurunkan jumlah CO₂ yang masuk ke dalam daun sehingga akan mengurangi laju fotosintesis. Laju fotosintesis akan meningkat pada suhu optimum dan menurun pada suhu rendah dan suhu tinggi, hal ini menunjukkan bahwa pada umumnya setiap tumbuhan memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap suhu yang mempengaruhi laju fotosintesisnya.

Suhu sebagai salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi laju fotosintesis. Salah satunya pada tumbuhan C₃ dan C₄ terdapat kisaran suhu untuk mencapai fotosintesis optimum namun ketika suhu melewati batas tertentu maka akan terjadi penurunan laju fotosintesis. Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan penting dalam fisiologi tumbuhan. Aktivitas fotosintesis akan sensitif terhadap faktor suhu dan bahkan dapat menyebabkan stress pada tingkat suhu yang ekstrim.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Suhu terhadap Laju Fotosintesis dalam Satuan Volume/Berat/Waktu

Berdasarkan hasil pengamatan diatas diketahui bahwa proses fotosintesis membutuhkan air, karbondioksida, dan klorofil selanjutnya dengan energi cahaya maka dihasilkan glukosa dan oksigen. Hasil fotosintesis tersebut digunakan dalam proses pertumbuhan, perkembangan tanaman dan sebagai sumber energi untuk makhluk hidup lainnya. Menurut Campbell et al. (1997) fotosintesis menyediakan makanan bagi hampir seluruh kehidupan di dunia baik secara langsung ataupun tidak langsung. Organisme memperoleh senyawa organik yang digunakannya untuk energi di angka karbon dengan satu atau dua cara utama: nutrisi autotik dan heterotofik. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa fotosintesis menjadi sangat penting bagi kehidupan di bumi, sehingga perlu untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan antara lain: intensitas cahaya, warna cahaya, dan suhu terhadap laju fotosintesis.

Pada praktikum ini variabel yang diamati tidak hanya variabel terikat (variabel yang dipengaruhi) yaitu laju fotosintesis dan variabel bebas (variabel yang mempengaruhi) yaitu perbedaan suhu di setiap delapan perlakuan. Namun ada variabel kontrol yang harus diperhatikan untuk mengetahui apakah terdapat faktor yang

dapat mempengaruhi laju fotosintesis selain adanya pengaruh suhu. Adapun variabel kontrol pada praktikum ini yaitu dengan memperhatikan kuat asam basa (pH) yang akan diukur menggunakan indikator pH (pH 7), ukuran volume air yang digunakan (250 ml), berat *Hydrilla verticillata* (5,25 gram), dan larutan NaCO₃ dan K₂CO₃ yang masing-masing berjumlah 1 ml (15 tetes). Pada praktikum ini tujuan diperhatikan variabel kontrol yaitu agar tidak terjadi kekeliruan di hasil akhir praktikum karena variabel kontrol juga berperan penting terhadap laju fotosintesis. Untuk menstabilkan karbondioksida (CO₂) pada praktikumu fotosintesis ini seharusnya menggunakan larutan buffer, namun karena terdapat kendala dalam mempersiapkannya maka digunakanlah larutan NaCO₃ dan K₂CO₃ yang diberikan pada setiap perlakuan agar jumlah karbondioksida yang terdapat pada setiap perlakuan tetap stabil dan konstan.

Penambahan larutan NaCO₃ dalam percobaan ingenhousz adalah sebagai katalisator untuk mempercepat proses fotosintesis, sedangkan penambahan larutan K₂CO₃ memberi pengaruh terhadap kestabilan klorofil-a selama penyimpanan jika dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan bahan penstabil pada kondisi tanpa paparan cahaya. Pemberian bahan penstabil menimbulkan reaksi pada larutan yang dapat menjaga konsentrasi klorofil tidak mengalami degradasi dengan cepat. Penambahan K₂CO₃ dimaksudkan untuk mempertahankan derajat keasaman ekstrak klorofil agar dalam suasana menjadi basa sehingga degradasi akibat pH asam yang dapat memicu terbentuknya feofitin dapat dihambat. Penambahan K₂CO₃ dalam ekstrak dimaksudkan akan bersifat basa di dalam larutan namun K₂CO₃ tidak dapat larut didalam aseton akan terbukti signifikan untuk mempertahankan kandungan klorofil yang disinari cahaya matahari langsung. Kadar CO₂ juga sangat mempengaruhi jumlah gelembung yang dihasilkan banyaknya jumlah gelembung pada tempat yang terang dari pada tempat teduh dan gelap menunjukkan bahwa K₂CO₃ telah berfungsi dengan baik untuk mengikat CO₂ dan banyaknya sinar matahari menentukan besar kecilnya jumlah gelembung yang terjadi. Jumlah gelembung pada medium air yang ditambahkan dengan larutan K₂CO₃ menghasilkan lebih banyak gelembung. Hal ini disebabkan karena kandungan zat terlarut seperti pada penambahan larutan K₂CO₃ dapat mempengaruhi proses fotosintesis. Jika dibandingkan dengan jumlah gelembung yang dihasilkan oleh medium air saja, medium yang ditambahkan dengan K₂CO₃ ini menghasilkan lebih banyak gelembung (Kurniawan et al., 2014). Interaksi yang kuat antara asimilasi, cahaya, dan suhu itu dapat dibuktikan. Pada intensitas cahaya yang tinggi tingkat asimilasi itu secara signifikan dipengaruhi oleh suhu, tetapi tidak ada efek positif yang diamati pada tingkat cahaya rendah. Intensitas cahaya pada daun yang diuji berkisar dari 30 sampai 350 μ mol m⁻²s⁻¹ dengan memvariasikan jarak sampel lampu.

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman, aktivitas fotosintesis menjadi sangat sensitif terhadap tekanan yang disebabkan oleh suhu yang tidak menguntungkan. Pada tanaman C₃ dan C₄, kisaran suhu untuk mencapai fotosintesis optimum termasuk lebar akan tetapi ketika suhu melewati batas tertentu maka akan terjadi penurunan laju fotosintesis (Crafts-Brandner & Salvucci, 2002). Telah diketahui bahwa fotosintesis mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dimana proses fotosintesis itu merupakan proses mengubah karbon atmosferik (CO₂) menjadi karbohidrat. Pengaruh faktor lingkungan, dalam hal ini suhu sangat mempengaruhi aktivitas fotosintesis terkait dengan aktivitas enzim. Fotosintesis merupakan reaksi yang memerlukan enzim, sedangkan kinerja enzim dipengaruhi oleh suhu. Aktivitas fotosintesis tidak berlangsung pada suhu di bawah 5°C dan di atas 50°C.

Suhu optimum fotosintesis sekitar 28°C – 30°C. Tumbuhan yang hidup di daerah tropis memiliki enzim yang bekerja secara optimum karena tumbuh di lingkungan yang memiliki kisaran suhu optimum. Suhu yang rendah juga dapat menghambat proses fotosintesis karena mempengaruhi aliran sitoplasma di dalam sel. Pada praktikum yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, maka laju fotosintesis akan meningkat, sebagaimana diketahui bahwa tanaman *Hydrilla verticillata* yang merupakan ganggang dapat berfotosintesis hingga suhu 43°C. Lakitan (2013) menyatakan bahwa peningkatan suhu pada kisaran yang normal hanya sedikit berpengaruh pada hidrolisis air dan difusi CO₂ ke dalam daun, tetapi akan sangat berpengaruh terhadap reaksi- reaksi biokimia fiksasi dan reduksi CO₂. Oleh sebab itu, peningkatan suhu akan

meningkatkan laju fotosintesis sampai terjadinya denaturasi enzim dan kerusakan pada fotosistem. Pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis pada hasil pengamatan memiliki kecenderungan kuadratik. Menurut Sutcliffe cit. Fitter and Hay (1987) menyebutkan bahwa hal ini terjadi dikarenakan kenaikan temperatur sel tanaman akan mempengaruhi proses biokimia di dalam dua cara yang antagonistik mutualistik. Pertama kenaikan suhu menyebabkan pergerakan molekul-molekul yang bereaksi semakin bertambah. Reaksi tersebut pada hakekatnya dipercepat oleh enzim. Dengan kenaikan suhu, peningkatan rangsangan molekul merusak akan merusak struktur tersier yang diikuti dengan penurunan aktivitas enzim dan laju reaksi.

Rekonstruksi Desain Eksperimen Alternatif

Rekonstruksi desain eksperimen dengan capaian pembelajaran yang terdapat pada kurikulum prototipe “Pada pemahaman biologi peserta didik memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh. Pada keterampilan proses peserta didik mampu menerapkan konsep-konsep yang dipelajari untuk memecahkan masalah kehidupan yang diselesaikan dengan keterampilan proses secara mandiri yang meliputi mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil”. Hal ini berbeda dengan yang terdapat pada kurikulum 2013 revisi dengan kompetensi dasar (KD) pada praktikum Ingenhouz ini yaitu KD 3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup, dan KD. 4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob. Menurut Kurniasih et al., (2020) dalam pembuatan desain eksperimen yang baik terdiri atas delapan unsur yaitu; judul kegiatan, tujuan atau kompetensi dasar yang akan dicapai, alokasi waktu penyelesaian kegiatan, peralatan dan bahan yang diperlukan selama kegiatan praktikum, informasi singkat atau landasan teori, langkah kerja, pertanyaan diskusi dan laporan yang harus dikerjakan. Pada kegiatan rekonstruksi desain eksperimen yang telah dikembangkan mengacu pada pengembangan keterampilan proses dengan tujuan peserta didik lebih aktif pada proses pembelajaran, mampu mengembangkan kreativitas peserta didik dan mampu menerapkan kemampuannya.

Penelitian ini membahas materi mengenai metabolisme, materi metabolisme merupakan materi yang terdapat di kelas XII semester satu. Materi ini merupakan materi yang sangat esensial bagi peserta didik karena banyak sekali manfaatnya salah satunya adalah dengan berkembangnya teknologi dan pengetahuan sehingga guru dan siswa dapat berinovasi membuat alat terbaru yang mampu meningkatkan keterampilan literasi kuantitatif. Perbaikan desain eksperimen alternatif merupakan kegiatan yang tidak mudah dilakukan sehingga terdapat rangkaian pengembangan desain eksperimen yang harus dilaksanakan secara optimal. Perbaikan yang akan dirancang pada desain eksperimen alternatif yakni pada aspek praktikal dan keterlaksanaan kegiatan. Ada beberapa hal yang harus diperbaiki pada desain eksperimen alternatif diantaranya perbaikan tujuan, disertai dengan capaian pembelajaran, perbaikan langkah kerja yang mudah dipahami serta penambahan gambar pada langkah kerja yang tersedia.

Dikarenakan desain eksperimen ini bersifat kuantitatif maka peserta didik harus mampu menginterpretasikan data yang didapat dalam bentuk diagram ataupun grafik. Menurut Nixon et al., (2016) menyatakan bahwa bagian yang paling menantang bagi peserta didik adalah mengkonstruksi sebuah grafik adalah ketika mengatur skala. Oleh karena itu blok atau grid (gridlines) sangat membantu untuk memperkirakan nilai yang akan mewakili poin yang terplot pada grafik (Setyowati, 2019).

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwasannya suhu berpengaruh terhadap laju fotosintesis, hal ini sesuai dengan jurnal Lupitasari (2020) mengenai suhu yang optimal berpengaruh terhadap hidrolisis air dan difusi karbon dioksida ke dalam daun, akan tetapi dapat sangat berpengaruh terhadap reaksi-reaksi biokimia fiksasi dan reduksi karbon dioksida. Dalam penelitian yang telah kami lakukan terdapat keterbatasan hasil penemuan berupa kesulitan untuk menjaga konsistensi suhu agar tetap stabil sehingga kami menggunakan cara seperti menambah air dingin ketika suhu air telah meningkat sehingga hasil kuantitatif yang diperoleh dapat diinterpretasikan dengan baik dan benar. Perkembangan keilmuan yang nantinya diperoleh

dapat membantu siswa dalam menginterpretasi data kuantitatif serta menambah kemampuan dalam literasi kuantitatif sehingga semua indikator literasi kuantitatif dapat terpenuhi.

KESIMPULAN

Pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis sangat terlihat jika kita menggunakan perbedaan tingkatan suhu di masing-masing perlakuan. Karena suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi fotosintesis, hal ini disebabkan karena adanya aktivitas fotosintesis sensitif terhadap tekanan yang disebabkan oleh suhu. Suhu 40-50°C merupakan suhu optimum tanaman atau tumbuhan dapat melakukan fotosintesis ketika cahaya matahari yang diterimanya kurang, sehingga tanaman tetap dapat melakukan proses fotosintesis maksimal. Jika suhu air yang digunakan adalah suhu kamar atau dibawah 40-50°C tanpa bantuan cahaya matahari maka tanaman kurang maksimal melakukan fotosintesis, sebaliknya jika suhu air yang digunakan diatas 40-50°C maka tanaman tersebut akan layu bahkan mati, karena pada suhu tinggi karbon dioksida kurang larut dalam air dan kloroplas sehingga menurunkan laju fotosintesis. Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi laju fotosintesis selain suhu disebut dengan variabel kontrol. Pada praktikum ini variabel kontrol yang akan digunakan adalah pH, berat *Hydrilla verticillata*, jumlah air yang digunakan, dan larutan NaHCO₃ 1 ml dan larutan K₂CO₃ 1 ml. Variabel kontrol yang digunakan memiliki fungsi dan tujuannya masing-masing agar hasil akhir dari praktikum pengaruh suhu terhadap laju fotosintesis memberikan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- AACU. (2016). Quantitative Literacy Value Rubric. *Assosiation of American Colleges and Universities (AAC&U)*.
- Anderson, W. L. (1956). Measurement and Evaluation in Psychology and Education. In *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 51, Issue 275). <https://doi.org/10.2307/2281462>
- Campbell, et, A. (1997). Biologie. *Biologie in Unserer Zeit*, 27(2), VI–VIII.
<https://doi.org/10.1002/biuz.960270217>
- Crafts-Brandner, S. J., & Salvucci, M. E. (2002). Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant, maize, to heat stress. *Plant Physiology*, 129(4), 1773–1780. <https://doi.org/10.1104/pp.002170>
- Craswell, J. W. C. N. P. (2017). A Book Review: Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches. In *Russian Journal of Sociology* (Vol. 3, Issue 1).
<https://doi.org/10.13187/rjs.2017.1.30>
- Dewi, P. S., Supriatno, B., Anggraeni, S., Upi, P., & No, J. S. (2016). Penerapan Diagram Vee dalam Problem Based Learning dan Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Kuantitatif Siswa pada Materi Pencemaran Application of Vee Diagram through Problem Based Learning and Discovery Learning Models to Improve Qua. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 128–132.
- Gowin, D. B. O. B. (1984). [*Joseph D. Novak, D. Bob Gowin*] *Learning How to Le(BookFi)*.
- Hastings, A., Arzberger, P., Bolker, B., Collins, S., Ives, A. R., Johnson, N., & Palmer, M. A. (2005). Quantitative Biology for the 21st Century. *BioScience*, 55(6), 511–517.
- Hay, A. H. F. R. K. M. (1987). *No Title*. <https://kikp.pertanian.go.id/pustaka/opac/detail-opac?id=5547>
- Huzaifah, S., Madang, K., & Zen, D. (2017). Penerapan Diagram Vee Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi pada Mata Kuliah Metodologi Penelitian. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*, 610–620.
- Kurniasih, W., Anggraeni, S., & Supriatno, B. (2020). Alternatif Lembar Kerja Peserta Didik Materi Osmosis Berbasis ANCORB. *Biodik*, 6(3), 266–280. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.9451>
- Kurniawan, M., ruf, W., & Agustini, T. (2014). Pengaruh Penambahan Mgco₃ Dan Nahco₃ Dengan Perbedaan Pencahayaan Terhadap Stabilitas Pigmen Klorofil-a Mikroalga *Chlorella Vulgaris*. *Jurnal Pengolahan*

7618 *Desain Eksperimen Fotosintesis Pengaruh Suhu Bermuatan Literasi Kuantitatif – Nova Vivi Clara Saputri, Donna Karolina Br Surbakti, Arfiyana Destaria Tarmizi, Bambang Supriatno, Sri Anggraeni*
DOI: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3482>

Dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 3(2), 25–33.

- Laelasari, I., & Supriatno, B. (2018). Analisis komponen penyusun desain kegiatan laboratorium bioteknologi. *Jurnal Bioedukatika*, 6(2), 84. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v6i2.10592>
- Lakitan, B., & Gofar, N. (2013). Kebijakan Inovasi Teknologi untuk Pengelolaan Laahan Suboptimal Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal “Intensifikasi Pengelolaan Lahan Suboptimal Dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional,”* 1, 1–11.
- Lupitasari, D., & Kusumaningtyas, V. A. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), 33–38. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i1.53>
- Makaborang, Y. (2019). Evaluasi Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Biologi Di SMA Negeri. *Kelola: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 6(2), 130–145. <https://doi.org/10.24246/j.jk.2019.v6.i2.p130-145>
- Mardhiyah, R. H. (2021). *Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia*. <https://doi.org/https://journal.unilak.ac.id/index.php/lectura/article/view/5813/2659>
- Millar. (2014). No Title. In *The role of practical work in the teaching and learning of science*. https://www.researchgate.net/publication/338612043_MILLER_MILLAR_2014
- Nixon, S. (2016). No Title. <http://repository.essex.ac.uk/id/eprint/10600>
- Nuraeni, E., Redjeki, S., Riandi, & Rahmat, A. (2015). Perkembangan Literasi Kuantitatif Tumbuhan Berbasis Dimensi Belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 21(2), 127–135.
- Ockta, P. D., Yennita, & Ansori, I. (2020). Pengaruh Literasi Keuangan dan Perilaku Keuangan terhadap Keputusan Investasi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Humanika*, 10(2), 126. <https://doi.org/10.23887/jiah.v10i2.25574>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2007). *An Introduction to Educational Design Research*.
- Setyowati, D. (2019). Pelatihan Membuat Grafik Dalam Microsoft Excel. Untuk Pengolahan Dan Penyajian Data. *Jurnal Dharma Bakti-LPPM IST AKPRIND Yogyakarta*, 2(2), 101–112.
- Supriatno, B. (2012). Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis Ancorb Untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang Dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2, 389–399.
- Susilo, S., & Amirullah, G. (2018). Pengelolaan dan Pemanfaatan Laboratorium Sekolah bagi Guru Muhammadiyah di Jakarta Timur. *Jurnal SOLMA*, 7(1), 127. <https://doi.org/10.29405/solma.v7i1.1103>
- Wahidah, N. S., Supriatno, B., & Kusumastuti, M. N. (2018). Analisis Struktur dan Kemunculan Tingkat Kognitif pada Desain Kegiatan Laboratorium Materi Fotosintesis. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(2), 70–76. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i2.13050>
- Winarsi, H., Sasongko, N. D., Purwanto, A., & Nuraeni, I. (2014). Effect of cardamom leaves extract as antidiabetic, weight lost and hypocholesterolemic to alloxan-induced Sprague Dawley diabetic rats. *International Food Research Journal*, 21(6), 2253–2261.
- Yosmar, S., Afandi, N., & Swita, B. (2019). Kajian Kemampuan Literasi Kuantitatif Siswa Sma 8 Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian*, 2(1), 137. <https://doi.org/10.26418/jplp2km.v2i1.31487>
- Yuniarti, A. (2018). *Penerapan Strategi Pembelajaran DP4 Menggunakan Kit Fotosintesis Terhadap Penguasaan Konsep dan Literasi Kuantitatif, Serta Hubungannya Dengan Kemampuan Berpikir Logis*. <http://repository.upi.edu/48104/>