

Strategi Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Sebagai Inovasi Perkuliahan Biologi Dasar

Nurhayati¹, Abdul Hadis², Faisal³

^{1 & 3} Dosen FMIPA, ²Dosen FIP Universitas Negeri Makassar (UNM)
email: nurhayati.b@unm.ac.id

Abstrak –Inovasi perkuliahan Biologi Dasar salah satunya dapat dilakukan melalui penyediaan modul pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan keterampilan proses sains (KPS) mahasiswa. KPS adalah bagian integral dari pembelajaran berbasis inkuiri termasuk diantaranya, keterampilan membuat pertanyaan ilmiah, merumuskan hipotesis, membuat desain percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data hasil percobaan, dan membuat kesimpulan. Selain KPS, juga terdapat beberapa jenis keterampilan dasar sains (KDS) yang saling terkait dengan KPS antara lain, keterampilan mengobservasi, melakukan pengukuran, membuat tabel dan grafik, mengidentifikasi, mengklasifikasi dan sebagainya. Untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan KPS maupun KDS, mereka membutuhkan beragam situasi belajar untuk berlatih, sehingga ketersediaan modul pembelajaran dan strategi implementasinya sangat dibutuhkan. Pada makalah ini, kami menguraikan tiga tahapan strategi implementasi KPS dan KDS dalam konteks pembelajaran Biologi Dasar. Diawali dengan strategi implementasi tahapan KPS secara terpisah (*individual scientific process skills strategy*), kemudian strategi yang memandu mahasiswa menerapkan seluruh tahapan KPS (*guided inquiry strategy*), dan yang terakhir, yaitu strategi yang melatih mahasiswa untuk mendesain dan menerapkan prosedur percobaan ataupun investigasi mereka sendiri (*open-ended inquiry strategy*). Selain itu, kami juga menguraikan peran penting modul pembelajaran dalam mendukung keterlaksanaan ketiga tahapan strategi tersebut. Kami percaya bahwa dengan menerapkan strategi ini, mahasiswa akan lebih mudah berlatih menerapkan KDS ataupun KPS. Strategi ini juga mudah untuk diadaptasi oleh dosen ataupun guru mata pelajaran Biologi, yang ingin menerapkan KPS maupun KDS dalam praktik pembelajaran mereka.

Kata kunci: keterampilan proses sains, keterampilan dasar sains, biologi dasar

Abstract – *Introductory Biology course innovation can be improved through the providing a science process skills (SPSs)-oriented learning modules. SPSs is an integral part of the inquiry-based learning and consist of several stages, such as, developing scientific questions, formulating hypothesis, designing experiments, collecting and analyzing data, and drawing conclusions. Besides SPSs, there are also several types of General Process Skills (GPSs) which is intertwined with the SPSs, such as, observing, measuring, creating tables and charts, identifying, classifying, etc. To improving the students' ability in implementation of SPSs and GPSs, they need a variety of learning situations to practice some skills, so the availability of learning modules and the implementation strategies are needed. In this paper, we describe three stages of SPSs and GPSs implementation strategies in the context of Introductory Biology Course. The strategies represent a continuum of practical skills required by students in science that range from Individual Scientific Process Skills Strategy (ISPSS), Guided Inquiry Activities (GIA), and Open-Ended Inquiry Learning (OEIL). Moreover, we also outlined the role of the learning module to supports the implementation of these three strategies. By using this guideline, we believe students can be easier to practice SPSs or GPSs. These strategies also can be easily adapted to Biology lecturers or teachers who want to implement SPSs or GPSs into their teaching practice.*

Key words: *scientific process skills, general process skills, introductory biology*

I. PENDAHULUAN

Keterampilan proses sains (KPS) adalah bagian integral dari sains sehingga sangat sesuai apabila diterapkan dalam praktek-praktek pembelajaran sains. Pada mata kuliah Biologi Dasar, topik pertama perkuliahan membahas mengenai KPS. Topik ini menguraikan tahapan-tahapan KPS atau metode ilmiah (*scientific method*) dalam mendukung perkembangan sains, termasuk diantaranya, mengajukan pertanyaan ilmiah, merumuskan hipotesis, membuat desain percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data hasil percobaan, dan membuat kesimpulan. Namun tentunya, satu topik perkuliahan tidak cukup bagi mahasiswa untuk belajar memahami dan

terampil menerapkan KPS. Oleh karena itu, sangat penting mengaitkan antara KPS dengan materi perkuliahan, hal ini akan memberi kesempatan yang lebih banyak bagi mahasiswa untuk berlatih menerapkan KPS sekaligus mengembangkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep Biologi.

Melatih mahasiswa untuk menerapkan KPS dapat dilakukan melalui Pembelajaran Berbasis Inkuiri (PBI). Terdapat banyak jenis PBI, tergantung pada topik yang diajarkan dan aktivitas-aktivitas belajar yang dilakukan. Dalam pelaksanaan PBI, pengajar dapat memadukan jenis KPS dengan metode pembelajaran yang lain. Sebagai contoh, melatih keterampilan mahasiswa untuk ‘mengajukan

pertanyaan ilmiah' dapat di lakukan dengan menampilkan beragam fenomena alam melalui media, kemudian meminta mahasiswa berdiskusi kelompok untuk membuat satu pertanyaan ilmiah, berkaitan dengan fenomena yang telah mereka amati. Akan tetapi, tahapan KPS yang cukup kompleks seringkali menjadi tantangan bagi mahasiswa. Terlebih lagi, apabila mereka belum memiliki dasar yang kuat atau pengalaman belajar yang cukup dalam menerapkan KPS (Wilke dan Straits, 2005; Debra, 2008).

Untuk membantu menjawab tantangan tersebut, kami mengembangkan panduan umum yang menguraikan tiga tahapan strategi implementasi KPS dalam perkuliahan Biologi Dasar. Bagi mahasiswa yang sama sekali belum pernah terlibat dalam kegiatan observasi, percobaan, atau investigasi, dosen dapat memilih *Individual Scientific Process Skills Strategy (ISPSS)*. Bagi mahasiswa yang telah memiliki cukup *skill* atau keterampilan, Dosen dapat membimbing mereka mengikuti tahapan prosedur percobaan atau investigasi yang jelas, melalui strategi inkuiri terbimbing atau *Guided Inquiry Strategy (GIS)*. Bagi mahasiswa yang telah memiliki pengalaman yang lebih tinggi atau telah beberapa kali mengikuti GIS, dosen dapat mendukung dan mendorong mereka untuk merancang dan menerapkan desain percobaan atau kegiatan investigasi mereka sendiri, melalui pembelajaran inkuiri bebas atau *Open-Ended Inquiry Strategy*. Panduan ini dapat menjadi salah satu referensi bagi pengajar ataupun mahasiswa, termasuk juga guru mata pelajaran Biologi dalam hal implementasi KPS. Disamping itu, kami juga memberikan contoh saling keterkaitan antara jenis-jenis KPS dengan konsep-konsep Biologi serta antara KPS dengan jenis-jenis Keterampilan Dasar Sains (KDS) lainnya (Meuler, D, 2008; Grumbine, R, 2010).

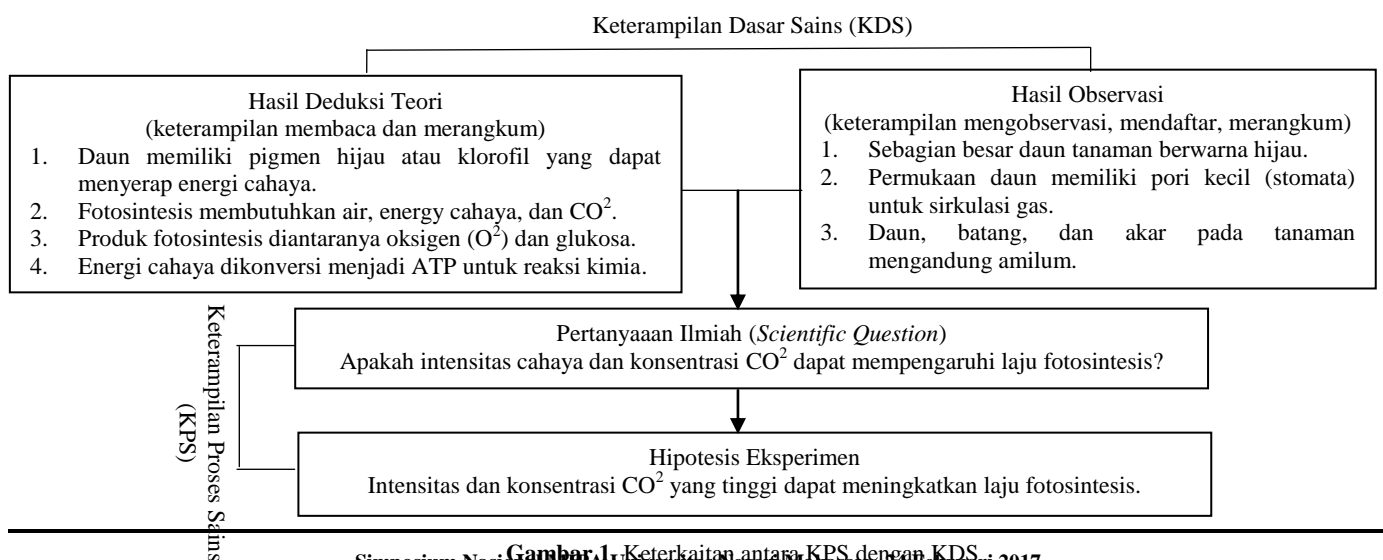
II. STRATEGI IMPLEMENTASI KPS

Strategi implementasi KPS atau *Individual Scientific Process Skills Strategy (ISPSS)* memfokuskan pada salah satu jenis KPS yang dipilih untuk meningkatkan pemahaman terhadap konsep tertentu. Dalam penerapannya, KPS juga memiliki keterkaitan dengan KDS.

Sebagai contoh, tahap akhir pada KPS yaitu membuat kesimpulan. Kesimpulan merupakan jawaban terhadap pertanyaan ilmiah yang telah dibuat sebelumnya, dengan berdasarkan pada teori dan data yang telah diperoleh, sehingga untuk dapat menghasilkan kesimpulan yang tepat, mahasiswa perlu melakukan beberapa KDS, diantaranya membaca, mengklasifikasi, menganalisis, menginferensi, ataupun mengkomunikasikan. Saling keterhubungan antara KPS dan KDS dapat dilihat pada **gambar 1** (Wilke and Straits, 2005; O'Connell, 2008).

Contoh lain penerapan KPS pada topik Sistem Sirkulasi yaitu, dosen dapat menargetkan Keterampilan Mengumpulkan dan Menganalisis Data. Keterampilan mengumpulkan data pada topik ini berkaitan dengan Keterampilan Dasar Sains (KDS), yaitu mengukur atau *measuring* (mengukur tekanan darah, denyut nadi, berat badan, dan frekuensi pernapasan). Pada contoh ini, dosen juga dapat memperkenalkan statistik deskriptif seperti nilai rata-rata ataupun persentase. Setelah mengumpulkan data, mahasiswa diminta untuk mentransformasi data dalam bentuk tabel atau grafik. Aktivitas ini lebih menarik bagi mahasiswa, sebab mereka didorong untuk menghasilkan data mereka sendiri dalam memahami konsep-konsep pada materi sistem sirkulasi. Sebagai penekanan dalam kegiatan diskusi, dosen sebaiknya memberikan umpan balik ataupun informasi tindak lanjut (*follow-up information*) terhadap hasil analisis data yang telah dilakukan oleh mahasiswa (McPherson, 2001).

Implementasi *ISPSS* pada topik yang lain yaitu membelajarkan mahasiswa mengenali atau membuat hipotesis penelitian pada topik Fotosintesis. Untuk melatih keterampilan ini, mahasiswa diminta melakukan kegiatan membaca reflektif (KDS) dan diberikan tugas menulis. Dosen dapat memfasilitasi mahasiswa dengan menyediakan sumber bacaan mengenai fotosintesis, baik dari buku teks ataupun dari artikel, dan melengkapi tugas membaca mahasiswa dengan beberapa pertanyaan panduan. Sebagai contoh: apakah artikel yang Anda baca memiliki hipotesis? Apakah hipotesisnya dinyatakan secara jelas? Apakah hipotesisnya dapat di uji?.



Selain keterampilan tersebut, mahasiswa juga dapat dibimbing untuk melakukan penelitian sederhana, misalnya mengapa kecambah yang ditumbuhkan pada tempat yang terkena cahaya akan memiliki lebih banyak biomassa dibandingkan kecambah yang ditumbuhkan di tempat yang gelap? Selain itu, faktor-faktor lingkungan lainnya yang dapat diinvestigasi, yaitu intensitas cahaya dan konsentrasi karbondioksida terhadap laju fotosintesis (Quigley, et al, 2011).

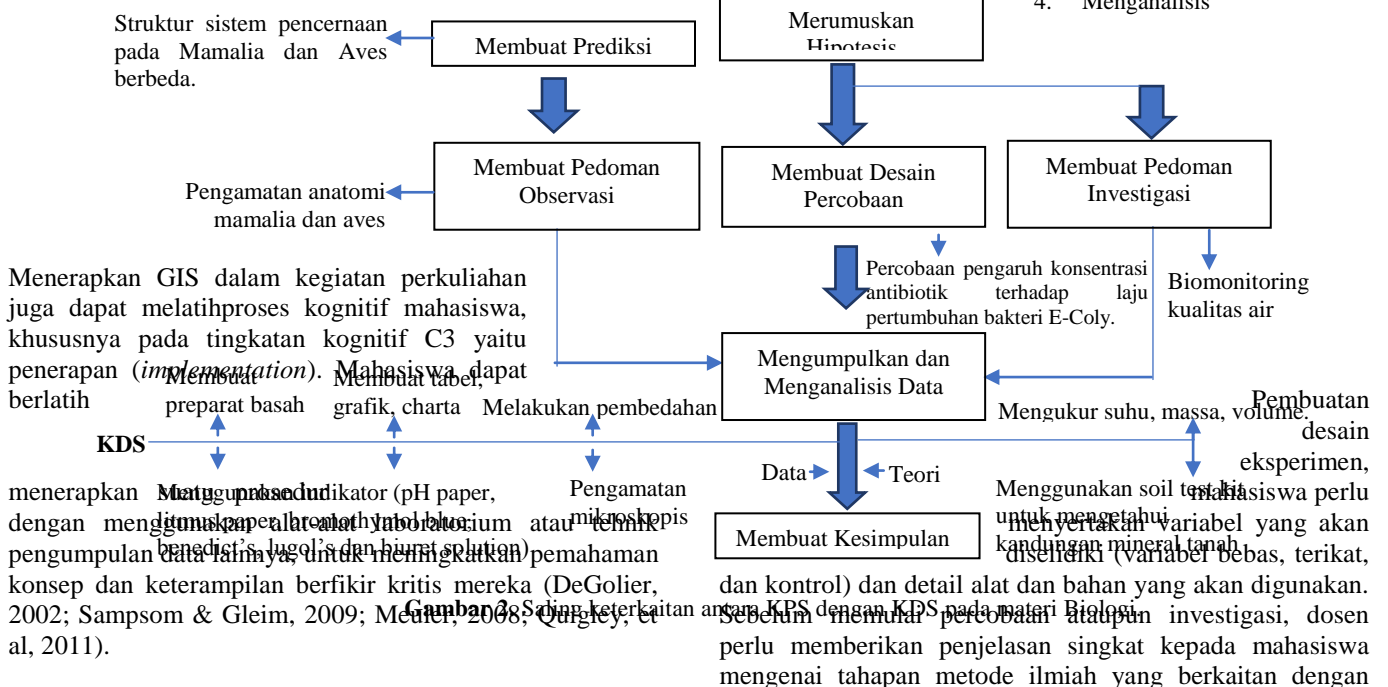
III. STRATEGI INKUIRI TERBIMBING

Dosen dapat menerapkan Strategi Inkuiri Terbimbing atau *Guided-Inquiry Strategy (GIS)* bagi mahasiswa yang telah memiliki pengalaman dalam menerapkan KDS ataupun KPS. Strategi ini diawali dengan pertanyaan ilmiah atau *scientific questions (SQ)* yang mengarahkan mahasiswa pada kegiatan observasi, percobaan, ataupun investigasi untuk memperoleh data yang dapat menjawab SQ yang telah dibuat (**gambar 2**). SQ juga ditujukan sebagai titik awal bagi mahasiswa untuk menyusun penjelasan ilmiah yang menghubungkan antara data yang diperoleh dengan teori. Dosen dapat menyediakan sumber belajar seperti modul, yang mencantumkan rumusan SQ dan uraian lengkap tahapan aktivitas yang akan dilakukan, untuk membantu mahasiswa memulai aktivitas mereka. Pada **gambar 2** juga dapat dilihat saling keterkaitan antara KPS dengan KDS, yang berarti melatih atau membelajarkan mahasiswa dengan KPS tertentu, dapat mendukung implementasi KPS secara lengkap melalui GIS.

1. Perbedaan apa yang dapat ditemukan antara struktur sistem pencernaan Mamalia dan Aves?
2. Apakah kualitas sampel air yang belum terpapar polutan berbeda dengan kualitas sampel air yang telah terpapar polutan?
3. Apakah konsentrasi antibiotik dapat mempengaruhi laju pertumbuhan bakteri E-Coly?

IV. STRATEGI INKUIRI BEBAS

Strategi pembelajaran inkuiri bebas atau *Open-Ended Inquiry Strategy (OEIS)* mendorong mahasiswa untuk memilih topik tertentu dalam cakupan mata kuliah Biologi Dasar untuk mereka investigasi. Mahasiswa harus melakukan review literatur (buku atau artikel) yang berkaitan dengan topik yang telah mereka pilih untuk mendapatkan sebuah ide awal mengenai percobaan atau investigasi topik-topik Biologi yang telah dilakukan. Mahasiswa kemudian menggunakan pengetahuan hasil review literatur untuk membuat pertanyaan ilmiah dan hipotesis serta merancang desain eksperimen atau pedoman investigasi untuk menguji hipotesis mereka. Mahasiswa dibimbing bagaimana membuat desain eksperimen atau pedoman investigasi yang jelas, prosedur yang akan dilakukan tahap demi tahap untuk research mereka.



Menerapkan GIS dalam kegiatan perkuliahan juga dapat melatih proses kognitif mahasiswa, khususnya pada tingkatan kognitif C3 yaitu penerapan (*implementation*). Mahasiswa dapat berlatih membuat preparat basah, grafik, charta, Melakukan pembedahan, menggunakan indikator (pH paper, benedict's, lugol's dan biuret solution) pengumpulan data lainnya untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berfikir kritis mereka (DeGolier, 2002; Sampsom & Gleim, 2009; Meuter, 2008; Quigley, et al, 2011).

Sebelum memulai percobaan ataupun investigasi, dosen perlu memberikan penjelasan singkat kepada mahasiswa mengenai tahapan metode ilmiah yang berkaitan dengan

proyek mereka. Dosen mendampingi dan membimbing mahasiswa selama aktivitas pengumpulan, analisis, interpretasi, dan penyajian data. Setelah seluruh percobaan ataupun investigasi telah selesai, mahasiswa menganalisis data yang mereka peroleh dan memberikan penjelasan ilmiah untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah mereka buat. Pada tahap akhir, mahasiswa dapat mengkomunikasikan hasil proyek mereka melalui kegiatan presentasi, laporan tertulis, atau poster (Caccavo, 2011; Puche and Holt, 2012).

V. PERAN MODUL DALAM MENDUKUNG IMPLEMENTASI KPS, INKUIRI TERBIMBING, DAN INKUIRI BEBAS

Tahapan implementasi KDS dan KPS secara terpisah ataupun secara keseluruhan melalui pembelajaran Inkuiri Terbimbing, dan Inkuiri Bebas pada mata kuliah Biologi Dasar perlu didesain dengan baik. Hal ini dikarenakan, jenis KDS atau KPS tertentu harus dihubungkan secara tepat dengan isi materi perkuliahan dan tahapan penerapannya perlu diuraikan secara jelas dan lengkap. Modul pembelajaran termasuk salah satu jenis instrument pembelajaran yang dapat mendukung implementasi KPS. Struktur modul pembelajaran yang memuat komponen tujuan pembelajaran, materi yang akan dipelajari, metode belajar, alat dan sumber belajar, dan sistem evaluasi (depdiknas, 2008), memungkinkan mahasiswa dapat belajar secara mandiri untuk meningkatkan KPS mereka tanpa atau dengan bimbingan dosen. Khusus pada komponen metode, alat dan sumber belajar, dapat menguraikan secara lengkap, jelas dan sistematis tahapan demi tahapan, yang harus dilakukan oleh mahasiswa pada saat melakukan percobaan ataupun investigasi. Lebih lanjut, melalui modul pembelajaran, mahasiswa memiliki banyak kesempatan untuk berlatih menerapkan KPS berdasarkan petunjuk dan informasi pembelajaran yang terdapat pada modul. Bahan ajar berupa modul juga sesuai untuk menunjang aktivitas pembelajaran dengan jumlah mahasiswa yang banyak, seperti pada mata kuliah biologi dasar.

VI. KESIMPULAN

Penerapan keterampilan proses sains (KPS) merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan dalam perkuliahan Biologi Dasar. Tahapan KPS dapat diterapkan secara terpisah ataupun menyeluruh melalui pembelajaran Inkuiri. Strategi ini memiliki kelebihan karena merupakan bagian integral dari sains sehingga dapat memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan aktivitas-aktivitas ilmiah secara langsung dan menghubungkannya dengan materi perkuliahan. Namun dalam penerapannya terdapat beberapa tingkatan berdasarkan pengalaman belajar yang telah dimiliki oleh mahasiswa dan dukungan instrument pendukung pembelajaran. Dengan memperhatikan hal tersebut, maka diharapkan implementasi KPS dalam perkuliahan Biologi Dasar dapat berjalan dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktur DRPM Kemeristek Dikti atas bantuan dana untuk pelaksanaan penelitian ini dan publikasi hasil yang diperoleh. Begitu juga kepada Ketua, Sekretaris, dan seluruh staf Lembaga Penelitian dan Dekan beserta seluruh Pembantu Dekan FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM)

PUSTAKA

- [1] Bergman, D. J. dan Olson, J, Got Inquiry, *Science and Children*, vol. 71, no. 6, 2011, pp. 355-360.
- [2] BSNP, *Standar Isi Pendidikan Tinggi*, Jakarta, Badan Standar Nasional Pendidikan, 2010.
- [3] Caccavo, Frank, An Open-Ended, Inquiry Based Approach to Environmental Microbiology, *The American Biology Teacher*, vol. 73, no. 9, 2011, pp. 521-525.
- [4] DeGolier, Teresa, Guided-Inquiry Approach for Investigating Metabolic Rate in Mice, *The American Biology Teacher*, vol. 64, no. 6, 2002, pp. 449-454.
- [5] Dikti, *Buku Panduan Pengembangan Kurikulum Berbasis Kompetensi Pendidikan Tinggi (Sebuah Alternatif Penyusunan Kurikulum)*, Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [6] Faisal, Manual Laboratorium untuk Mendukung Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Mata Kuliah Struktur Hewan, *Bionature*, vol. 15, no. 2, 2014, pp 86-95.
- [7] Gaby McDonald, Teaching Critical & Analytical Thinking in High School Biology, *The American Biology Teacher*, vol. 74, no. 3, 2012, pp. 178-181.
- [8] Grumbine, R, Using Data-Collection Activities to Enrich Science Courses, *The American Biology Teacher*, vol. 72, no. 6, 2010, pp. 369-372.
- [9] McPherson, Guy. R, Teaching and learning the scientific method, *The American Biology Teacher*, vol. 63, no. 4, 2001, pp. 242-245.
- [10] Meuler, Debra, Using A Guided Inquiry Approach in the Traditional Vertebrate Anatomy Laboratory, *The American Biology Teacher*, vol. 70, no. 1, 2008, pp. 35-38.
- [11] Nurhayati, Oslan J. & Faisal. *Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Mahasiswa Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Mata Kuliah biologi Dasar*. Jurnal Penelitian Pendidikan Insani. 2016. Vol.19 No. 1 ISSN 0854-3712.
- [12] O'Connell, Dan, An Inquiry-Based Approach to Teaching Photosynthesis & Cellular Respiration, *The American Biology Teacher*, vol. 70, no. 6, 2008, pp. 350-356.
- [13] Puche, Helena., & Holt, Jame, Using Scientific Inquiry to Teach Students about Water Quality. *The American Biology Teacher*, vol. 74, no. 7, 2012, pp. 503-508.
- [14] Quigley, Cassie., Marshall, Jeff. C., Deaton, Cynthia. C. M., Cook, Michelle. P., Padilla, Michael, Challenges to Inquiry Teaching and Suggestions for How to Meet Them, *Science Educator*, vol. 20, no. 1, 2011, pp. 55-61.
- [15] Sampson, Victor., & Gleim, Leanne. Argumen Driven Inquiry To Promote the Understanding of Important Concepts & Practices in Biology. *The American Biology Teacher*, vol. 71, no. 8, 2009, pp. 465-471.
- [16] Wilke, R. Russell., & Straits, William. J, Practical advice for teaching inquiry based-science process skills in the biological science, *The American Biology Teacher*, vol. 67, no. 9, 2005, pp. 534-540.

