

Identifikasi Berpikir Kreatif Mahasiswa Melalui Metode *Mind Mapping*

Identification of Student's Creative Thinking through Mind Mapping

BAIQ FATMAWATI

Program Studi Pendidikan Biologi, STKIP Hamzanwadi Selong

email: f_baiq@yahoo.com

Manuscript received: 5 Mei 2014 Revision accepted: 7 Juli 2014

ABSTRACT

The learning closely associated with the use of the brain as the centred of mental activity begin from the understanding, processing, until inference information. To optimize learning outcomes, the learning process using whole-brain approach. Creative thinking is a mental activity to create relationships continuous that were found the right combination includes aspects of cognitive, affective, and metacognitive. The purposes of this research to reveal of students creative thinking skills in the material the fermentation through mind mapping. This research is descriptive statistics which describe the student's creative thinking skills that have, without giving specific mind map treatment. The subject is students of biology education semesters V. The results of analysis data showed that the scores of creative thinking skills students are: Fluency (Score 3; 21, 73%. Score 2; 39, 13%. Score 1; 39, 13%). Flexibility (Score 3; 21, 73%. Score 2; 30, 43%. Score 1; 47, 82%) dan Originality (Score 3; 0%. Score 2; 0%. Score 1; 17, 39%). Based on data, it can be concluded that the students have not be able to bring their creative ideas through mind mapping

Keywords: creative thinking, mind mapping

LATAR BELAKANG

Pembelajaran melibatkan pemikiran yang bekerja secara asosiatif, sehingga dalam setiap pembelajaran terjadi penghubungan antara satu informasi dengan informasi yang lain. Pembelajaran sangat erat kaitannya dengan penggunaan otak sebagai pusat aktivitas mental mulai dari pengambilan, pemrosesan, hingga penyimpulan informasi. Untuk mengoptimalkan hasil pembelajaran, maka proses pembelajaran harus menggunakan pendekatan keseluruhan otak. Ketidakmampuan memproses informasi secara optimal ditengah arus informasi menyebabkan banyak individu yang mengalami hambatan dalam belajar ataupun bekerja. Hambatan pemrosesan informasi terletak pada dua hal utama, yaitu: proses pencatatan dan proses penyajian kembali. Keduanya merupakan proses yang saling berhubungan satu sama lain (Astuti Amin, 2009). Menurut Preissen (Costa, 1985), bahwa berpikir merupakan suatu proses aktivitas mental suatu individu untuk memperoleh pengetahuan. Proses ini merupakan aktivitas kognitif yang disadari dan diupayakan, sehingga terjadi perolehan pengetahuan yang bermakna. Costa juga menambahkan bahwa berpikir adalah menerima stimulus eksternal melalui indra dan diproses secara internal. Bila informasi akan disimpan, maka otak akan memasangkan, membandingkan, mengkategorikan, dan mempolanya menjadi informasi yang sama dengan yang telah tersimpan. Proses ini berlangsung cepat dan cenderung random dalam keadaan sadar dan tidak sadar. Dalam kegiatan pembelajaran, upaya untuk melatih kemampuan berpikir menjadi hal yang utama dibandingkan sekedar proses transfer pengetahuan yang penuh dengan fakta-fakta empiris.

Menurut Evans (1991) berpikir kreatif adalah suatu aktivitas mental untuk membuat hubungan-hubungan (*connections*) yang terus menerus (*continous*), sehingga ditemukan kombinasi yang benar.

Berdasarkan hasil pengamatan, proses pembelajaran mikrobiologi cenderung diajarkan menggunakan metode ceramah, dan mempresentasikan makalah. Pada saat evaluasi, mereka hanya terpaku pada pertanyaan yang diajukan oleh dosen dan jawaban yang diberikan umumnya bersifat hapalan. Mahasiswa kurang bebas mengemukakan/menuangkan pikiran-pikiran mereka secara kreatif serta kurang dalam mengkaitkan antar konsep khususnya pada materi fermentasi, sehingga mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep.

Untuk mengatasi kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik diperlukan inovasi pembelajaran berbeda dengan mengubah metode pembelajaran, salah satunya menggunakan metode *Mind Map*. *Mind Map* merupakan cara mencatat yang menyenangkan, cara mudah menyerap dan mengeluarkan informasi dan ide baru dalam otak (Buzan, 2007). *Mind map* membuka potensi dari seluruh otak, karena menggunakan seluruh keterampilan yang terdapat pada bagian neo-korteks dari otak atau yang lebih dikenal sebagai otak kiri dan otak kanan (Astuti Amin, 2009). Peserta didik tidak perlu fokus untuk mencatat tulisan yang ada dipapan tulis secara keseluruhan, peserta didik hanya mengetahui inti masalah, kemudian membuat peta pikirannya masing-masing dengan kreativitasnya sendiri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap kemampuan berpikir kreatif mahasiswa terkait dengan

cara mengatasi pencemaran lingkungan melalui metode *mind map*.

METODE

Penelitian ini menggunakan statistik deskriptif yaitu mendiskripsikan atau memberi gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2009). Sampel Penelitian adalah mahasiswa STKIP

Hamzanwadi semester V(N= 28 orang) yang mengambil matakuliah mikrobiologi. Untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, dosen memberikan stimulus tentang produk fermentasi, kemudian meminta mahasiswa membuat jawaban dalam bentuk *mind map* dengan materi **Fermentasi**. Analisis kemampuan berpikir kreatif menggunakan indikator berpikir kreatif *fluency* (lancar), *flexibility* (luwes), dan *originality* (kebaruan) melalui garis-garis berhubungan satu sama lain (Pandley, *et al.*, 1994 & Munandar, 2009).

Berikut disajikan pemberian skor berpikir kreatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Berpikir Kreatif

No	Indicator	Kriteria Jawaban	Skor
1	Fluency:	Banyak ide jawaban lebih dari 2 dan benar.	3
		Banyak ide jawaban 2 dan benar	2
		Banyak ide jawaban 2, salah satu benar	1
2	Flexibility:	Ide jawaban bervariasi, ide lebih dari 2, dan benar	3
		Ide jawaban bervariasi, ide 2 dan benar	2
		Ide jawaban bervariasi, ide 2 dan salah satu benar	1
3	Originality:	Jawaban yang memunculkan ide baru dan benar	3
		Jawaban yang memunculkan ide umum dan benar	2
		Jawaban yang tidak lazim dan salah	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mind Map Untuk Mengidentifikasi Keterampilan Berpikir Kreatif

Belajar dikatakan bermakna jika informasi yang dipelajari siswa disusun sesuai dengan struktur kognitif siswa, sehingga siswa dapat mengkaitkan pengetahuan baru tersebut dengan struktur kognitifnya. Siswa akan belajar

dengan baik jika apa yang disebut pengatur kemajuan (belajar) *advance organizers* didefinisikan dan dipresentasikan dengan baik dan tepat kepada siswa untuk mengkaitkan bahan-bahan pembelajaran baru dengan pengetahuan awal (Riyanto, 2008). Menurut Ausubel (dalam Ahmadi & Widodo, 2004), pengorganisasian awal menggaris bawahi ide-ide utama dalam suatu situasi pembelajaran yang baru dan mengkaitkan ide-ide baru tersebut dengan pengetahuan yang telah ada pada pembelajaran. Pengorganisasian awal dibuat dalam berbagai macam bentuk. Organisasi awal dapat berupa penjelasan verbal, kutipan dari suatu buku, gambar atau diagram. Pengorganisasian awal juga dapat digunakan untuk memperkenalkan siswa pada uraian-uraian pada buku teks. Pengatur kemajuan belajar adalah konsep atau informasi umum yang mencakup semua isi pelajaran yang akan diajarkan kepada siswa.

Metode *mind map* bertujuan untuk membangun pengetahuan siswa dalam belajar secara sistematis, yaitu sebagai teknik untuk meningkatkan pengetahuan siswa dalam penguasaan konsep dari suatu materi pelajaran.

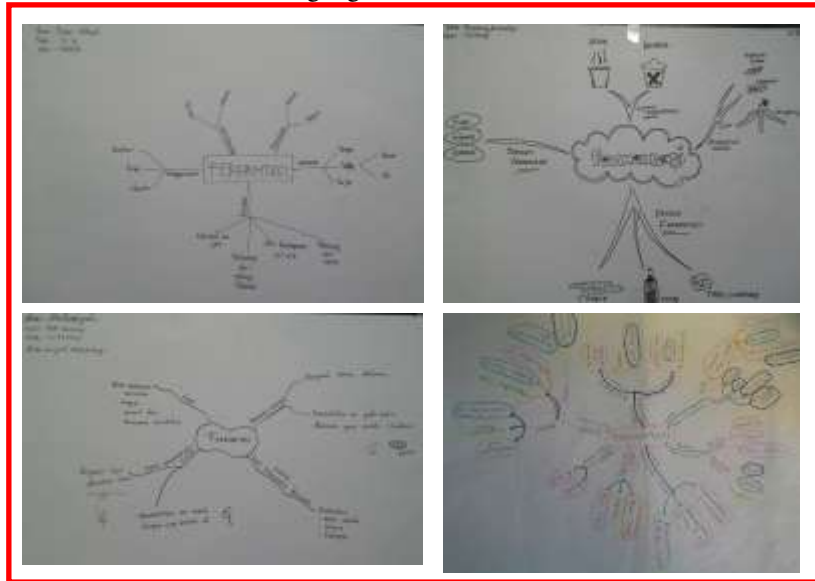
Analisis jawaban mahasiswa dengan cara mencari hubungan antar garis-garis yang dibuat dan indikator berpikir kreatif. Berikut contoh *mind map* yang dibuat oleh mahasiswa (Gambar 1) dan persentase (%) jawaban kemampuan berpikir kreatif dengan menggunakan metode *mind map* disajikan dalam Gambar 2.

Peta pikiran merupakan salah satu produk kreatif yang dihasilkan oleh siswa dalam kegiatan belajar. Dalam kegiatan pembelajaran dengan menggunakan metode *mind map* ini siswa aktif menyusun inti-inti dari suatu materi pelajaran menjadi peta pikiran. Buzan (2008) menunjukkan bahwa *mind map* akan membantu siswa: (1) mudah mengingat sesuatu; (2) mengingat fakta, angka, dan rumus dengan mudah; (3) meningkatkan motivasi dan konsentrasi; (4) mengingat/ menghafal menjadi lebih cepat dan mudah berkonsentrasi dengan teknik peta pikiran sehingga menimbulkan keinginan untuk memperoleh pengetahuan serta keinginan untuk berhasil. Menurut Ausubel (Hudojo, 2002) menyatakan bahwa pembelajaran yang menggunakan *mind map* dapat membuat suasana belajar menjadi bermakna karena pengetahuan atau informasi yang baru diajarkan menjadi lebih mudah terserap siswa. Pembelajaran dengan menggunakan metode *mind map* akan membantu siswa dalam meringkas materi pelajaran yang diterima oleh siswa pada saat proses pembelajaran sehingga menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa.

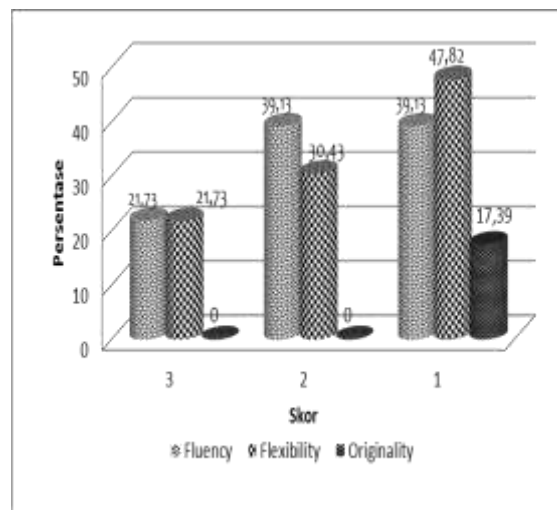
Berdasarkan Gambar 2, nampak bahwa jawaban mahasiswa cenderung mendapatkan skor 1 pada indikator *flexibility* dan *originality*. Dengan menggunakan metode *mind map*, mahasiswa tampaknya belum terlalu luwes pemikirannya dalam menjawab (47.82%), begitu juga dalam memunculkan kebaruan produk hanya 17, 39% yang menjawab dengan kreatif. Salah satu penyebabnya dikarenakan mahasiswa baru mengetahui metode *mind map* dalam pembelajaran. Sebelum mahasiswa menuliskan ide-ide tentang fermentasi yang dituangkan dalam *mind map*, dosen telah memberikan secara garis

besar cara membuat *mind map* tersebut, namun pada saat mengerjakannya terlihat mahasiswa sedikit kebingungan

untuk memulai menulis dan menuangkan ide-ide kreatif mereka.



Gambar 1. Contoh *Mind Map* Tentang Fermentasi



Gambar 2. Persentase Jawaban Mahasiswa Menggunakan *Mind Map*

Pembelajaran dengan metode *mind map* lebih menekankan pada keaktifan dan kegiatan kreatif siswa, akan meningkatkan daya hafal dan pemahaman konsep siswa yang kuat, serta siswa menjadi lebih kreatif. Selain kegiatan belajar mengajarkan lebih menarik, siswa juga akan lebih tekun dalam belajar dan menghadapi tugas, ulet menghadapi kesulitan, senang mencari dan memecahkan masalah yang bervariasi, bekerja mandiri, dan dapat mempertahankan pendapatnya (Pandley., *et.al*: 1994). Untuk melihat seseorang yang kreatif dapat dilihat dari empat indikator yakni: (1) Berpikir lancar (*Fluency*) yaitu menghasilkan banyak gagasan/jawaban yang relevan, dan arus pemikiran lancar; (2) Berpikir luwes (*flexibility*) yaitu menghasilkan gagasan-gagasan yang seragam, mampu mengubah cara atau pendekatan, dan arah pemikiran yang berbeda-beda; (3) Berpikir original (*Originality*) yaitu memberikan jawaban yang tidak lazim dalam arti lain dari yang lain, yang jarang

diberikan kebanyakan orang, dan (4) Berpikir terperinci (*Elaboration*) yaitu mengembangkan, menambahkan, memperkaya suatu gagasan, memperinci detail-detail, dan memperluas suatu gagasan (Munandar, 2009). Berpikir kreatif dapat juga dipandang sebagai suatu proses yang digunakan ketika seorang individu mendatangkan atau memunculkan suatu ide baru.

KESIMPULAN

Hasil analisis data menunjukkan bahwa mahasiswa masih belum mampu menunjukkan kemampuan berpikir kreatifnya menggunakan *mind map* pada materi fermentasi. Pembelajaran dengan metode *mind map* lebih menekankan pada keaktifan dan kegiatan kreatif dalam memecahkan masalah dengan berbagai variasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A. & Widodo, S. 2004. *Psikologi Belajar*. Jakarta: RinekaCipta
- Astutiamin.2009. Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Peta Pikiran (*Mind Mapping*).<http://astutiamin.wordpress.com/2010/2010>
- Buzan, T. 2007. *Buku Pintar Mind Map untuk Anak*. Jakarta: P.T GramediaPustakaUtama
- , 2008. *Buku Pintar Mind Map*. Cetakanke-VI. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Costa, A.L. 1985. Teacher Behaviors that Enable Student Thinking (in) Costa, A.L (Eds), *Developing Mind: A Resource book for teaching thinking*. Alexandria ASDC.
- Evans, J.R. 1991. *Creative Thinking in The Decision and Management Sciences*. Cincinnati: South-Western Publishing Co
- Hudojo, H.2002. *PetaKonsep*. Makalah disajikan dalam Forum Diskusi Pusat Perbukuan Depdiknas. Jakarta.
- Munandar, S.C.U.2009. Kreativitas dan Keberbakatan: Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif dan Bakat. Jakarta: PT Gramedia Pustaka
- Pandley, J.BD.,Bretz, R.L. and Novak, J.D. 1994. Concept Maps As Tool to Assas Learning in Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 71:9-15
- Riyanto, Y. 2008. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: KencanaPrenada Media Group
- Sugiyono. 2010. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Suastra, I.W. 2003. Implementasi Pembelajaran Sains Berbasis Inkuiri di SLTP. (Laporan Penelitian tidak dipublikasikan: Research Grand IKIP Singaraja)

Kekayaan Spesies Kelelawar Ordo Chiroptera Di Gua Wilayah Selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat

The Richness of Bat Species Order Chiroptera in the Southern Caves of Lombok Island West Nusa Tenggara

Siti Rabiatul Fajri¹, Agil Al Idrus², Gito Hadiprayitno²

¹Program Pascasarjana Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram

²Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Mataram

*email: rabiatul_fajri@yahoo.com

Manuscript received: 16 Mei 2013 Revision accepted: 11 Juli 2014

ABSTRACT

The research was conducted in order to determine the species richness in the cave region of southern island of Lombok. The study was conducted through a survey technique at 5 caves located in the southern region of the island of Lombok the Cave Gale-Gale, Buwun Cave, Cave Kenculit, Raksasa Cave and Cave Pantai Surga. The survey was conducted from March to May 2014. Sampling bat for identification as done by using the mist nets. Bats were caught identified further in the Laboratory of Biological Science, University of Mataram. The results show that has found 6 Family with 12 species. Based on identification of 12 species were found in the caves of the area south of the island of Lombok, there are 9 species ever discovered by Kitchener (2002) in his study on the island of Lombok is *Hipposiderosater*, *Rhinolopussimplex*, *Rosettusamplixicaudatus*, *Hipposiderosdiadema*, *Eonycterisspeleae*, *Miniopteruspusillus*, *Taphazousmelanopogon*, *Macroglossusminimus*, and *Murinacyclotis*, *Hipposiderosbicolor*, *Rhinopoma microphyllum* and *Phoniscus atrox*.

Keywords: bat, cave, southern region of the island of Lombok

LATAR BELAKANG

Kelelawar merupakan salah satu ordo dari kelas mamalia yang memiliki kemampuan berpindah dengan menggunakan sayap (terbang). Secara umum, kelelawar yang tergolong ke dalam Ordo Chiroptera dapat dikelompokkan ke dalam 2 Sub ordo yaitu Sub ordo Megachiroptera (Pemakan buah-buahan) dan sub ordo Microchiroptera (Pemakan serangga) (Suyanto, 2001). Kelelawar yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 230 spesies atau 21% dari spesies kelelawar yang ada di dunia. Spesies tersebut diantaranya 77 spesies dikelompokkan ke dalam sub ordo Megachiroptera sedangkan 153 spesies dikelompokkan ke dalam sub ordo Microchiroptera (Suyanto, 2001).

Suyanto (2001) menyebutkan bahwa 20% kelelawar sub ordo Megachiroptera dan lebih dari 50% kelelawar sub ordo Microchiroptera memilih tempat bertengger di dalam gua. Keberadaan kelelawar di dalam gua, menurut Wijayanti (2011) dapat berperan sebagai kunci penyedia energi ekosistem (*key factor in cycle energy*) bagi organisme yang ada di dalam gua. Oleh sebab itu, apabila ekosistem gua tidak dikelola dengan baik, dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, baik ekosistem yang ada di dalam gua maupun ekosistem yang ada di luar gua.

Beberapa hasil penelitian menginformasikan bahwa Pulau Lombok merupakan salah satu pulau yang memiliki keanekaragaman spesies kelelawar cukup tinggi.

Angkatan Laut Amerika Serikat melaporkan bahwa pada tahun 1978-1979 ditemukan spesies *Eonycteris speleae*, *Dobsonia peronii*, *Chaerephon plicata*, *Schotophilus kuhlii* dan *Myotis muricola* yang ada di Pulau Lombok. Kemudian pada tahun 1988 dilakukan penelitian kelelawar di 5 lokasi yaitu di Taman Suranadi (Gua Batu Kota), Batu Koq (Gua Sawa), Pelangan (Gua Pantai berkapur), Kuta (Gua yang berada 4 km ke arah barat kuta dan gua Gunung Saung) dan Gunung Rinjani (Gua Susu dan Gua Lawa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah ditemukan 36 spesies kelelawar dan spesies yang paling khas ialah spesies *Pteropus lombocensis* dan *Pipistrellus tenuis swelanus* (Kitchener, dkk, 2002).

Fajri dan Hadiprayitno (2013) menemukan spesies *Hipposideros bicolor* yang merupakan spesies kelelawar yang belum ditemukan dalam Kitchener, dkk.(2002). Temuan tentang spesies kelelawar tersebut di Pulau Lombok menambah jumlah spesies kelelawar yang belum dilaporkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Tidak sedikit gua di Pulau Lombok yang diperkirakan memiliki spesies kelelawar. Namun belum dieksplorasi secara maksimal. Bahkan terdapat gua yang ada di Pulau Lombok ditemukan runtuh (rusak) dan gua yang sudah tidak dihuni oleh kelelawar, terutama gua-gua yang ada di wilayah selatan Pulau Lombok. Hal ini terjadi karena adanya penambangan yang dilakukan oleh masyarakat. Aktivitas penambangan yang dilakukan oleh

masyarakat di beberapa gua yang ada di wilayah selatan Pulau Lombok ini patut diduga sebagai salah satu penyebab menurunnya populasi kelelawar di wilayah tersebut. Apabila tidak dilakukan upaya pencegahan tidak menutup kemungkinan akan mengakibatkan terjadinya kepunahan secara lokal pada spesies-spesies kelelawar tertentu. Sehingga terjadi ketidakseimbangan ekosistem. Terkait hal tersebut dipandang perlu untuk melakukan inventarisasi kekayaan spesies kelelawar gua di wilayah selatan yang ada di Pulau Lombok.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2014 di 5 gua wilayah selatan Pulau Lombok. Kelima gua tersebut ialah Gua Gale-Gale (Lombok Tengah), Gua Buwun (Lombok Tengah), Gua Kenculit (Lombok Tengah), Gua Raksasa (Lombok Timur), dan Gua Pantai Surga (Lombok Timur).

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alkohol 70% dan kapas yang digunakan untuk membus dan mengawetkan sampel kelelawar untuk koleksi

spesimen. Alat yang digunakan untuk mengoleksi sampel kelelawar adalah jaring kabut (*Mist Net*), tali, tiang sepanjang 2,5 - 3 m untuk memasang jaring kabut, jaring bertangkai panjang, kantong blacu, masker, gunting, pinset panjang, buku identifikasi dan kamera.

Pengambilan sampel spesies kelelawar dilakukan dengan metode *Trapping* menggunakan *Mist net* (Wiantoro, 2009; Suropto, dkk.; Maharadarunkamsi, 2011; Suyanto, 2001). Penangkapan kelelawar dilakukan pada saat kelelawar memulai aktivitasnya pada sore hari. Data kekayaan spesies dilakukan mulai pukul 18.30 sampai dengan 19.00 WITA.

Kelelawar yang tertangkap selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Mataram untuk mengetahui jenisnya mengacu pada Suyanto (2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesies kelelawar gua wilayah selatan Pulau Lombok yang ditemukan selama penelitian terdiri atas 6 famili dengan 12 spesies (Tabel 1).

Tabel 1. Spesies Kelelawar Gua di Wilayah Selatan Pulau Lombok

No	Sub Ordo	Famili		Spesies
1	Megachiroptera	Pteropodidae	1	<i>Macroglossus minimus</i>
			2	<i>Eonycteris speleae</i>
			3	<i>Rousettus amplexicaudatus</i>
2	Microchiroptera	Hipposideridae	4	<i>Hipposideros bicolor</i>
			5	<i>Hipposideros ater</i>
			6	<i>Hipposideros diadema</i>
		Vespertilionidae	7	<i>Miniopterus pusillus</i>
			8	<i>Phoniscus atrox</i>
			9	<i>Murina cyclotis</i>
			10	<i>Rhinolophus simplex</i>
			11	<i>Taphozous melanopogon</i>
			12	<i>Rhinopoma microphyllum</i>

Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa Sub ordo Microchiroptera mengandung lebih banyak spesies kelelawar dibandingkan dengan Sub ordo Megachiroptera. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suyanto (2001) yang menyebutkan bahwa 20% kelelawar sub ordo Megachiroptera dan lebih dari 50% kelelawar sub ordo Microchiroptera ditemukan di dalam gua. Kebanyakan jenis Microchiroptera bersarang di gua dalam jumlah besar.

Beberapa jenis kelelawar memilih gua sebagai tempat bersarang karena kondisi gua yang lembab, suhu stabil, dan jauh dari kebisingan. Pada kondisi yang demikian, kelelawar kelompok Microchiroptera dapat meminimalkan kekurangan air akibat evaporasi, dapat memilih suhu yang tepat untuk tubuhnya, dan dapat menghindari kebisingan yang dapat mengganggu bahkan dapat menyebabkan kematian (Altringham, 1996 dan Zahn & Hager, 2005). Terdapat banyak penelitian yang melaporkan sub ordo Microchiroptera lebih banyak ditemukan di dalam gua seperti Wijayanti (2011) di gua-gua Karst Gombong Jawa Tengah menyebutkan bahwa terdapat 4 spesies sub

ordo Megachiroptera dan 11 spesies anggota sub ordo Microchiroptera. Riswandi (2012) di Gua TNAP menyebutkan bahwa 4 spesies sub ordo Megachiroptera dan 13 spesies anggota sub ordo Microchiroptera. Bagus & Ahmadi (2012) menyebutkan bahwa dari 20 spesies tertangkap di Gua Lawa terdapat seluruhnya merupakan anggota sub ordo Microchiroptera dan Nurfitrianto, dkk. (2013) di gua Lawa dari 5 spesies yang berhasil diidentifikasi 1 spesies anggota dari sub ordo Megachiroptera dan 4 spesies anggota sub ordo Microchiroptera. Selain itu, pada hasil penelitian juga menyebutkan bahwa anggota sub ordo Microchiroptera memiliki spesies terbanyak yang bertengger di dalam gua wilayah selatan Pulau Lombok ialah anggota dari Famili Hipposideridae dan Vespertilionidae, masing-masing 3 spesies. Sedangkan Famili yang lain hanya masing-masing 1 spesies. Suyanto (2001) menyebutkan bahwa Famili Hipposideridae dan Vespertilionidae memiliki anggota spesies paling banyak dari pada marga lainnya. Beberapa penelitian lain yang pernah melaporkan keberadaan kedua Famili tersebut diantaranya di gua Karst

Gombong Famili Hipposideridae sebanyak 6 spesies dan Famili Vespertilionidae sebanyak 4 spesies (Wijayanti, 2011), di Gua TNAP Famili Hipposideridae sebanyak 4 spesies dan Famili Vespertilionidae sebanyak 4 spesies (Riswandi, 2012) dan di gua Malagasy Famili Hipposideridae sebanyak 9 spesies dan Famili Vespertilionidae sebanyak 9 spesies (Simmons, 2005).

Spesies kelelawar yang ditemukan dalam penelitian ini, beberapa diantaranya ditemukan juga dalam penelitian yang dilakukan oleh Kitchener (2002) dan Fajri & Hadiprayitno (2013). Ditemukannya spesies kelelawar yang sama dengan penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh beberapa factor, beberapa factor tersebut diantaranya ialah kondisi lingkungan yang sesuai, makanan yang masih tersedia, dan ketidakhadiran predator, sehingga masih banyak kelelawar yang masih hidup dan bertahan di tempat tersebut. Selain itu kondisi iklim yang sesuai dengan kebutuhan kelelawar. Seckerdieck *et al.* (2005) membuktikan bahwa kelelawar mempunyai *home instink* yang kuat, tempat tinggal yang dipilih kelelawar dipertahankan sampai beberapa generasi. Namun demikian apabila tempat tinggal mendapat gangguan dan kelelawar tidak nyaman dan aman, tempat tinggal ini akan ditinggalkan (Willis & Brigham, 2004).

Terdapatnya spesies kelelawar yang tidak ditemukan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya di Pulau Lombok seperti *Dobsonia peroni*, *Acerodon macloti*, *Pteropus vampyrus*, *Pteropus alecto*, *Pteropus lombocensis*, *Aethalopus*, *Cynopterus sp.*, *Chaerephon plicata*, *Megaderma spasma*, dan *Tylonycteris pachypus*. Kitchener (2002) dapat disebabkan oleh banyak faktor. Faktor utama ialah penelitian ini hanya berkonsentrasi pada kelelawar yang menghuni gua, dengan demikian hanya menginventarisasi spesies kelelawar yang hanya ditemukan di gua, meskipun banyak sekali habitat kelelawar seperti di kolong atap rumah, terowongan, bawah jembatan, rerimbunan daun, gulungan pohon pisang/palem, celah bambu, lubang batang pohon baik yang hidup ataupun mati dan pohon besar. Selain itu penelitian ini hanya berkonsentrasi di wilayah selatan Pulau Lombok. Faktor lain sebagai penyebab tidak ditemukannya beberapa spesies kelelawar di Pulau Lombok adalah terganggunya habitat yaitu kawasan gua yang sebagai habitat kelelawar yang berada di wilayah selatan Pulau Lombok telah mengalami kerusakan dan gangguan seperti terjadinya penambangan di kawasan gua baik di dalam maupun di luar gua.

Ditemukannya 2 spesies kelelawar yang belum pernah ditemukan pada penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya ialah faktor habitat. *Rhinopoma microphyllum* tinggal di gua Buwun Gunung Prabu Kuta. Gua Buwun terletak di barat pantai kuta, gua tersebut tidak diketahui keberadaannya oleh banyak orang karena keadaan gua yang tertutup rerimbunan daun, pohon dan semak belukar. Hal ini juga sependapat dengan yang diungkap-kan oleh Hutson, *et al.* (2008) *Rhinopoma microphyllum* merupakan kelelawar yang hidup atau menyukai habitat yang tertutup oleh rerimbunan pohon

dan semak dalam vegetasi hutan primer. *Rhinopoma microphyllum* merupakan spesies kelelawar yang telah masuk ke dalam daftar IUCN Red List dengan setatus *Least Concern* (LC) atau paling sedikit. *Rhinopoma microphyllum* merupakan kelelawar yang jarang sekali dijumpai dan jumlah yang sedikit ditemui di beberapa negara.

Phoniscus atrox ditemukan di dua lokasi di wilayah selatan Pulau Lombok yaitu di Gua Buwun dan Gua Pantai Surga. Gua tersebut merupakan gua yang sama-sama jauh dari jangkauan manusia. *Phoniscus atrox* tidak pernah ada laporan sebelumnya ditemukan di dalam gua-gua di Indonesia. Namun di beberapa hutan pernah dilaporkan seperti di hutan primer Sumatera (Suyanto, 2001). Laporan terakhir yang dipublikasikan bahwa *Phoniscus atrox* ditemukan di hutan yang rusak pada ketinggian 150 dpl di Thailand (Thong, *et al.*, 2006 dalam Hutson, *et al.* (2008)). *Phoniscus atrox* telah masuk ke dalam daftar IUCN Red List dengan status *Near Threatened* (NT) atau hampir punah di Indonesia dan Malaysia (Fleming & Paul, 2009). Hal ini menjadi menarik karena *Phoniscus atrox* ditemukan di dua lokasi di wilayah selatan Pulau Lombok meskipun dalam jumlah sedikit.

Ditemukannya spesies kelelawar *Rhinopoma microphyllum* dan *Phoniscus atrox* dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi penambahan jumlah spesies kelelawar yang ditemukan di Pulau Lombok. Spesies kelelawar yang ditemukan di Pulau Lombok yang dipublikasikan oleh Kitchener (2002) berjumlah 36 spesies. Selanjutnya Spesies kelelawar yang ditemukan di Pulau Lombok yang dipublikasikan oleh Fajri dan Hadiprayitno (2013) telah menemukan 1 spesies kelelawar baru yang belum pernah dilaporkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Mela-lui penemuan 2 spesies kelelawar pada penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Fajri dan Hadiprayitno (2013) akan menambah koleksi spesies kelelawar di Pulau Lombok menjadi 39 spesies.

Pada penelitian ini juga terlihat terdapat beberapa gua dihuni oleh spesies yang sama. Seperti *Hipposideros ater* dapat ditemukan di tiga lokasi (Gua Gale-gale, Gua Buwun dan Gua Raksasa) dari lima gua yang berada di wilayah selatan. Selain itu terdapat *Phoniscus atrox* dan *Miniopterus pusillus* ditemukan di Gua Buwun dan Gua Pantai Surga dan *Miniopterus pusillus* sendiri ditemukan di Gua Buwun, Gua Kenculit dan Gua Pantai Surga.

Hipposideros ater juga pernah ditemukan bertengger di beberapa gua di Indonesia diantaranya Gua Kars Gombong, Gua TNAP, Gua Lawa dan Gua Petruk (Wijayanti, 2010; Wijayanti, 2011; Riswandi, 2012 dan Nurfitrianto, 2013). Csorba, *et al.* (2008) menyebutkan bahwa *Hipposideros ater* merupakan spesies yang dapat beradaptasi dalam berbagai habitat. Berbeda halnya dengan spesies *Phoniscus atrox* dan *Miniopterus pusillus*, kedua spesies ini hanya ditemukan bertengger di dalam gua pada kondisi gua yang jauh dari gangguan dan kebisingan serta dekat dengan hutan primer dan daerah

pertanian menyebabkan kedua spesies tersebut cenderung memilih gua yang memiliki kondisi alam yang hampir sama. Hutson, *et al.* (2008) dan Bumrungsri, *et al.* (2008) menyebutkan bahwa *Phoniscus atrox* pernah ditemukan di Thailand dengan status *new record* di dalam hutan cemara murni dekat daerah pertanian dan bertengger dibekas sarang burung dan gua berkapur. Sedangkan *Miniopterus pusillus* pernah ditemukan di gua yang berada di pegunungan Saung Desa Pengembur Kuta Lombok Tengah. Gua tersebut dikelilingi oleh daerah pertanian yang cukup subur. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa gua-gua yang dihuni oleh spesies yang sama cenderung memiliki kondisi habitat yang sama yang disukai oleh spesies tersebut. Menurut Zahn & Hager (2005) proses yang terlibat dalam memilih tempat bersarang cukup kompleks. Ketersediaan tempat bersarang yang cocok misalnya, akan mempengaruhi perilaku pencarian makan, tetapi perilaku bersarang sendiri juga dipengaruhi oleh kelimpahan dan penyebaran makanan.

Jumlah spesies kelelawar dalam satu gua yang ditemukan di gua-gua karst di Indonesia pada penelitian-penelitian sebelumnya terdiri dari satu sampai enam spesies kelelawar (Maryanto & Maharadatunkamsi 1991; Saroni 2005; Pujirianti 2006; Apriandi 2006). Pada penelitian spesies kelelawar yang ditemukan di gua wilayah selatan Pulau Lombok terdiri atas 2 sampai lima spesies. Namun demikian pada penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti (2011) di Gua Petruk kawasan Karst Gombong telah menemukan 9 spesies dalam gua tersebut. Pada penelitian spesies kelelawar di gua-gua yang terdapat di luar Indonesia menemukan satu sampai dengan tiga spesies dalam satu gua. Seperti penelitian Seckerdieck, *et al.* (2005) di Gua Alterberga Jerman hanya mendapatkan satu jenis kelelawar (*Rhinolophus hipposideros* Microchiroptera) bersarang dalam satu gua. Penelitian Dunn (1978) di Gua Anak Takun Malaysia; penelitian Duran & Centano (2002) di Gua Bonita India Barat; dan penelitian Zukal *et al.* (2005) di Gua Katerinska Chekoslovakia masing-masing menemukan dua jenis kelelawar yang bersarang dalam satu gua. Penelitian Zahn dan Hager (2005) mendapatkan tiga jenis kelelawar bersarang dalam satu gua yang berlokasi di Bavaria Jerman. Dalam penelitian ini spesies kelelawar yang ditemukan menghuni satu gua terdiri dari dua sampai dengan 5 spesies.

Pada penelitian ini Gua Raksasa Tanjung Ringgit memiliki kekayaan spesies tertinggi dari gua lainnya yakni 5 spesies, selanjutnya diikuti oleh Gua Buwun Kuta sebanyak 4 spesies. Sedangkan Gua Gale-gale hanya dihuni oleh 3 spesies, Gua Pantai Surga 3 spesies, dan Gua Kenculit 2 spesies. Banyaknya spesies kelelawar yang menghuni Gua Raksasa dan Gua Buwun disebabkan oleh bervariasinya lingkungan gua yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Castillo, *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa kondisi lingkungan di dalam satu gua dapat berbeda antara satu zona (mintakat) dengan zona lainnya, dan dapat menyebabkan pemisahan mikroklimat

dalam ruang gua. Pemisahan mikroklimat tersebut dapat mengundang keanekaragaman jenis makhluk hidup. Selain itu, banyaknya faktor ekologi yang berperan dan adanya berbagai model interaksi spesies yang terjadi dapat mengakibatkan terjadinya perubahan kekayaan spesies dan kemungkinan-kemungkinan ini sulit diprediksi (Hadiprayitno, 2012).

KESIMPULAN

Kekayaan spesies kelelawar gua wilayah selatan Pulau Lombok terdiri dari 6 famili dengan 12 spesies. Spesies tersebut diantaranya *Macroglossus minimus*, *Eonycteris spelaea*, *Rousettus amplexicaudatus*, *Hipposideros bicolor*, *Hipposideros ater*, *Hipposideros diadema*, *Miniopterus pusillus*, *Phoniscus atrox*, *Murina cyclotis*, *Rhinolopus simplex*, *Taphozous melanopogon*, dan *Rhinopoma microphyllum*.

SARAN

Spesies kelelawar *Phoniscus atrox* yang ditemukan dalam penelitian ini merupakan spesies terancam punah di Indonesia. Temuan ini menunjukkan bahwa wilayah selatan Pulau Lombok berperan penting dalam mendukung spesies kelelawar yang perlu mendapatkan perlindungan. Karena itu, perlu dipikirkan untuk menjadikan beberapa gua yang ada di wilayah selatan Pulau Lombok direkomendasikan untuk dijadikan sebagai kawasan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriandi, J., Kartono, AP., dan Maryanto. (2008). Keanekaragaman dan kekerabatan spesies kelelawar berdasarkan kondisi mikroklimat tempat bertengger pada beberapa gua di kawasan Gua Gudawang. *J. Biol. Indo.* 5(2): 121-134
- Baudinette, R.V., Churchill, S.K., Christian, K.A., Nelson, J.E., and Hudson, P.J. (2000). Energy, Water Balance And The Roost Microenvironment In Three Australian Cave-Dwelling Bats (Microchiroptera). *J. Comp. Physiol. B*, 170: 439-446
- Corbet, GB. and Hill, J.E. (1992). *The mammals of the Indomalayan region. A systematic review.* Natural history museum publications: Oxford University Press
- Castillo, AE., Meneses, GC., Davilla-Montes, MJ., Anaya MM., and Leon, PR. (2009). Seasonal distribution and circadian activity in the troglophile long-footed robber frog *Eleutherodactylus longipes* (Anura: Brachycephalidae) at Los Riscos Cave, Queretaro, Mexico: Field and laboratory studies. *J. Cave and Karst Studies* 71(1): 121-128
- Dunn, F.L. (1978). Gua Anak Takun Ecological Observation. *The Malayan Nature J.* 19(1): 75-87
- Fajri, S. R. dan Hadiprayitno, G. (2013). *Kelelawar Pulau Lombok.* Prosiding Seminar Nasional "Penelitian dan Pembelajaran Sains" Program Pascasarjana Universitas Mataram.

- Gunnell, A., Yani, M., Kitchener, D. (1996). Proceedings of the First International Conference on Eastern Indonesian-Australian Vertebrate Fauna. Perth, Australia: Western Australian Museum.
- Hutson, A.M. and Kingston, T. (2008). *Phoniscus atrox*. In: IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. 27/6/2014
- Kitchener, D. J., Boeadi, Charlton, L. and Maharadatunkamsi. (2002). *Mamalia Pulau Lombok*. Bidang Zoologi Puslit Biologi-LIPI, The Gibbon Foundation Indonesia, PILI-NGO Movement. Bogor
- Maryanto, I. and Maharadatunkamsi. (1991). Kecenderungan spesies spesies kelelawar dalam memilih tempat bertengger pada beberapa gua di Kabupaten Sumbawa. Media Konservasi. 3:29-34
- Riswandi, Hafiz. (2012). Kelelawar Gua di TNAP. J. Biol. Indo. 5(2)
- Seckerdieck, A., Walther, B., and Halle S. (2005). Alternative use of two different roosttypes by a maternity colony of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). Journal Mam. Biol. 8: 216-224
- Suyanto, A. (2001). *Kelelawar Indonesia*. Puslitbang Biologi LIPI. Jakarta
- Wijayanti. (2001). *Komunitas Fauna Gua Petruk dan Gua Jatijajar Kabupaten Kebumen Jawa Tengah*. (Tesis tidak dipublikasikan: Progam Pasca Sarjana Universitas Indonesia Jakarta)
- Wijayanti, F., Solihin, D., Ali Kodra, H.S dan Maryanto, I. (2010). Pengaruh fisik gua terhadap struktur komunitas kelelawar pada beberapa gua karst di gombang kabupaten kebumen jawa tengah. Jurnal Biologi Lingkungan Vol. 4(2)
- Wijayanti, F. (2010). Kelimpahan, Sebaran, dan Keanekaragaman Spesies Kelelawar (Chiroptera) pada Beberapa gua dengan Pola Pengelolaan Berbeda di Kawasan Karst Gombang Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. (Penelitian tidak dipublikasikan Dana RAB UIN Syarif Hidayatullah Jakarta)
- Wijayanti, F. (2011). Biodiversitas dan Pola Pemilihan Sarang Kelelawar: Studi Kasus di Kawasan Karst Gombang Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. Institut Pertanian Bogor.
- Wijayanti, F. (2011). Ekologi, relung, pakan, dan strategi adaptasi kelelawar penghuni gua di karst gombang jawa tengah. (Disertasi tidak dipublikasikan Institut Pertanian Bogor)
- Zahn, A. and Hager, I. (2005). A cave dwelling colony of *Myotis daubentonii* in Bavaria, Germani. Journal Mam. Biol. 70 : 242-165

Bentuk Kehidupan (*Life Form*) Tumbuhan Penyusun Vegetasi Di Kotamadya Surakarta

Joko Ariyanto¹, Sri Widoretno¹, Nurmiyati¹, Putri Agustina²

¹Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A Kentingan Surakarta

²Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta

*email: joko_ariyanto_30@yahoo.com

Manuscript received: 12 Mei 2013 Revision accepted: 13 Juli 2014

ABSTRACT

Surakarta memiliki luas wilayah 44 km², terletak di dataran rendah dengan ketinggian 105 m dpl dan di pusat kota 95 m dpl dan memiliki iklim muson tropis. Tidak semua wilayah Surakarta ditempati penduduk. Ruang terbuka di Surakarta ditumbuhi berbagai jenis tumbuhan dengan berbagai bentuk kehidupan (*life form*). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui berbagai tipe *life form* penyusun vegetasi dan mengetahui tipe *life form* yang paling melimpah dan dominan di Kotamadya Surakarta. Sampling dilakukan pada 1% luas *free area* (area terbuka hijau) di setiap kecamatan. Ukuran Plot yang digunakan adalah (10x10) m kemudian pada plot tersebut dilakukan pengamatan untuk diidentifikasi jenis tumbuhan yang ada dan ditentukan tipe bentuk kehidupan (*life form*) dari setiap tumbuhan yang ditemukan. Cover dari setiap bentuk kehidupan (*life form*) diukur dengan skala Braun-Blanquet kemudian dibandingkan dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa bentuk kehidupan (*life form*) yang paling mendominasi vegetasi di Surakarta adalah Phanerophyte dengan persentase cover tertinggi (104%). Dengan membandingkan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer diketahui Cryptophyte memiliki persentase di bawah persentase Cryptophyte bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer.

Keywords: Bentuk kehidupan (*life form*), Ruang terbuka bebas (*free area*), Vegetasi di Surakarta

LATAR BELAKANG

Surakarta, atau juga disebut sebagai kota Solo atau Sala merupakan kota yang terletak di provinsi Jawa Tengah, Indonesia dengan dan kepadatan penduduk 13.636/ km². Kota dengan luas 44 km² ini berbatasan dengan Kabupaten Karanganyar dan Boyolali di sebelah utara, Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah timur dan barat, serta Kabupaten Sukoharjo di

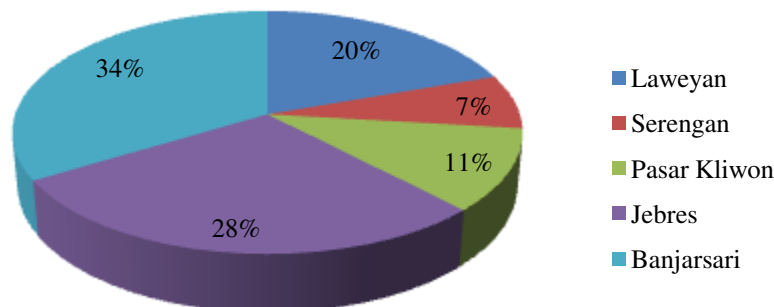
sebelah selatan. Surakarta terletak di dataran rendah dengan ketinggian 105 m dpl dan di pusat kota 95 m dpl. Surakarta memiliki iklim muson tropis. Sama seperti kota-kota lain di Indonesia, musim hujan di Surakarta dimulai bulan Oktober hingga Maret, dan musim kemarau bulan April hingga September. Rata-rata curah hujan di Surakarta adalah 2.200 mm. Rincian luas wilayah Surakarta pada setiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Daftar Luas Wilayah Kota Surakarta

No	Kecamatan	Luas (Km ²)
1	Laweyan	8,64
2	Serengan	3,19
3	Pasar Kliwon	4,82
4	Jebres	12,58
5	Banjarsari	14,81
TOTAL		44,04

Sumber : Litbang Kompas diolah dari Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2001

Adapun persentase wilayah per kecamatan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Persentase luas wilayah per kecamatan di Surakarta

Sumber : Litbang Kompas diolah dari Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2001

Wilayah di Surakarta terbagi dalam berbagai area. Ada area yang dihuni penduduk, area persawahan/pertanian/hutan dan area terbuka. Pada area terbuka biasanya tumbuh berbagai jenis tumbuhan dengan keanekaragaman yang bervariasi sesuai dengan kondisi tempatnya. Kunci keanekaragaman organisme adalah adaptasi. Adaptasi berarti proses evolusi yang menyebabkan organisme mampu hidup lebih baik di bawah kondisi lingkungan tertentu dan sifat genetic yang membuat organisme lebih mampu bertahan hidup (Putu A, 2012). Keanekaragaman ini juga bersesuaian dengan kondisi lingkungan yang ada di Surakarta dan secara tidak langsung merupakan konsekuensi tidak langsung dari respon tumbuhan terhadap tempat hidupnya. Wirakusumah S, (2003) mengatakan bahwa organisme memiliki sifat responsive terhadap diri dan lingkungannya dan dituntut memenuhi persyaratan tertentu untuk bertahan hidup. Fenomena ini mengakibatkan sifat adaptive pada proses interaksi dalam ekosistem.

Keanekaragaman tumbuhan ini juga punya konsekuensi pada bentuk kehidupan (*life form*) tumbuhan penyusun vegetasi di Surakarta. Berbagai bentuk kehidupan (*life form*) tumbuhan dari vegetasi di Surakarta dapat dibandingkan dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer. Penggunaan kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer ini lazim digunakan ahli ekologi karena sistem Raunkiaer cukup simpel dan merupakan klasifikasi berdasarkan bentuk kehidupan (*life form*) yang paling memuaskan (Begon, et. Al, 1996). Pengetahuan atas bentuk tipe kehidupan (*life form*) tumbuhan dapat memberikan informasi berharga tentang kondisi keanekaragaman tumbuhan di Surakarta dan informasi ini sebagai dasar kajian lebih lanjut mengenai kontribusi tumbuhan di Surakarta terhadap lingkungan. Selain itu dengan informasi ini juga dapat diperkirakan kondisi ekologis wilayah Surakarta karena menurut Mera, et al. (1999) bentuk kehidupan (*life form*) terkarakter oleh adaptasi tumbuhan terhadap kondisi ekologi tertentu.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti adalah

1. Bagaimana susunan bentuk kehidupan (*life form*) tumbuhan di Kotamadya Surakarta ?
2. Tipe bentuk kehidupan (*life form*) apa yang paling melimpah dan paling dominan di Kotamadya Surakarta?

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui berbagai tipe bentuk kehidupan (*life form*) penyusun vegetasi di Kotamadya Surakarta dan mengetahui tipe *life form* yang paling melimpah dan dominan di Surakarta.

TINJAUAN PUSTAKA

Perbedaan kondisi lingkungan menentukan keanekaragaman tumbuhan yang ada di tempat tersebut sebagaimana dinyatakan oleh John, JE and Bagalow, (1996) dengan mengatakan bahwa lingkungan mengontrol diversitas tumbuhan di hutan tropis seperti iklim, tanah, dan agensia lokal yang dapat mengintervensi struktur hutan.

Keanekaragaman tumbuhan di suatu wilayah akhirnya menentukan tipe vegetasi di wilayah tersebut. Salah satu tipe vegetasi dapat ditentukan dengan melihat physiognomi vegetasi tersebut. bentuk kehidupan (*life form*) yang paling dominan di wilayah tersebut.

Bentuk kehidupan (*life form*) merupakan keseluruhan proses hidup dan muncul secara langsung sebagai respon atas lingkungan. Bentuk kehidupan (*life form*) dikelompokkan atas dasar adaptasi organ kuncup untuk melalui kondisi yang tidak menguntungkan bagi tumbuhan (Chain, 1950). Raunkier mengelompokkan bentuk kehidupan (*life form*) tumbuhan berdasarkan posisi dan tingkat perlindungan tunas dalam untuk memunculkan kembali tubuh tumbuhan pada musim yang sesuai. Sesuai dasar ini, maka tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi 5 kelas utama *life form* yang meliputi: Phanerophyte, Chamaephyte, Hemikriptophyte, Chryptophyte, dan

Therophyte. Tampilan bersama dari persentase setiap kelas life form tersebut dinamakan spektrum biologi life form. Kemiripan distribusi persentase spektrum biologi dari area yang berbeda mengindikasikan kemiripan iklim (Raunkiaer dalam Costa, et. Al. 2007)

Tipe vegetasi yang terdiri dari beberapa bagian vegetasi dicirikan oleh bentuk kehidupan (*life form*) dari tumbuhan dominan, terbesar atau paling melimpah atau tumbuhan yang karakteristik.

Pendeskripsian vegetasi berdasarkan physiognominya dilakukan dengan cara menganalisis penampakan luar vegetasi, yaitu dengan memanfaatkan ciri-ciri utama (Melati, 2007).

Uraian vegetasi yang sederhana dan mencakup makna yang luas yang menggunakan system lebih lama pada batasan physiognomi adalah system bentuk kehidupan dari Raunkiaer. Meskipun tidak bergambarseperti sistem Dansereau, sistem ini telah digunakan oleh ahli ekologi seluruh dunia untuk menyediakan bandingan – bandingan penting dari perbedaan luas vegetasi. Sistem ini mendasarkan pada perbedaan posisi kuncup pertumbuhan sebagai indikasi (tanda) dari tumbuhan bertahan pada musin dingin atau kering (Suwasono, 2012).

Klasifikasi dunia tumbuhan yang didasarkan atas letak kuncup pertumbuhan terhadap permukaan tanah. Raunkiaer dalam Suwasono (2012) membagi dunia tumbuhan ke dalam 5 golongan yaitu :

1. Phanerophyte (P)

Merupakan kelompok tumbuhan yang mempunyai letak titik kuncup pertumbuhan (*kuncup perenating*) minimal 25 cm di atas permukaan tanah. Ke dalam kelompok tumbuhan ini termasuk semua tumbuhan berkayu, baik pohon, perdu, semak yang tinggi, tumbuhan yang merambat berkayu, epifit dan batang succulen yang tinggi.

2. Chamaeophyte (Ch)

Kelompok tumbuhan ini juga merupakan tumbuhan berkayu, tetapi letak kuncup pertumbuhannya kurang dari 25 cm di atas permukaan tanah. Ke dalam kelompok tumbuhan ini termasuk tumbuhan setengah perdu atau suffruticosa (perdu rendah kecil, bagian pangkal berkayu dengan tunas berbatang basah), stoloniferus, sukulen rendah dna tumbuhan berbentuk bantalan. Chamaeophyte juga digolongkan dalam beberapa kelompok yaitu :

3. Hemycryptophyte (H)

Tumbuhan kelompok ini mempunyai titik kuncup pertumbuhan tepat di atas permukaan tanah. Tumbuhan herba berdaun lebar musiman, rerumputan dan tumbuhan roset termasuk dalam kelompok Hemycryptophyte. Tumbuhan ini hidup di permukaan tanah, rumput-rumput, begitu pula tunas dan batang terlindung oleh tanah dan bahan-bahan mati.

4. Cryptophyte (Cr)

Titik kuncup pertumbuhan berada di bawah tanah atau di dalam air. Dalam kelompok ini termasuk tumbuhan umbi, rimpang, tumbuhan perairan emergent, mengapung dan berakar pada air. Kelompok tumbuhan ini kebanyakan memiliki cadangan makanan yang tertanam dalam tanah atau substrat tumbuhnya.

5. Therophyte (Th)

Therophyte meliputi semua tumbuhan satu musim yang pada kondisi lingkungan tidak menguntungkan titik pertumbuhan berupa embrio dalam biji. Meliputi tumbuhan semusim dan organ reproduksinya berupa biji, keabadiannya terbesar lewat embrio dalam biji.

Biasanya dalam pengungkapan vegetasi berdasarkan klasifikasi Raunkiaer, vegetasi dijabarkan dalam bentuk spektrum yang menggambarkan jumlah setiap tumbuhan untuk setiap bentuk tadi. Hasilnya akan memperlihatkan perbedaan struktur tumbuhan untuk daerah-daerah dengan kondisi regional tertentu. Dengan demikian sifat klimatik habitat yang berbeda tercermin oleh karakteristik fisiognomi anggota komunitas dan karakteristik akan diturunkan pada bentuk struktur yang dikenal dengan life form suatu jenis. Perbandingan bentuk kehidupan (*life form*) dua atau lebih komunitas akan mengindikasikan sifat klimatik penting yang mengendalikan komposisi komunitas. Sifat komunitas terhadap berbagai faktor lingkungan yang mengendalikan ruang (yang mengendalikan nilai penutupan) dan hubungan kompetitif komunitas tersebut.

Deskripsi vegetasi pada setiap tegakan tumbuhan dapat dilakukan dengan skala Braun – Blaquet. Cara ini banyak digunakan untuk komunitas tumbuhan tinggi dan rendah (Muller and Dombois, 1974). Nilai skala tersebut adalah sebagaimana table 1 berikut.

Tabel 2. Nilai Penutupan Kemelimpahan Braun – Blaquet yang Dikonversikan ke Derajat Rerata Penutupan (cover).

Besaran B – B	Kisaran cover (%)	Rerata derajat cover
5	76 – 100	87,5
4	51 – 75	62,5
3	26 – 50	37,5
2	5 – 25	15,0
1	< 5	2,5*
+	< 5	0,1*
r	value ignored	

(Muller – Dombois, 1974) *ditentukan arbitrar

Sistem Raunkiaer secara umum mendasarkan pada cara dan posisi organ reproduksi untuk mempertahankan terhadap kondisi yang tidak menguntungkan.

METODE

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada tahun 2011 selama kurun waktu bulan Pebruari - Juli

2. Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa lokasi di Kecamatan yang ada di kota Surakarta yaitu Kecamatan Jebres, Serengan, Pasar Kliwon, Banjarsari dan Laweyan. Pada tiap Kecamatan ditentukan daerah-daerah yang termasuk daerah pertanian (*crop area*), lahan terbuka (*free area*), dan daerah perumahan (*building area*). Daerah yang dapat dipakai adalah lahan terbuka (*free area*). Pada tiap kecamatan dihitung luas total masing-masing lahan

terbuka (*free area*). Luas masing-masing (*free area*) pada masing-masing kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Luas Lahan Terbuka Bebas (*Free Area*) di Kota Surakarta

No	Kecamatan	<i>Free Area</i>	Luas (m ²)
1	Jebres	ISI Mojosongo dalam	2800
		ISI Mojosongo kanan	3300
		ISI Mojosongo depan	3200
		Mertoudan	1300
		Taman Makam	1300
		Pahlawan	1700
		GOR UNS	9100
		TPA Mojosongo	1900
		Pedaringan	
2	Pasar Kliwon	Benteng Vastern Burg	7500
		Semanggi	3500
3	Banjarsari	Balekambang	4100
		Mangkunegaran	2100
		Bale peternakan	1500
		Monumen 45	2100
		Manahan	700
4	Laweyan	Karangasem	3100
		Kerten	2900
5	Serengan	Joyotakan	3700
		Danukusuman	800

Sumber : Litbang Kompas diolah dari Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2001

3. Jenis Data

1) Data Primer

Data primer diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan berupa tipe bentuk kehidupan (*life form*) tumbuhan, dan luas penutupan. Data ini kemudian diolah untuk diketahui distribusi persentase spektrum biologi vegetasinya.

2) Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber untuk mengetahui luas wilayah ruang terbuka sehingga dapat ditentukan luas sampling (1% dari luas terbuka tersebut).

4. Teknik Sampling

Sampling dilakukan dengan teknik random sebanyak 566 plot ukuran 10x10 m² dengan ketentuan sebagai berikut:

Pada masing-masing lahan terbuka bebas (*free area*) kemudian dihitung luas area cuplikan (LAC) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Luas area cuplikan (LAC)} = 1 \% \times \text{Luas free area total}$$

Setelah ditemukan luas area cuplikan, kemudian dihitung jumlah plot (titik) untuk masing-masing lahan terbuka bebas (*free area*) dengan ketentuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah plot} &= \text{Luas area cuplikan} / \text{Luas plot} \\ \text{Nb :} \\ \text{Luas plot untuk Tipe Life Form} &= 10 \times 10 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

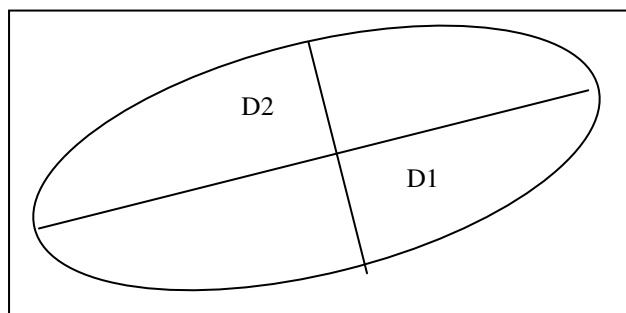
Sumber: Muller and Dombois, (1974)

Setelah ditemukan jumlah titik yang akan di studi kemudian jumlah titik direduksi sampai batas kemampuan untuk melakukan studi dengan ketentuan penyebaran titik yang distudi setelah direduksi harus tetap mengikuti aturan *random sampling*. Selanjutnya pada tiap-tiap titik dilakukan *plotting* dengan luas plot 10x10 m².

5. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan perbandingan sebaran persentase bentuk kehidupan (*life form*) terhadap sebaran persentase bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer. Selanjutnya ditentukan bentuk kehidupan (*life form*) yang paling dominan dan paling rendah persentasenya. Adapun langkah dari analisis data adalah sebagai berikut:

- 1). Pada masing-masing plot dilakukan pengamatan spesies-spesies yang ada dalam plot tersebut kemudian diukur diameter penutupannya meliputi diameter terpanjang (D1) dan diameter terpendek (D2). Kemudian dilakukan identifikasi spesies tersebut masuk dalam tipe *life form* yang mana.



Pada tiap-tiap spesies kemudian dihitung diameter rata-rata penutupan kanopinya ($D_r = (D1+D2)/2$) dan luas cover penutupannya yaitu dengan menganalogikan kanopinya sebagai lingkaran.

$$\text{Luas penutupan (Cover)} = \pi r^2, \text{ dimana } r = D_r/2$$

- 2). Setelah ditemukan luas penutupan (*cover*) masing-masing jenis kemudian ditabulasikan menjadi data untuk tiap bentuk kehidupan (*life form*) nya dengan skala BB dengan ketentuan:

Tabel 4. Nilai Penutupan Kemelimpahan Braun – Blaquet yang Dikonversikan ke Derajat Rerata Penutupan (Cover).

Besaran B – B	Kisaran cover (%)	Rerata derajat cover
5	76 – 100	87,5
4	51 – 75	62,5
3	26 – 50	37,5
2	5 – 25	15,0
1	< 5	2,5*
+	< 5	0,1*
r	value ignored	

Sumber: Muller and Dombois, (1974) *ditentukan arbitrar

3). Setelah ditemukan rerata derajat persentase cover masing-masing bentuk kehidupan (*life form*) kemudian dibandingkan dengan kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier sebagai berikut:

P	Ch	H	Cr	Th	
46	9	26	6	13	(100 %)

Sumber: Muller and Dombois, (1974)

HASIL DAN PEMBAHASAN

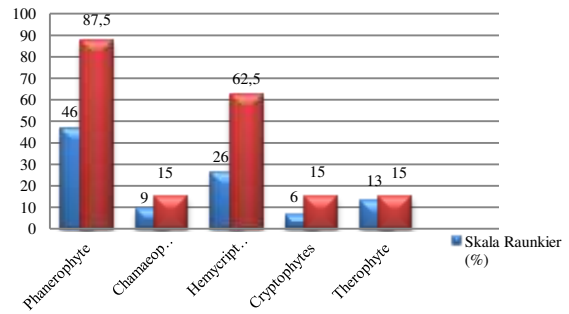
Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, ditemukan data penyusun bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi untuk masing-masing kecamatan sebagai berikut:

Tabel 5. Penyusun Tipe Bentuk Kehidupan (*life form*) di Kecamatan Jebres

Bentuk Kehidupan (<i>Life Form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (Cover) (%)	Skala BB (%)
Phanerophyte	46	143.80	87.5
Chamaeophyte	9	9.99	15
Hemycryptophyte	26	52.59	62.5
Cryptophytes	6	5.89	15
Therophyte	13	5.28	15
JUMLAH	100	217.55	195

Tabel 75 menunjukkan perbandingan komposisi bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier dengan komposisi bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi kecamatan Jebres. Bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi Jebres di dominasi oleh Phanerophyte, selanjutnya tipe Hemycryptophyte menempati urutan ke dua dan urutan ini sama dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier meskipun persentase kedua kehidupan (*life form*) tersebut lebih besar dibanding persentase bentuk kehidupan (*life form*) yang sama pada standar Raunkier. Bentuk kehidupan (*life form*) Chamaeophyte memiliki persentase bentuk kehidupan (*life form*) yang sama pada vegetasi Jebres, sementara ketiga tipe tersebut pada standar bentuk kehidupan (*life form*) Raunkier memiliki skor berbeda. Ini berarti bahwa komposisi bentuk kehidupan (*life form*) Chamaeophyte, Therophyte, dan Hemycryptophyte pada vegetasi Jebres tidak sama dengan komposisi pada bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkier. Secara keseluruhan, persentase bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi Jebres lebih besar dibanding standar bentuk kehidupan (*life form*) Raunkiaier.

Berdasarkan Tabel 5, dapat dibuat histogram penyusun bentuk kehidupan (*life form*) untuk Kecamatan Jebres sebagai berikut:



Gambar 1. Histogram Hasil Pengamatan Tipe *Life Form* (TLF) Kecamatan Jebres

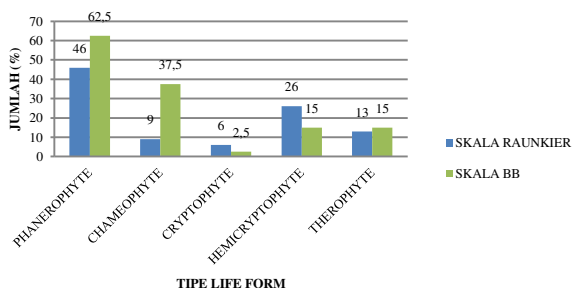
Histogram di atas menunjukkan bahwa besarnya persentase tipe Phanerophyte dan Hemycryptophyte memiliki selisih yang besar antara vegetasi Jebres dengan standar Raunkiaier. Ini menandakan bahwa kondisi lingkungan wilayah Jebres memiliki daya dukung yang lebih baik untuk kedua tipe tersebut.

Tabel 6. Penyusun Tipe Bentuk Kehidupan (*life form*) untuk Kecamatan Pasar Kliwon

Bentuk Kehidupan (<i>Life Form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (Cover) (%)	Skala BB (%)
Phanerophyte	46	74.13	62.5
Chamaeophyte	9	36.80	37.5
Hemycryptophyte	26	5.05	15
Cryptophytes	6	1.39	2.5
Therophyte	13	7.31	15
JUMLAH	100	124.68	132.5

Tabel 6 menunjukkan perbandingan komposisi bentuk kehidupan (*life form*) antara vegetasi di Pasar Kliwon dengan standar Raunkiaier. Tipe Phanerophyte mendominasi vegetasi Jebres lalu disusul tipe Chamaeophyte, lalu tipe Hemycryptophyte dan Therophyte, lalu terakhir Cryptophyte. Ini menunjukkan bahwa urutan dominansi tipe vegetasi di Pasar Kliwon berbeda dengan standar Raunkiaier yaitu pada urutan kedua dimana pada standar Raunkier urutan kedua ditempati tipe Therophyte, sementara pada vegetasi Pasar Kliwon ditempati tipe Chamaeophyte.

Berdasarkan Tabel 7, dapat dibuat histogram penyusun bentuk kehidupan (*life form*) untuk kecamatan Pasar Kliwon sebagai berikut:



Gambar 2. Histogram Hasil Pengamatan Tipe *Life Form* (TLF) Kecamatan Pasar Kliwon

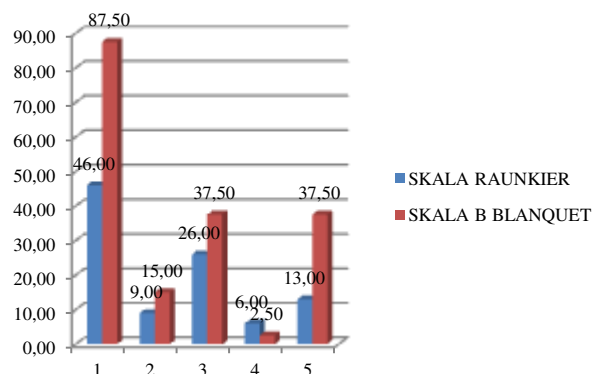
Histogram di atas menunjukkan bahwa selisih skor bentuk kehidupan (*life form*) tipe Chamaeophyte paling besar. Ini berarti bahwa lingkungan Pasar Kliwon sangat mendukung tumbuhan kelompok tipe Chamaeophyte. Sementara itu, tipe Cryptophyte pada vegetasi Pasar Kliwon nampak lebih kecil dibanding standar Raunkier. Ini menunjukkan bahwa tumbuhan kelompok tipe Cryptophyte di pasar Kliwon kurang didukung oleh lingkungannya.

Tabel 8. Penyusun Tipe Bentuk Kehidupan (*life form*) untuk Kecamatan Laweyan

Bentuk Kehidupan (<i>Life Form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (Cover) (%)	Skala BB (%)
Phanerophyte	46	78,43	87,50
Chamaeophyte	9	13,17	15,00
Hemycryptophyte	26	44,21	37,50
Cryptophytes	6	1,33	2,50
Therophyte	13	43,88	37,50
JUMLAH	100	181,02	180,00

Tabel 8 menunjukkan bahwa tipe Phanerophyte berada pada urutan pertama, sesuai dengan urutan standar Raunkier, berikutnya tipe Hemycryptophyte dan Therophyte yang memiliki urutan yang sama. Dalam standar Raunkier kedua tipe tersebut memiliki urutan dan besaran angka yang sama. Urutan terakhir ditempati tipe Cryptophyte, sesuai dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier, tetapi skor persentase tipe Cryptophyte lebih kecil dibanding bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier. Hal tersebut berbeda dengan empat tipe lainnya yang memiliki nilai lebih besar dibanding bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier.

Berdasarkan Tabel 8, dapat dibuat histogram penyusun bentuk kehidupan (*life form*) untuk kecamatan Laweyan yaitu :



Gambar 3. Histogram Penyusun Tipe *Life Form*

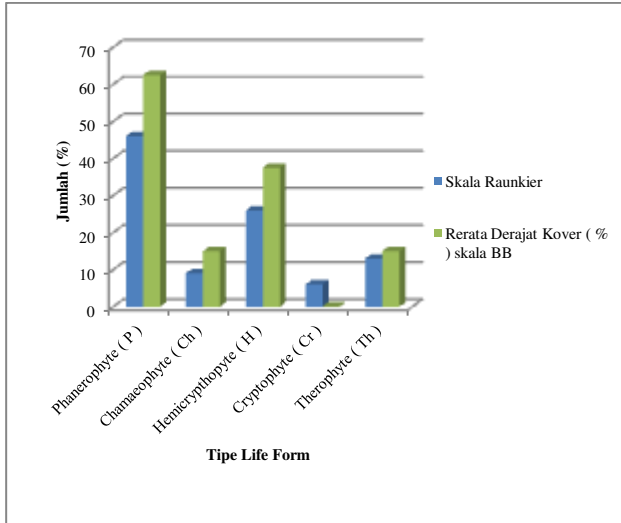
Histogram di atas menunjukkan bahwa selisih terbesar ada pada tipe Phanerophyte, dan hanya tipe Cryptophyte saja yang memiliki skor di bawah standar Raunkiaier. Tipe lainnya memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan standar Raunkier. Ini menunjukkan bahwa lingkungan Laweyan sangat mendukung tumbuhan kelompok Phanerophyte tetapi kurang mendukung tumbuhan kelompok Cryptophyte.

Tabel 9. Penyusun Bentuk Kehidupan (*life form*) untuk Kecamatan Serengan

Bentuk Kehidupan (<i>life form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (cover) (%)	skala BB (%)
Phanerophyte (P)	46	69,53	62,5
Chamaeophyte (Ch)	9	22,1	15
Hemycryptophyte (H)	26	26,86	37,5
Cryptophyte (Cr)	6	0,61	0,1
Therophyte (Th)	13	11,88	15
JUMLAH	100	130,98	130,1

Tabel 9 menunjukkan bahwa Phanerophyte menempati urutan pertama vegetasi Serengan, sesuai dengan urutan standar Raunkier. Begitu juga dengan tipe Hemycryptophyte pada urutan kedua. Namun tipe Chamaeophyte dan Therophyte menempati urutan yang sama. Hal ini berbeda dengan urutan pada standar Raunkiaier. Urutan terakhir adalah tumbuhan kelompok tipe Cryptophyte.

Berdasarkan Tabel 9 dapat dibuat histogram penyusun bentuk kehidupan (*life form*) untuk kecamatan Serengan yaitu:



Gambar 4. Histogram Hasil Pengamatan *Tipe Life Form* (TLF) di Kecamatan Serangan

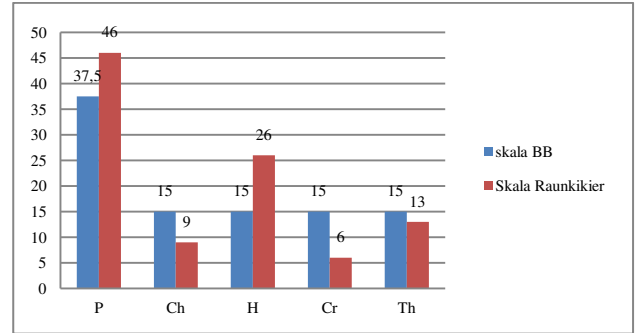
Histogram di atas menunjukkan bahwa selisih skor persentase tipe Phanerophyte antara vegetasi Laweyan dengan standar Raunkiaier adalah yang paling besar. Selain tipe Cryptophyte tipe tipe vegetasi di Laweyan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan standar Raunkiaier.

Tabel 10. Penyusun Bentuk Kehidupan (*life form*) untuk Kecamatan Banjarsari

Bentuk Kehidupan (<i>Life Form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (Cover) (%)	Skala BB (%)
Phanerophyte	46	34,83983	37,5
Chamaephyte	9	6,076671	15
Hemycryptophyte	26	12,28803	15
Cryptophytes	6	5,597942	15
Therophyte	13	9,027194	15
JUMLAH	100	67,829667	97,5

Tabel 10 menunjukkan bahwa ketidaksesuaian antara urutan dominasi bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi di Banjarsari dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaier kecuali pada tipe Phanerophyte yang menempati urutan pertama. Sementara itu tipe lainnya memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding standar Raunkier.

Berdasarkan Tabel 10, dapat dibuat histogram penyusun bentuk kehidupan (*Life Form*) untuk kecamatan Banjarsari yaitu:



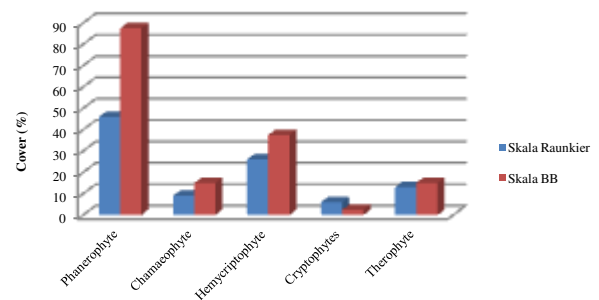
Gambar 5. Histogram Hasil Pengamatan *Tipe Life Form* (TLF) di Kecamatan Banjarsari

Histogram di atas menunjukkan bahwa (*life form*) Phanerophyte dan Hemicryptophyte berada di bawah standar Raunkier. Sementara (*life form*) yang lain memiliki nilai di atas standar Raunkier. Selisih terbesar skor ada pada tipe Cryptophyte. Pada wilayah lainnya tipe Cryptophytes memiliki nilai di bawah standar Raunkier. Ini menunjukkan bahwa Wilayah Banjarsari sangat mendukung tumbuhan kelompok Cryptophyte dan kurang mendukung tipe Phanerophyte maupun Hemicryptophyte.

Data untuk setiap Kecamatan kemudian ditabulasikan menjadi data penyusun bentuk kehidupan (*life form*) Kotamadya Surakarta seperti pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Penyusun Bentuk Kehidupan (*life form*) Vegetasi di Surakarta

Bentuk Kehidupan (<i>Life Form</i>)	Skala Raunkier (%)	Luas Penutupan (Cover) (%)	Skala BB (%)
Phanerophyte	46	104,40	87,5
Chamaephyte	9	11,78	15
Hemycryptophyte	26	34,95	37,5
Cryptophytes	6	4,91	2,5
Therophyte	13	7,81	15
JUMLAH	100	163,85	157,5



Gambar 6. Histogram Penyusun *Tipe Life Form* Kotamadya Surakarta

Data yang dihasilkan dari keseluruhan bentuk kehidupan (*life form*) vegetasi di Surakarta menunjukkan adanya sebaran persentase yang bervariasi. Namun demikian sebagian besar bentuk kehidupan (*life form*) (Phanerophyte, Chamaephyte, Hemycryptophyte, dan

Therophyte) memiliki persentase penutupan yang lebih besar dibandingkan dengan persentase standar Raunkiaer. Sementara bentuk kehidupan (*life form*) Cryptophytes memiliki persentase penutupan yang lebih kecil disbanding persentase penutupan standar Raunkiaer. Hal ini mengindikasikan bahwa daya dukung lingkungan di Surakarta baik untuk tumbuhan yang termasuk dalam kelompok Phanerophyte, Chamaephyte, Hemycryptophyte, dan Therophyte tetapi kurang mendukung untuk tumbuhan dari kelompok Cryptophytes.

KESIMPULAN

Dari analisis diketahui bahwa bentuk kehidupan (*life form*) yang paling mendominasi vegetasi di Kotamadya Surakarta adalah Phanerophyte dengan persentase penutupan (cover) yang paling tinggi (104%). Berdasarkan hasil perbandingan penyusun bentuk kehidupan (*life form*) dengan bentuk kehidupan (*life form*) standar Raunkiaer hanya bentuk kehidupan (*life form*) Cryptophyte yang memiliki nilai persentase di bawah standar Raunkiaer.

DAFTAR PUSTAKA

- Cain, S.A. 1950. Life forms and Phytoclimate. *Bot. Rev.* Claredon press, Oxford.
- Costa, R.C., Soares, A.F, LimaVerde, L.W. 2007. Flora and life form Spectrum in an Area of Deciduous Thorn Woodland (caatinga) in Northeastern, Brazil. *Journal of Arid Environments*
- Litbang Kompas, 2001. Badan Pusat Statistik Kota Surakarta Dalam <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=54869&refer=&&units=metric>
- Mera, 1999. Aerophyte, A New Life form in Raunkier Classification? *Journal vegetation Science*
- Melati F, 2007. Metode Sampling Ekologi, PT. Bumi Aksara. Jakarta
- Muller and Dumbois, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology, John Willey and Sons, Inc.
- Putu A, 2012. *Ekologi Tumbuhan*, Udayana University Press, Denpasar.
- Slingsby and Cook, 1989. Practical Ecology, Macmillan Publication LTD.
- Suwasono H., 2012. Metode Analisis Vegetasi dan Komunitas, PT. Rajagrafindo Persada, Depok
- Wirakusumah S, 2003. Dasar-Dasar Ekologi Menopang Pengetahuan Limu –Ilmu Lingkungn. Universitas Indonesia Press, Jakarta

Pengembangan LKM Model PBL berbasis Potensi Lokal pada Mata Kuliah Bioteknologi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Di Universitas Muhammadiyah Kupang

Development the Student's Worksheet with Problem-Based Learning (PBL) Model-Based on Local Potential in the Biotechnology Learning Results to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Students' Learning Outcomes at the University of Muhammadiyah Kupang

NURDIYAH LESTARI^{1*}, SUCIATI², SUGIYARTO³

¹ Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Kupang,

² Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret

³ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret

*email: : nurdiyah.72@gmail.com

Manuscript received: 6 April 2014 Revision accepted: 14 Juli 2014

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) development of students worksheet Problem Based Learning (PBL) based on Local Potential; 2) test feasibility of the PBL model; 3) determine the effectiveness of PBL model. Analysis of the data used for research and development are qualitative and quantitative descriptive analysis, as well as the percentage techniques. Research and development of PBL models based on local potential uses 4-D model. The results of research and development showed: 1) product of PBL-based models are developed based on the stages of the Local Potential PBL syntax that uses indicators of critical thinking skills, 2) feasibility of the model PBL-based Local Potential according to experts is very well qualified with average of 92,1 %, qualified by education practicion is very well with average of 94,5 %, whereas according to qualified students an excellent with average of 88,2 %; 3) student's worksheet PBL-based Local Potential effectively improve critical thinking skills and learning results with gain value 9 and N-gain value 0.28 at low category. Based on result of t scores obtainable gain value 9.06 and N-gain value 0.420 at medium category.

Keywords: Research and development, PBL model, local potential, biotechnology, critical thinking skills, learning outcomes

LATAR BELAKANG

Mahasiswa seringkali kesulitan dalam mencari literatur perkuliahan khususnya untuk mata kuliah Bioteknologi. Sumber belajar yang digunakan masih terbatas pada *print out* dari materi kuliah (*Power Point*) yang dibuat oleh dosen serta hanya sebagian kecil yang aktif mencari sumber belajar melalui internet. Mahasiswa kurang memiliki kemampuan memecahkan masalah, yang terindikasi dari kurang aktifnya mahasiswa dalam berdiskusi sehingga diskusi tidak berjalan efektif. Selain itu dalam menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan oleh dosen, mahasiswa belum memiliki rasa tanggung jawab, serta belum dapat mengerjakan tugas-tugas secara mandiri. Perkuliahan Bioteknologi masih bersifat teoritis dan bersifat ceramah serta kurang memaksimalkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan pemikiran secara kritis. Perkuliahan Bioteknologi yang sudah dilaksanakan menggunakan instrumen berupa LKM, namun LKM yang digunakan selama ini kurang memberdayakan kemampuan berpikir kritis mahasiswa karena hanya melakukan kegiatan sesuai petunjuk tanpa

memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk menemukan konsep sendiri dalam perkuliahan.

Melalui perkuliahan Bioteknologi diharapkan mahasiswa mampu berpikir kritis menemukan solusi terhadap permasalahan dalam kehidupan nyata. LKM yang mampu mendorong mahasiswa berpikir kritis melalui pemecahan masalah dalam kehidupan nyata sangat perlu dikembangkan guna menyelesaikan permasalahan tersebut.

Model PBL (*Problem Based Learning*) merupakan suatu pola atau suatu rencana yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran dengan memunculkan suatu permasalahan autentik dari lingkungan sekitar secara nyata yang harus diselesaikan. Sintaks dari model *Problem Based Learning* adalah diawali dari mengorientasikan masalah, mengorganisir untuk meneliti, membantu investigasi, mempresentasikan hasil karya serta menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah. Menurut Hamruni (2012), PBL memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk bereksplorasi, mengumpulkan dan menganalisis data secara lengkap untuk memecahkan masalah yang

dihadapi. Tujuan yang ingin dicapai adalah kemampuan berpikir kritis, analitis, sistematis, dan logis untuk menemukan alternatif pemecahan masalah melalui eksplorasi dan secara empiris dalam rangka menumbuhkan sikap ilmiah. Melalui pembelajaran model PBL diharapkan peserta didik dapat belajar untuk berpikir dan menyelesaikan masalahnya sendiri, karena peran pendidik hanya berfungsi sebagai pembimbing dan fasilitator.

Sumber belajar dapat dirumuskan sebagai segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman, dan ketrampilan dalam proses belajar mengajar (Mulyasa 2002). Dalam penelitian ini, mata kuliah Bioteknologi diberikan dengan memasukkan potensi lokal berupa tanaman lontar sebagai sumber belajar dalam pembuatan LKM.

Sumber daya alam hayati yang ada di NTT adalah tanaman lontar. Berdasarkan fakta di lapangan, masih banyak potensi tanaman lontar yang belum dimanfaatkan oleh penduduk secara optimal, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran Bioteknologi. Materi yang diberikan kepada mahasiswa sesuai analisis potensi lontar yang ada berupa materi secara aplikasi atau terapan. Diperlukan suatu teknologi yang tepat dalam memanfaatkan tanaman lontar sehingga diperoleh hasil yang berguna bagi kesejahteraan masyarakat NTT pada umumnya. Teknologi tepat guna tentang pemanfaatan tanaman lontar dituangkan dalam bentuk LKM model PBL.

Sehubungan dengan latar belakang masalah tersebut perlu dikembangkan suatu produk instrumen berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dengan model *Problem Based Learning* berbasis potensi lokal pada mata kuliah Bioteknologi untuk mahasiswa semester VI yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa Biologi di Universitas Muhammadiyah Kupang.

Pembelajaran berbasis masalah menurut Dewey dalam Sudjana (2001) adalah interaksi antara stimulus dengan respons, merupakan hubungan antara dua arah belajar dan lingkungan. Lingkungan memberi masukan kepada siswa berupa bantuan dan masalah, sedangkan system saraf otak berfungsi menafsirkan bantuan itu secara efektif sehingga yang dihadapi dapat diselidiki, dinilai, dianalisis, serta dicari pemecahannya dengan baik.

Menurut Arends (2008), PBL membantu siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan ketrampilan mengatasi masalah, mempelajari peran-peran orang dewasa dan menjadi pelajar yang mandiri. Dari perumusan tersebut ternyata bahwa dalam mempelajari sesuatu bahan pelajaran selalu dituntut aktivitas yang berfungsi memecahkan persoalan yang dihadapi. Hal ini berkaitan dengan karakter pembelajaran berbasis masalah, yaitu siswa dituntut untuk belajar secara mandiri dan selalu dikaitkan dengan dunia nyata.

Beberapa hal penting dalam pembelajaran berbasis masalah menurut Arends (2008) adalah:

1. Siswa membuat suatu laporan tertulis yang disebut artefak.
2. Siswa mengatasi masalah - masalah secara “kooperatif” atau bekerja sama dalam kelompok - kelompok kecil.
3. Menggunakan *assesmen performance* untuk mengatasi masalah - masalah maupun mengukur kerja kelompok.
4. Guru harus dapat menggunakan tehnik pengukuran yang valid dan reliabel.
5. Siswa mempresentasikan hasil / solusi dari masalah yang diinvestigasi.
6. Guru menyodorkan situasi yang bermasalah dan siswa menyelidiki dan menemukan sendiri solusinya.
7. Lingkungan belajar siswa ditandai dengan keterbukaan, keterlibatan aktif siswa, atmosfer kebebasan intelektual.

Ketrampilan berpikir kritis siswa berpengaruh terhadap kualitas pemahaman konsep. Salah satu indikator kemampuan intelektual siswa adalah kemampuan untuk memahami konsep (Sudjana 2006). Cara-cara yang digunakan untuk membangun pemikiran kritis dalam rencana pelajaran adalah:

1. Menanyakan tidak hanya apa yang terjadi, tetapi juga “bagaimana” dan “mengapa”.
2. Memeriksa fakta-fakta yang dianggap benar untuk menentukan apakah terbukti untuk mendukung ide-ide baru.
3. Berargumentasi dengan cara bernalar daripada menggunakan emosi.
4. Mengenali bahwa kadang-kadang terdapat lebih dari satu jawaban atau penjelasan yang bagus.
5. Membandingkan beragam jawaban dari sebuah pertanyaan dan menilai mana yang benar-benar merupakan jawaban yang terbaik.
6. Mengevaluasi dan lebih baik menanyakan apa yang dikatakan orang lain daripada segera menerimanya sebagai kebenaran.
7. Mengajukan pertanyaan dan melakukan spekulasi lebih jauh yang telah diketahui untuk menciptakan ide-ide baru dan informasi baru.

Salah satu cara untuk mendorong siswa agar berpikir secara kritis adalah memberikan mereka topik atau artikel kontroversial yang menghadirkan dua sisi permasalahan untuk didiskusikan. Pemikiran kritis ditingkatkan ketika siswa menemui argumen dan perdebatan yang berada dalam konflik, yang dapat memotivasi mereka untuk memecahkan sebuah masalah.

LKM yang telah disusun dibagi dalam beberapa kegiatan belajar sesuai sintaks yang ada dalam pembelajaran berbasis PBL. LKM dilengkapi dengan wacana berupa isu-isu yang sesuai dengan potensi lokal yang ada sesuai karakter dari PBL. LKM berbentuk media cetak, dan terdiri dari judul, identitas, wacana yang sesuai dengan kondisi potensi lokal, kompetensi dasar, serta kegiatan-kegiatan dan soal latihan yang harus diselesaikan mahasiswa. Adapun karakteristik dari LKM yang disusun adalah (1) LKM disusun secara sistematis, (2) Mencantumkan dan menjelaskan tujuan pembelajaran sehingga dapat memandu mahasiswa dalam melakukan

aktivitas, (3) LKM disusun dengan penciptaan tugas di dalamnya sehingga mahasiswa dapat berlatih mengerjakan soal secara mandiri atau kelompok.

Pengembangan LKM Biotek-nologi menggunakan model PBL berbasis potensi lokal dalam penelitian ini menggunakan model prosedural yang mengadopsi model 4D dari Thiagarajan, Semmel dan Sammel (1974). Model pengembangan 4D terdiri dari *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *desseminate* (penyebaran) (Trianto, 2010).

Pengembangan LKM dilakukan dengan memilih sumber belajar yang berupa potensi lokal berupa tanaman lontar yang ada di lingkungan kampus dan disajikan dalam bentuk wacana dengan mengangkat permasalahan-permasalahan autentik yang harus diselesaikan dalam proses pembelajaran.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Kupang dengan uji coba pada mahasiswa semester VI dan tahap *disseminate* berupa data respon dosen terhadap LKM Bioteknologi dilakukan di Universitas PGRI Kupang. Penelitiandimulai pada bulan Mei 2013 hingga bulan Juni 2014. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian adalah:

1. Lembar validasi LKM dari pakar, dosen dan mahasiswa.
2. Soal tes kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar.

Prosedur pengembangan LKM Bioteknologi model PBL berbasis potensi lokal yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahapan pendefinisian merupakan tahap awal dalam prosedur pengembangan yang mencakup semua kegiatan pengambilan data untuk analisis kebutuhan.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahapan perancangan dilakukan dengan merancang LKM Bioteknologi model PBL berbasis potensi lokal. Perancangan LKM tersebut didasarkan pada permasalahan yang telah dianalisis pada tahap *define* (pendefinisian), sehingga LKM yang dikembangkan adalah merupakan LKM yang didesain untuk mengatasi semua permasalahan yang ada.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pengembangan LKM model PBL berbasis potensi lokal pada tahap *develop* dilakukan sesuai hasil perancangan pada tahap *design*.

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran merupakan tahap penyebarluasan produk yang telah layak untuk semua pengguna. Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat pada skala yang lebih luas. Tujuan dari tahap penyebaran adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat di dalam KBM.

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan kuantitatif. Pada penelitian ini, digunakan tehnik analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Deskriptif kualitatif berdasarkan skor data dari validasi ahli materi

Bioteknologi, uji perorangan, ahli pengembangan LKM model PBL, dan uji coba lapangan. Teknik persentase digunakan untuk menyajikan data yang berupa frekuensi atas tanggapan subjek uji coba terhadap produk LKM Bioteknologi

Teknik analisis digunakan untuk mengolah data yang diperoleh melalui angket dalam bentuk persentase dari masing-masing subjek dengan rumus:

$$P = \frac{\sum x_i}{\sum x} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase penilaian

$\sum x_i$ = Jumlah jawaban dari validator

$\sum x$ = Jumlah jawaban tertinggi

Selanjutnya untuk menghitung persentase keseluruhan subjek/komponen digunakan rumus:

$$P = \frac{\sum p}{n}$$

Keterangan :

$\sum p$ = jumlah persentase keseluruhan komponen

n = banyak komponen

Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung data hasil respon peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan LKM model PBL berbasis Potensi Lokal dengan menggunakan rumus :

$$SR = \frac{\text{Total} - \text{skor}}{N} \times 100$$

Keterangan :

SR = Skor rata

n = Jumlah sampel

Hasil skor rata-rata disesuaikan dengan tingkat pencapaian sehingga dapat ditentukan kualifikasi LKM yang akan diterapkan.

Tingkat pencapaian	Kualifikasi	Keterangan
90% - 100%	Sangat baik	Tidak perlu direvisi
75% - 89%	Baik	Tidak perlu direvisi
65% - 74%	Cukup	Direvisi
55% - 64%	Kurang baik	Direvisi
0% - 54%	Kurang cukup	Direvisi

Mulyadi (2011)

Selain analisis deskriptif, penelitian ini juga menggunakan analisis kuantitatif sebagai wujud dari uji efektifitas LKM Bioteknologi model PBL berbasis potensi lokal dalam memberdayakan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Teknik analisis statistik yang digunakan

adalah dengan uji t (t test) menggunakan bantuan program SPSS 16 yang didahului uji prasyaratnya yaitu uji homogenitas dan normalitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas terhadap *pretest-posttest* dilakukan dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data berasal dari variansi yang sama atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan berupa LKM dengan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis potensi lokal pada mata kuliah Bioteknologi. LKM yang disusun menggunakan satu Kompetensi Dasar (KD) yaitu mendeskripsikan dan memberikan contoh tentang penerapan prinsip-prinsip Bioteknologi dalam berbagai bidang: pertanian, peternakan, perikanan dan kesehatan.

LKM yang telah dikembangkan berbeda dengan LKM pada umumnya karena menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL). Pembelajaran berbasis masalah yang dipilih dalam penyusunan LKM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan melatih keterampilan memecahkan masalah berupa wacana terkini, petunjuk melakukan eksperimen, serta beberapa pertanyaan yang dapat melatih kemampuan mahasiswa. Situasi – situasi yang ada dalam PBL antara lain memberikan orientasi tentang permasalahan, pengorganisasian untuk meneliti, investigasi, kolaboratif, presentasi artefak atau exhibit, analisis solusi. LKM yang diterapkan dibagi dalam beberapa kegiatan belajar sesuai sintaks yang ada dalam pembelajaran dengan model PBL. LKM dilengkapi dengan wacana berupa isu-isu yang sesuai dengan potensi lokal yang ada sesuai karakter dari PBL.

LKM berbentuk media cetak, dan terdiri dari judul, identitas, wacana yang sesuai dengan kondisi potensi lokal, kompetensi dasar, serta kegiatan-kegiatan dan soal latihan yang harus diselesaikan mahasiswa. Adapun karakteristik dari LKM yang disusun adalah

1. LKM disusun secara sistematis,
2. Mencantumkan dan menjelaskan tujuan pembelajaran sehingga dapat memandu mahasiswa dalam melakukan aktivitas,
3. LKM disusun dengan penciptaan tugas di dalamnya sehingga mahasiswa dapat berlatih mengerjakan soal secara mandiri atau kelompok

Tabel 2. Hasil Validasi Pakar

Produk/draf I	Skor		Jumlah	Kategori
	V1	V2		
Perangkat Pembelajaran				
Silabus	38	36	74	Baik
RPP	55	53	108	Sangat baik
LKM	58	62	120	Sangat baik

Tabel 3. Hasil Validasi Dosen Bioteknologi

Produk/draf I	Skor		Jumlah	Kategori
	V1	V2		
Perangkat Pembelajaran				
Silabus	40	38	78	Baik
RPP	60	57	117	Sangat baik
LKM	62	61	123	Sangat baik

Tabel 4. Respon Mahasiswa terhadap LKM

Aspek	Skor (%)	Kategori
Kelayakan LKM secara keseluruhan	95	Sangat baik
Kelayakan penyajian	98	Sangat baik
Isi	96	Sangat baik
Kesesuaian dengan model PBL	80	Baik
Kesesuaian dengan kemampuan berpikir kritis	72	Baik

Hasil skor rata-rata validasi pakar sebesar 90,01% (sangat baik), dari dosen biologi 84,05% (baik) dan mahasiswa 76,20% (baik), sehingga LKM dinyatakan telah memenuhi kualifikasi tanpa revisi. Deskripsi kemampuan berpikir kritis dan deskripsi kemampuan kognitif mahasiswa berdasarkan skor *pretest* dan *posttest* setelah mengikuti pembelajaran Bioteknologi menggunakan LKM model PBL disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Pretest* dan *Posttest* (Berpikir kritis)

Jenis Tes	Jml	Min	Maks	Rata-rata	Std. Dev
<i>Pretest</i>	34	40	70	53,088	9,047
<i>Posttest</i>	34	50	75	62,06	7,398

Dari hasil *pretest* dan *posttest* diperoleh Nilai *Gain* dan *N-gain* untuk menunjukkan adanya perbedaan/kenaikan dari *pretest* ke *posttest*. Tabel 6 menunjukkan deskripsi data *gain* dan *N-gain* berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* sesudah pembelajaran dengan menggunakan LKM model PBL pada materi Bioteknologi.

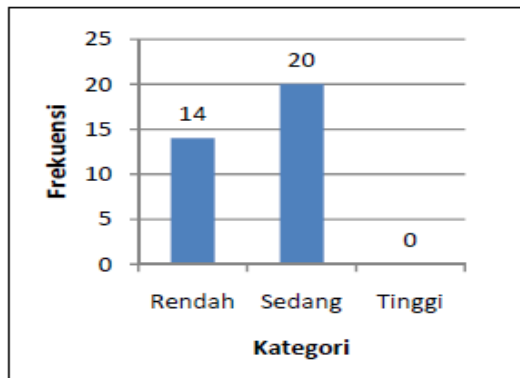
Tabel 6. Hasil Data *Gain* dan *N-gain*

Jenis data	N	Min	Mak	Rata-rata	Std.Dev
<i>Gain</i>	34	0	20	9	9,047
<i>N-gain</i>	34	0	0,65	0,28	7,398

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat data *gain* dan *gain* ternormalisasi (*N-gain*) dari 34 mahasiswa, yang dapat digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah pembelajaran dengan menggunakan LKM dengan model PBL.

Berdasarkan uji t diperoleh hasil sebesar 6,410 dengan signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan skor yang signifikan terhadap hasil tes berpikir kritis *pretest* dan *posttest*. Hal ini menunjukkan bahwa LKM Bioteknologi menggunakan model PBL efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Gambar 1 menunjukkan bahwa perolehan terbanyak berada pada rentang kategori sedang yaitu sebanyak 20 mahasiswa. Sedangkan nilai *gain* rendah menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir relative rendah, yang terdapat pada 14 mahasiswa. Namun jika dilihat dari rata – rata nilai *gain* diperoleh data sebesar 9, dan rata-rata *N-gain* sebesar 0,28 dengan ratarata nilai *pretest* sebesar 53,00 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 62,06. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mahasiswa secara keseluruhan memperoleh peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kategori rendah.



Gambar 1. Distribusi Tingkat Capaian Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa

Menurut Brookfield (dalam Liliyasi 2010), merumuskan esensi berpikir kritis: 1) berpikir kritis adalah aktivitas produktif dan positif, 2) manifestasi berpikir kritis bergantung pada konteks, 3) berpikir kritis merupakan aktivitas emosional dan rasional. Hal senada dikemukakan oleh Zahrah dan Rezaii (2013), yaitu proses pembelajaran yang menekankan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis akan meningkatkan prestasi belajar secara signifikan.

KESIMPULAN

Kelayakan LKM model PBL berbasis potensi lokal pada mata kuliah Bioteknologi berkategori “Baik “ setelah dilakukan uji coba lapangan.

LKM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, dilihat dari kemampuan mahasiswa memecahkan permasalahan, dapat membangun konsep sendiri dalam proses pembelajaran, serta mampu mempresentasikan hasil karya berupa laporan hasil kegiatan.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar mahasiswa cukup signifikan tetapi dalam kategori

“rendah” setelah diterapkan LKM model PBL berbasis potensi lokal.

REKOMENDASI

Penggunaan LKM model PBL berbasis potensi lokal pada materi Bioteknologi dapat diterapkan dengan baik dalam pembelajaran di Universitas Muhammadiyah Kupang. Penggunaan model PBL berbasis potensi lokal pada materi Bioteknologi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, L.R. 2008. *Learning To Teach, Belajar untuk mengajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Elina S.M. 2012. Pengembangan Buku Ajar Materi Bioteknologi Di Kelas XII SMA Ipiems Surabaya Berorientasi Sains, Teknologi, Lingkungan, Dan Masyarakat (SETS). *BioEdu 2(1)* : 15 – 18
- Fascione, P.A. 2011. *Critical Thinking: What It Is and Why I Counts*. California : California Academic Press
- Fisher A, 2008. *Critical Thinking: An Introduction* (terjemahan). Jakarta: Erlangga
- Hamruni. 2012. *Strategi Pembelajaran*, Yogyakarta: Insan Madani
- Haseli, Z and F. Rezaii. 2013. *The Effect of Teaching Critical Thinking on Educational Achivement Among High School Student in Saveh*. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*. 2 (2): 245 - 261
- Mulyasa, E. 2002. *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Sarwi dan Liliyasi. 2010. Penumbuhkembangan Ketrampilan berpikir Kritis Calon Guru Fisika melalui Penerapan Strategi Kooperatif Dan Pemecahan Masalah Pada Konsep Gelombang. *Forum Kependidikan*.30 (1): 1-94
- Sudjana, 2006. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Thiagarajan. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children A Sourcebook*. Indian: Indiana University.

Indigofera: “Kini dan Nanti”

MUZAYYINAH

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A Ketingan Surakarta

*email: yayin_pbio@fkip.uns.ac.id

Manuscript received: 2 Mei 2013 Revision accepted: 15 Juli 2014

ABSTRACT

Indigofera tinctoria as one of natural blue dyes that has been since the 4th century in Indonesia. The use of natural dyes in decline with synthetic dyes. An effort to prevent scarcity of *I. tinctoria* as natural dyes among others cultivation, use of marginal lands as *Indigofera* cultivation location, and genetic engineering to get a superior species.

Keywords: *Indigofera tinctoria*, natural dye, synthetic dye, superior species

LATAR BELAKANG

Sejak tahun 2500 sebelum masehi kebudayaan Hindu di India telah mengetahui dan memanfaatkan salah satu tumbuhan dari marga *Indigofera* sebagai pewarna. *Indigofera* menghasilkan warna biru, dan berdasarkan sejarah bahwa warna biru merupakan warna yang paling terdahulu ditemukan. *Indigofera* dikenal oleh masyarakat Jawa sebagai *tom*, masyarakat Sunda menyebut *nyatarum*, sementara di Bali disebut *taum*. Jika merunut ke belakang, pada tahun 352-395 M berdiri kerajaan di tanah Pasundan dengan nama Tarumanegara yang konon katanya nama kerajaan diambil dari nama tanaman *tarum*. Bagaimana kaitannya antara nama tanaman dan nama kerajaan? Diyakini bahwa pada saat itu banyak dihasilkan tanaman *tarum* sebagai pewarna tekstil. Kemasyhuran *Indigoferatinctoria* di Indonesia tercatat antara tahun 1918-1925. Nilai ekspor tertinggi terjadi pada tahun 1921 mencapai 69.777 kg berat kering (Heyne 1987).

Perkembangan penggunaan pewarna alami mengalami pasang surut dan berjalan lambat. Secara tidak sengaja pada tahun 1956 Perkin menemukan pewarna sintesis dari bahan batubara dan pada perkembangannya secara cepat mampu bersaing dalam pasar dunia. Munculnya pewarna sintesis ini menggeser bahkan menggantikan pewarna alami. Demikian jugawarna indigo dari tumbuhan *I. tinctoria* mulai berkurang bahkan telah digantikan dengan pewarna indigosol. Setelah itu berangsur-angsur hilang dan justru tergantikan oleh import zat warna indigo sintesis yang mencapai ratusan ton setiap tahun. Sejak saat itu tanaman *Indigofera* menjadi tidak dimanfaatkan.

Sampai pada suatu saat adanya gerakan global *back to nature* pada tahun 1995 dan pelarangan ekspor tekstil dan produk tekstil yang menggunakan warna azo oleh CBI (*Center for Promotion of Imports from Developing Countries*) oleh Negara Jerman dan Belanda pada tanggal 13 Juni 1996 (Siva 2007). Zat warna azo merupakan zat warna yang mengandung gugus N=N pada struktur molekulnya, yang berfungsi sebagai gugus pembawa

warna (gugus kromofor). Zat warna tersebut bila tereduksi akan menghasilkan senyawa amina aromatik bersifat karsinogenik. Dilain pihak keberadaan zat warna dalam perairan dapat menghambat masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga mengganggu aktivitas fotosintesis mikroalga. Dampak lanjutannya adalah pasokan oksigen dalam air menjadi berkurang dan memicu aktivitas mikroorganisme anaerob yang menghasilkan produk berbau tak sedap. Selain itu, perombakan zat warna azo secara anaerob pada dasar perairan menghasilkan senyawa amina aromatik yang lebih toksik dibandingkan dengan zat warna azo (Susanto 1980).

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Koperasi dan UKM yang telah mengeluarkan instruksi agar setiap gubernur mensosialisasikan penggunaan zat pewarna alami untuk proses pembuatan kain batik dan tenun (Cristina 2012). Hal ini memicu masyarakat untuk kembali menggunakan warna alam. Kembalinya kesadaran masyarakat untuk menggunakan pewarna alami yang bersumber dari tumbuhan menjadi tantangan untuk segera melakukan budidaya. Beberapa pengrajin seperti di desa Banaran, Giriloyo (Yogyakarta); Kerek (Tuban); Tunbaun, Soba dan Niukbaun (NTT), Nita, Watublapi (Flores); dan desa gapura timur (Sumenep) masih mempertahankan penggunaan warna alami yang bersumber pada tumbuhan.

Tulisan ini adalah gagasan untuk mengembalikan kemashuran *Indigofera* sebagai pewarna biru dari Indonesia. Konsep yang diajukan meliputi bagaimana menangkap peluang dan menghadapi tantangan untuk membudidayakan dalam jumlah yang memadai guna menyediakan bahan mentah; bagaimana mengejar teknologi rekayasa untuk diterapkan pada *Indigofera* guna mendapatkan kualitas daun paling unggul dalam menghasilkan indigotin; dan rekayasa genetik apa yang paling tepat yang harus diterapkan agar pertumbuhan vegetatif berhenti pada usia tertentu ketika kandungan indigotin mencapai massa tertinggi.

KEANEKARAGAMAN *INDIGOFERA*

Jumlah dan variasi jenis marga *Indigofera* yang ada di dunia sangat tinggi, mencapai sekitar 700 jenis yang tersebar diseluruh wilayah tropik dan subtropik (Schrire *et al.* 2009). Sampai tahun 1985 di Indonesia teridentifikasi sebanyak 17 jenis, 2 varietas dan 1 anak jenis. Jenis-jenis tersebut adalah: *I. arrecta*, *I. colutea*, *I. cordifolia*, *I. dosua*, *I. galegoides*, *I. glandulosa*, *I. hirsuta*, *I. linifolia*, *I. linnaei*, *I. nigrescens*, *I. oblongifolia*, *I. spicata* var. *spicata*, *I. spicata* var. *siamensis*, *I. suffruticosa* var. *suffruticosa*, *I. suffruticosa* var. *guatemalensis*, *I. tinctoria*, *I. trifoliata* subs. *trifoliata*, *I. trifoliata* subs. *unifoliata*, *I. trita* subs. *trita*, dan *I. zollingeriana* (De Kort & Thijssse 1984 & Adema 2011).

Keseluruhan jenis *Indigofera* yang teridentifikasi di Indonesia dapat ditemukan di pulau Jawa kecuali jenis *I. dosua*. Persebaran jenis-jenis *Indigofera* di kepulauan Indonesia dibawa oleh bangsa Belanda (De Kort & Thijssse 1984). Sehingga sebagian besar *Indigofera* yang terdapat di Indonesia merupakan tanaman introduksi, seperti *I. arrecta* introduksi dari Natal India, *I. suffruticosa* subsp. *guatemalensis* dari Meksiko, *I. spicata* dari India, *I. galegoides* dari India. Jenis-jenis yang terdapat di Indonesia ini tidak seluruhnya dikenal oleh masyarakat.

KLASIFIKASI SECARA TRADISIONAL

Ciri setiap jenis *Indigofera* memiliki kespesifikan dan keunikan lainnya. Ciri-ciri unik ini bisa diamati secara morfologi, atau melalui teknologi kimiawi, biologi maupun rekayasa lainnya. Ciri spesifik dapat terekspresi maupun tersembunyi. Ciri yang terekspresi ini digunakan oleh masyarakat umum untuk menggolongkan sehingga memiliki kelompok tersendiri. Pembentukan kelompok secara tradisional oleh masyarakat diwarnai oleh latar belakang seperti suku, profesi dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat tersebut.

Pada zaman yang masih primitif manusia niraksara telah memiliki kemampuan untuk memilah-milah tanaman yang bernilai ekonomis, bermanfaat bagi kesehatan dan tanaman yang dianggap membahayakan atau beracun. Merekamengenalitanamantertentuditinjau darimanfaatatau sifatertentuhanyadenganindikasiwarna, rasa atau bau.

Asal mula pemanfaatan tumbuhan itu diawali oleh rangsangan untuk mencicipi bagian-bagian tumbuhan yang mempunyai daya tarik baik dari segi bentuk maupun warna baik oleh hewan maupun manusia. Berbeda dengan hewan, pada manusia jika tumbuhan tersebut ternyata memenuhi selera dan kebutuhannya, maka biasanya dilakukan upaya untuk mengumpulkan, menanam dan akhirnya akan membudidayakan. Citarasa tersebut tidak hanya berpengaruh pada penamaan tumbuhan juga pada jenis pemanfaatannya.

Berdasar kegunaan dari *Indigofera* yang telah dirasakan oleh masyarakat dapat dikategorikan sebagai: pewarna alam untuk tekstil, pakan ternak rusa, kambing dan sapi, sitotoksis, insektisida, tanaman obat, dan terdapat beberapa jenis beracun (Chanayath *et al.* 2002,

Lemmens & Soetjipto 1992, Soeliantoro 2008, Bismark *et al.* 2010, Abdullah *et al.* 2010, Motamarri *et al.* 2010, Uddin *et al.* 2011 dan Rosy *et al.* 2010).

Penggolongan secara ilmiah dilakukan terhadap kandungan alkaloid: glikosida indican, asam amino nonprotein, ester asam nitropropionic, glikosida cyanogenik, guanidin alkaloid, asam fenolik, fenolik glikosida flavonoids, isoflavonoids. Jenis-jenis *Indigofera* yang mengandung senyawa alkaloid seperti di atas diindikasikan sebagai pewarna. Jenis *Indigofera* yang diduga mengandung pewarna alam dan mempunyai habitat di Afrika adalah *I. arrecta*, *I. amorphoides*, *I. tinctoria*, *I. longiracemosa*, *I. cavallii*, *I. arculata*, *I. coreulea*, *I. conzatii*, *I. caroliniana*, *I. byobiensis*, *I. truxilensis*, *I. suffruticosa*, *I. blanchetiana*, *I. thibaudiana*, *I. caumevacana*, *I. platycarpa* (Schrire *et al.* 2009). Sementara menurut Georgievics (1892) jenis *I. tinctoria*, *I. anil*, *I. disperma*, *I. argentea*, *I. pseudotinctoria*, *I. augustifolia*, *I. arcuata*, *I. carolimaria*, *I. cinerea*, *I. coerulea*, *I. endecaphylla*, *I. arrecta*, *I. glabra*, *I. hirsuta*, *I. indica*, *I. mexicana*, *I. emarginata* juga dapat dimanfaatkan sebagai pewarna pada masa itu.

Jenis-jenis yang diduga bermanfaat sebagai pakan ternak adalah: *I. dosua*, *I. hirsuta*, *I. linnaei*, *I. oblongata*, *I. spicata*, dan *I. zollingeriana*. Sementara jenis-jenis yang diduga mengandung senyawa toksik: *I. galagoides*, *I. hirsuta*, *I. linifolia*, *I. linnaei*, dan *I. spicata*.

Penamaan jenis *Indigofera* oleh masyarakat Jawa menggunakan nama *tom* atau *medel* berhubungan dengan kegunaannya. *Medel* dalam bahasa Jawa berarti membuat pasta biru, sementara *tom* berarti nila. Secara umum penamaan *tom* dan *medel* tidak terlepas dari manfaat yang terkandung dalam tanaman tersebut. Semua tanaman yang mengandung zat warna nila (biru) dan digunakan sebagai pewarna dengan dibuat pasta terlebih dahulu. Sehingga semua *Indigofera* yang telah dibuktikan sebagai bahan pewarna batik disebut *tom*. Sebagai contoh *tomatal* atau *tom katemas* diberikan untuk nama dari jenis *I. arrecta*; *tom wanang* atau *tom toman* untuk nama jenis *I. galegoides*; *tom presi* untuk nama jenis *I. guatemala*; *tom janti*, *tom genjah*, *tom cantik*, *tom cantuk* merupakan nama yang diberikan untuk jenis *I. suffruticosa*; *tom jawa* untuk jenis *I. tinctoria*.

INDIGOFERA UNGGUL

Kandungan zat warna indigotin dan turunannya yang terkandung dalam daun sangat labil, bergantung pada jenis tanaman, media tanah, intensitas cahaya dan umur tanaman. Jenis tanaman yang sama dapat menghasilkan kandungan indigotin berbeda jika ditanam pada lokasi dengan kondisi tanah yang berbeda (Laitonjam *et al.* 2011). Langkah awal yang dapat dilakukan adalah uji kandungan seluruh alkaloid yang berhubungan dengan penghasil warna seperti indigotin, indirubin, isoindigotin, isoindirubin, isoindigo, dan indigo kuning (Aobchey *et al.* 2007) atau salah satu dari prekursor indigo yaitu indigotin. Proses uji kandungan dapat dilakukan dengan metode purifikasi dan ekstraksi menggunakan TLC dan

RP-HPLC. Metode purifikasi dan ekstraksi ini memerlukan waktu dan ketelitian yang tinggi.

Upaya pelestarian dimulai dengan menggali secara mendalam pada fungsi *Indigofera* sebagai pewarna yang unggul dalam hal proses maupun produknya. Unggul dalam proses dimaksudkan untuk dua hal yaitu: *pertama*, kandungan rendemen daun tinggi sehingga pasta indigo yang dihasilkan lebih banyak; *kedua*, adanya efisiensi dalam serapan dan celupan kain pada pewarna indigo sehingga tidak memerlukan pengulangan celupan yang berkali-kali.

Bagaimana menerapkan teknologi rekayasa guna mendapatkan kualitas daun paling unggul dalam menghasilkan indigotin? Organ yang dimanfaatkan dari *Indigofera* adalah daun, yaitu daun dengan kandungan maksimum dari indigotin. Kandungan maksimum dapat dicapai pada usia tanaman mencapai 120 hari dari penanaman pertama. Rekayasa yang dapat diterapkan untuk mendapatkan kuantitas daun adalah dengan gene silencing (peredaman gen) pada organ generatif, yaitu mengatur proses regulasi gen untuk mencegah ekspresi gen. Dalam proses ini, gen yang mengendalikan perkembangan generatif dihalangi sehingga tidak dapat ditranskripsi, atau dapat ditranskripsi tetapi kemudian tidak dapat diproses menuju tahap ekspresi berikutnya yaitu translasi. Mekanisme peredaman supaya tidak terjadinya peristiwa transkripsi yang dikenal dengan peredaman gen transkripsional. Sedangkan mekanisme untuk langkah kedua yaitu mencegah translasi disebut dengan peredaman gen pascatranskripsional atau dikenal pula sebagai peredaman RNA.

Mekanisme peredaman gen transkripsional dapat dilakukan dengan menutupi wilayah pada urutan basa tertentu di dekat bagian hulu gen (upstream). Penutupan/pemblokiran dapat dilakukan dengan menempelkan suatu protein tertentu yang dihasilkan oleh suatu gen regulator, protein itu dapat berupa histon yaitu protein yang membungkus DNA, atau dapat pula dengan metilasi DNA. Fungsi peredaman RNA (RNAi) ini adalah memblokir perkembangan generatif sehingga yang terjadi hanya perkembangan vegetatif.

Jika penelitian terhadap *Indigofera* sudah sampai pada taraf pemetaan dan dapat meredam gen pembungaan sehingga dapat memacu pertumbuhan vegetatif dalam hal ini adalah jumlah daun, maka kekhawatiran kelangkaan bahan mentah untuk pewarna indigo tidak dikhawatirkan lagi. Sasaran lain juga tertuju pada standarisasi kandungan indigotin pada jenis-jenis tertentu dan umur tertentu akan menjawab kekhawatiran pada fluktuatifnya kandungan indigotin. Teknologi rekayasa tingkat gen dapat mengatasi kesulitan yang sedang dihadapi pengrajin tenun dan batik. Sementara harapan para ahli pembuat tepung indigo yang menginginkan dengan sedikit tepung dapat memberi warna biru seperti yang diinginkan.

BUDIDAYA INDIGOFERA

Budidaya *Indigofera* meliputi 4 langkah: pembenihan, pesemaian, persiapan lahan, pemeliharaan dan pemanenan. Dalam pembenihan dipilih biji dari tanaman

yang sudah tua berumur sekitar 12 bulan dan belum pernah dipanen sama sekali. Buah dijemur hingga kering dan diremas untuk dipisahkan dengan bijinya, setelah itu biji yang diambil dijemur selama 2 hari. Untuk menghindari kelembaban maka biji, dikering anginkan selama 24 jam, selanjutnya siap disimpan dalam bentuk kemasan yang rapat dan dapat dibuka kembali saat hendak disemai (Deptan. 1999).

Langkah yang dilakukan dalam persemaian: 1) Disiapkan media dalam polibag, dengan pupuk organik sebagai pupuk dasarnya; 2) Biji direndam untuk memisahkan biji yang mengapung dan yang mengendap, biji yang digunakan adalah biji yang mengendap, selanjutnya dijemur selama 1 hari; 3) Langkah ke dua diulangi sekali lagi, kemudian dilakukan penjemuran selama 2 hari; 4) Biji yang sudah dijemur 2 hari diangin-anginkan semalam dan paginya siap untuk disemai; 5) Benih yang digunakan sebanyak dua butir untuk satu media tanam; 6) Pemupukan selama dalam pesemaian tidak lebih dari 1,5 gram pupuk makro; 7) Penyiraman dilakukan sebelum jam enam pagi dan setengah lima pada sore harinya; 8) Bibit siap dipindah tanam setelah berumur 30 hst (hari setelah semai); 9) Persiapan lahan dengan menggemburkan tanah, memupuk dengan perbandingan 3:4:1:3:3 pupuk organik 10 kg/ha, media tanah 250 kg/ha, pupuk makro 200 kg/ha dan dolomit dan mengatur jarak tanam 75 cm, jarak antar baris dan 50 cm dalam tanah; 10) *Indigofera* siap dipanen saat berumur kurang lebih 120 hst (hari setelah tanam) untuk satu kali pemanenan, selanjutnya dapat dipanen kembali dengan selisih waktu 90 hari dari saat pemanenan pertama. Pemanenan sebaiknya pada jam 04:00 WIB–06:00 WIB (Deptan. 1999).

PROSPEK MASA DEPAN

Berbeda dengan komoditas tanaman lain maka peranan tanaman *Indigofera* khususnya dan tanaman pewarna lain pada umumnya sudah tersisih oleh pemakaian pewarna sintetis sebagai penggantinya. Kebutuhan bahan pewarna untuk tekstil di Indonesia sangat tinggi seiring bangkitnya kesadaran masyarakat Indonesia dan dunia terhadap penghargaan karya budaya bangsa. Untuk memenuhi kebutuhan pewarna, bahan pewarna alam tidak bisa disandarkan pada pewarna alam semata, sehingga masuknya pewarna sintetis untuk menggantikan pewarna alam tidak bisa dibendung.

Upaya untuk memenuhi permintaan pasar terhadap bahan pewarna yang sangat tinggi adalah pengembangan riset yang berkelanjutan dan terpadu antar instansi untuk mendukung budidaya, khususnya melalui perakitan varietas unggul yang adaptif pada berbagai macam cekaman maupun untuk mendukung kegiatan pasca panen. Dengan demikian, riset dan teknologi untuk produksi berkelanjutan, diharapkan tidak saja untuk meningkatkan produktivitas komoditas, akan tetapi juga untuk meningkatkan nilai tambah produk yang terstandar dan daya saing. Varietas unggul yang diharapkan untuk *Indigofera* sebagai pewarna adalah benih tersertifikasi,

mudah ditanam pada berbagai cekaman, produksi tinggi. Selain itu adanya teknologi tepat guna untuk mengolah bahan mentah (daun) menjadi pasta yang terjangkau oleh pengrajin sehingga keberlanjutan ekonomi masyarakat tetap terjamin. Hal penting yang tidak bisa dihindari adalah memenuhi keinginan pasar terhadap harapan kualitas pewarna nila adalah didapatkannya warna yang menempel pada kain dengan kuat sehingga tidak luntur baik oleh asam maupun oleh intensitas sinar matahari, memberi warna biru yang cemerlang, tidak kusam, dan selain itu warna tidak pudar selama kain masih ada.

Teknologi tepung yang sudah dikembangkan dapat ditingkatkan baik terhadap produksi maupun kualitas. Diakui adanya keterbatasan dalam produksi maupun volume pemakaian. Dengan pengembangan teknologi kualitas tepung, harapan dan keinginan penggunaan tepung sedikit mungkin menjadi kenyataan, Rahayuningsih (2012, komunikasi pribadi).

PENUTUP

Konservasi menjadi tanggung jawab bersama masyarakat di Indonesia. Masyarakat penggunaan *I. tinctoria* yaitu pembetik dan penenun wajib melakukan budidaya berkelanjutan untuk menjaga kelangkaan tumbuhan tersebut. Upaya yang harus dilakukan oleh peneliti dan akademisi terhadap kualitas dan produksi pewarna indigo yang bersumber pada *I. tinctoria* meliputi: meningkatkan kandungan rendemen daun sehingga pasta indigo yang dihasilkan lebih banyak, meningkatkan kualitas kandungan indigo dalam pasta indigo sehingga tercipta efisiensi dalam serapan dan celupan kain pada pewarna indigo sehingga tidak memerlukan pengulangan celupan yang berkali-kali. Rekayasa genetik yang dapat diterapkan untuk mendapatkan kuantitas daun adalah dengan gene silencing (peredaman gen) pada organ generatif, yaitu mengatur proses regulasi gen untuk mencegah ekspresi gen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah L. 2010. Herbage Production and Quality of Shrub *Indigofera* Treated by Different Concentration of Foliar Fertilizer. *Media Peternakan*. 169-175
- Adema F. 2011. Notes on Malesian *Fabaceae* (*Leguminosae-Papilionoideae*) 15. notes on *Indigofera*. *Blumea* 56: 270-272
- Aobchey P, Supachok S, Suree P and Shui-Tein C. 2007. Simple Purification of Indirubin from *Indigofera tinctoria* Linn. and Inhibitory Effect on MCF-7 Human Breast Cancer Cells. *Chiang Mai Journal Science*. 34(3): 329-337
- Bismark Ris M, Abdullah S M, Mariana T. 2010. Produktivitas tumbuhan pakan di kawasan hutan. Sintesis Hasil-Hasil Litbang: Pengembangan Penangkaran Rusa Timor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Gedung Manggala Wanabakti Blok I Lantai XI
- Chanayath N, Sorasak L and Suree P. 2002. Pigment Extraction Techniques from the Leaves of *Indigofera tinctoria* Linn. and *Baphicacanthus cusia* Brem. and Chemical Structure Analysis. *Chiang Mai University of Journal* 1(2): 159-160.
- Christina. 2012. Pewarna Alami Digalakkan di Batik. *Bisnis Indonesia* 6 Agustus 2012.
- De Kort I. & Thijsse G. 1984. A Revision of The Genus *Indigofera* (*Leguminosae-Papilionoideae*) in Southeast Asia 1984. *Blumea* 30: 89-151
- Deptan. 1999. Tanaman Nila (*Indigofera* L.) Direktorat Budidaya Tanaman Semusim Direktorat Jenderal Perkebunan – Departemen Pertanian.
- Georgievics GV. 1892. *Der Indigo vom Praktischen und Theoretischen Standpunkt*. Leipzig und Wien. Franz Deuticke.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Balitbang Kehutanan. Jakarta
- Laitonjam WS. and Wangkheirakpam SD. 2011. Comparative study of the major components of the indigo dye obtained from *Strobilanthes flaccidifolius* Nees. and *Indigofera tinctoria* Linn. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry* 3 (7):108-116
- Lemmens RHMJ. and Suetjipto NW, Van der Zwan RP, Parren M. 1992. History and Role of Vegetables Dyes. In Lemmens RHMJ. and Suetjipto NW (eds) *Plant Resources of South East Asia 3: Dye and Tannin Producing Plants*. Prosea Foundation, Bogor: 26-34.
- Motamarri SN, Karthikeyan M, Rajasekar S and Gopal. 2012. *Indigofera tinctoria* - A Phytopharmacological Review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences* 3 (1):164-169
- Rosy BA, Joseph H and Rosalie. 2010. Phytochemical, Pharmacognostical, Antimicrobial activity of *Indigofera aspalathoids* vahl. (*Fabaceae*). *International Journal of Biological Technology* 1(1):12-15.
- Susanto SK. 1980. *Seni kerajinan batik Indonesia*. Balai Penelitian Batik dan Kerajinan. Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Suliantoro E L. 2008. "Citra: Batik *Indigofera* Telah 100 Tahun Terpuruk". *Kedaulatan Rakyat*. 5 Mei 2008.
- Siva R. 2007. Status of natural dyes and dye-yielding plants in India. *Current Science* 92(7):916-925.
- Uddin G, Rehman TU, Arfan M, Liaqad W, Kaiser M, Rauf A, Mohammed G, Afriadi MS and Qoudhari MQ. 2011. Phytochemical and Biology Screening of the Seed of *Indigofera herantha*. *Middle East Journal of Scientific Research* 8(1):186-190.

Pengembangan Modul Biologi berbasis *Reasoning and Problem Solving* disertai *Concept Mapping Tipe Network Tree* pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Mengevaluasi

The Development of Biology Module based on Reasoning and Problem Solving with Network Tree Concept Mapping on the Environmental Pollution Material to Empower Science Process Skills and Evaluation Abilities

YUSROH ALQURIYAH, SUCIATI, BASKORO ADI PRAYITNO

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36A Kentingan Surakarta

*email: yusyus90@gmail.com

Manuscript received: 18 Mei 2013 Revision accepted: 17 Juli 2014

ABSTRACT

The objectives of this research and development are to investigate: 1) characteristic of biology module based on reasoning and problem solving (RPS) with network tree concept mapping (CM); 2) feasibility of biology module based on RPS with network tree CM to empower science process skills and evaluation abilities; 3) effectiveness of biology module based on RPS with network tree CM toward science process skills; and 4) effectiveness of biology module based on RPS with network tree CM toward evaluation abilities. This research used the Research and Development (R&D) which referred to the model claimed by Borg & Gall (1983) with some modifications. The samples of the research included those of preliminary field testing which involved 7 validators, those of main field testing that involved 10 students, and those of operational field testing which involved 32 students. The operational field testing used the one group pretest and posttest design. The data of research were gathered through questionnaire, observation, interview, and test. The data of science process skills and evaluation abilities were tested by means of paired sample t-test and calculated by using normalized gain score. The results of research showed that: 1) the characteristics of biology module based on RPS with network tree CM are as follows: (a) the development uses the model claimed by Borg & Gall with some modifications (research and information collecting, planning, development of preliminary form of product, preliminary field testing, main product revision, main field testing, operational product revision, operational field, final product revision, and dissemination and implementation); (b) module developed by RPSsyntax (read and think, explore and plan, select strategy, find and answer, dan reflect and extend); (c) module with network tree CM as a techniques of expansion and strengthening concept; (d) the learning activities in the module can empower science process skills and evaluation abilities; 2) the score of feasibility of biology module based on RPS with network tree CM is 3.27, which is in the very good category; 3) the biology module based on RPS with network tree CM is effective to empower science process skills as indicated by the N-gain score of 0.58, which is in the moderate category; and 4) the biology module based on RPS with network tree CM is effective to empower evaluation abilities as signified by the N-gain score of 0.30, which is in the moderate category.

Keywords: module, reasoning and problem solving, network tree concept mapping, science process skills, evaluation abilities

LATAR BELAKANG

Perkembangan sains dan teknologi di abad 21 menjadikan persaingan di segala bidang kehidupan semakin ketat, maka sekolah memiliki andil yang besar dalam menyelenggarakan pembelajaran yang berkualitas dengan mengembangkan potensi siswa melalui *High Order Thinking Skills (HOTS)* melalui pemberdayaan kemampuan berpikir kritis. Salah satu mata pelajaran yang menuntut siswa dalam berpikir kritis adalah sains. Biologi merupakan bagian dari sains. Rustaman (2005) menyatakan bahwa konteks pendidikan biologi mengacu pada hakikat sains yaitu produk, proses, dan sikap melalui

keterampilan proses. Yuniastuti (2013) mengemukakan bahwa pembelajaran biologi yang baik adalah pembelajaran yang dilandaskan pada prinsip keterampilan proses, dimana siswa dididik untuk menemukan dan mengembangkan sendiri fakta dan konsepnya sendiri.

Fakta di lapangan, pembelajaran biologi lebih berorientasi pada produk, sehingga keterampilan proses sains tidak tereksplor secara maksimal. Rendahnya kemampuan sains siswa terlihat dari survei *Programme for International Students Assessment/ PISA* memperlihatkan bahwa dari 41 negara peserta, siswa Indonesia berada di urutan 2 terendah dari 65 negara yang disurvei dengan nilai rata-rata 382 tahun 2012.

Permasalahan rendahnya kemampuan sains siswa juga terjadi di SMAN 1 Karanganyar. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran biologi yang dilakukan oleh guru cenderung menggunakan metode ceramah, dan didominasi dengan kegiatan presentasi kelompok serta penugasan individu melalui *browsing* internet. Teknik pengajaran guru sering kali menggunakan teknik pemetaan berupa bagan sehingga siswa merasa bosan. Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara siswa yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran biologi jarang melakukan praktikum di laboratorium. Pembelajaran teori tanpa melakukan praktikum membuat keterampilan proses sains siswa tidak terlatih, sehingga kurang terberdayakan secara maksimal.

Hasil analisis kebutuhan data awal menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan oleh guru dan siswa adalah buku referensi dan LKS yang tidak sesuai dengan hakikat sains, karena hanya berisikan materi dan latihan-latihan soal yang kurang memberdayakan kemampuan berpikir kritis siswa. Latihan soal terbatas pada kemampuan menjelaskan sebesar 0,33%, interpretasi sebesar 0,44%, menyimpulkan sebesar 0,105%, menganalisa sebesar 0,08%, dan mengevaluasi sebesar 0,04%. Pada jenjang evaluasi siswa mengalami kesulitan untuk menilai kredibilitas suatu pernyataan. Hal ini terbukti dengan kemampuan menilai klaim sebesar 0,025% dan menilai argumen 0,017%.

Kemampuan mengevaluasi sangat diperlukan oleh siswa ketika mereka dihadapkan pada suatu argumen, atau permasalahan yang menuntut mereka untuk memberikan penilaian. Hal tersebut sejalan dengan Crebert (2011) menyatakan bahwa kemampuan mengevaluasi secara kritis sangat penting untuk membuktikan suatu tema/ isu, menafsirkan informasi, dan menyelesaikan masalah dalam menanggapi tantangan zaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pembaharuan dalam proses pembelajaran biologi. Pembaharuan pembelajaran biologi berjalan optimal apabila didukung bahan ajar dan model pembelajaran yang tepat. Bahan ajar yang mampu membantu siswa dan guru dalam proses pembelajaran yaitu modul, sedangkan model pembelajaran yang mampu mengkonstruksi pengetahuan siswa adalah model pembelajaran berbasis konstruktivisme, salah satunya *Reasoning and Problem Solving (RPS)*.

Model pembelajaran *RPS* menuntut siswa untuk memecahkan masalah berdasarkan strategi yang mereka pilih dengan alasan yang relevan serta rasional dengan permasalahan yang diberikan. Menurut Krulik dan Rudnik (1996), model *RPS* memiliki lima langkah pembelajaran antara lain: 1. *read and think*; 2. *explore and plan*; 3. *select strategy*; 4. *find and answer*; dan 5. *reflect and extend*. Tahapan-tahapan tersebut dimungkinkan mampu memberdayakan keterampilan proses sains dan kemampuan mengevaluasi siswa.

Model pembelajaran berjalan lebih efektif jika disertai dengan teknik ajar yang tepat. Salah satu jenis peta konsep

yang mempermudah siswa dalam mendalami materi dan mempelajari bidang studi lebih bermakna adalah *concept mapping* tipe *network tree*, karena cocok digunakan untuk menunjukkan informasi sebab-akibat, suatu hierarki, prosedur yang bercabang, dan istilah-istilah yang berkaitan dan dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan-hubungan. Perpaduan antara bahan ajar, model, dan teknik pembelajaran yang tepat diharapkan dapat mencapai tujuan pembelajaran biologi.

Bertolak dari latar belakang tersebut, maka perlu dikemukakan penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Biologi berbasis *Reasoning and Problem Solving* disertai *Concept Mapping Tipe Network Tree* pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Mengevaluasi".

METODE

Pengembangan modul biologi berbasis *RPS* mengacu pada model penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) modifikasi dari *Borg and Gall* (1983), sebagai berikut: *research and information collecting, planning, develop preliminary form of product, preliminary field testing, main product revision, main field testing, operational product revision, operational field, final product revision dan dissemination and Implementation*.

Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, angket, dan wawancara. Sampel penelitian pengembangan meliputi: sampel uji coba lapangan awal sejumlah 7 validator, sampel uji coba lapangan utama sejumlah 10 siswa, dan sampel uji coba lapangan operasional sejumlah 32 siswa. Uji coba lapangan operasional menggunakan *one group pretest-posttest design*. Data keterampilan proses sains dan kemampuan mengevaluasi diuji dengan *paired sample t-test* dan dihitung menggunakan gain skor ternormalisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan ini diperoleh modul biologi berbasis model pembelajaran *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* pada materi pencemaran lingkungan untuk memberdayakan keterampilan proses sains (KPS) dan kemampuan mengevaluasi. Modul berbasis *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* telah melalui penilaian secara kualitatif dan kuantitatif yang kemudian direvisi berdasarkan masukan dari validator ahli, praktisi, dan siswa pada tahap uji coba lapangan awal, utama, dan operasional.

Tahap pengumpulan data diperoleh bahwa: 1) daya serap pada kemampuan menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perubahan/ pencemaran lingkungan siswa SMAN 1 Karanganyar mengalami penurunan, yaitu pada tahun pelajaran 2011/ 2012 sebesar 87,21, sedangkan pada tahun 2012/ 2013 adalah sebesar 64,29; 2) terdapat GAP sebesar 11,13% pada analisis SNP; 3) lembar kerja siswa yang digunakan berasal dari

MGMP Kabupaten Klaten yang hanya berisikan kumpulan materi dan latihan soal; 4) pembelajaran didominasi oleh guru; dan 5) teknik pemetaan yang monoton.

Tahap perencanaan melakukan penetapan Kurikulum 2013, perumusan indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran, bahan ajar yang dikembangkan berupa modul, model pembelajaran yang dipilih adalah *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree*, dan penentuan prosedur terkait pengembangan modul yaitu melalui modifikasi dari desain penelitian dan pengembangan *Borg and Gall*. Tahap pengembangan produk awal membuat desain modul sesuai dengan tahapan *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* sebagai teknik ajarnya yang telah diintegrasikan dalam komponen modul sebagai modul *draft* I. Modul terdiri atas 3 bagian, yaitu: bagian awal, inti, dan penutup. Selanjutnya diujikan pada tahap uji lapangan awal.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada uji coba lapangan awal terkait kelayakan modul diperoleh rata-rata 3,47 untuk instrumen pembelajaran, 3,40 untuk aspek materi, 3,43 untuk aspek penyajian, 3,17 aspek keterbacaan, dan 3,58 untuk validasi modul oleh praktisi. Kategori yang diperoleh pada uji lapangan awal adalah sangat baik. Modul yang telah diujikan kemudian diperbaiki sesuai dengan masukan validator pada tahap revisi produk I. Perbaikan modul meliputi: penambahan materi yang bersal dari *text book* yang dipakai di perguruan tinggi, penambahan kunci jawaban, memperjelas sumber gambar maupun tulisan, penggantian contoh peta konsep, dan perbaikan tampilan modul secara keseluruhan.

Hasil uji coba lapangan utama diperoleh rata-rata 76,89 untuk aspek isi modul, 79,22 untuk aspek penyajian,

dan 81,82 untuk aspek keterbacaan. Rata-rata ketiga aspek diperoleh 79,31 dengan kategori baik. Hasil penilaian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa modul sudah layak untuk dilanjutkan pada tahap uji coba lapangan operasional. Perbaikan yang dilakukan pada tahap revisi produk II yaitu memperjelas gambar dan penambahan beberapa materi agar lebih lengkap tetapi dibuat dengan bahasa yang ringkas dan jelas sehingga mudah dipahami siswa.

Uji coba lapangan operasional menggunakan kelas X MIPA 2 SMAN 1 Karangnom sebanyak 32 siswa. Data yang diperoleh dalam tahap uji coba lapangan operasional terdiri atas: data keterlaksanaan langkah-langkah pembelajaran, data utama (data KPS dan kemampuan mengevaluasi), dan data hasil belajar (pengetahuan, sikap, dan keterampilan).

Selama proses pembelajaran keterlaksanaan langkah-langkah pembelajaran diperoleh rata-rata 87,50% untuk aktivitas guru dan dikategorikan sangat baik, sedangkan aktivitas siswa diperoleh rata-rata 83,24% dan dikategorikan sangat baik. Hasil penilaian modul oleh siswa diperoleh rata-rata pada aspek isi modul 3,14, aspek penyajian sebesar 3,37, aspek keterbacaan sebesar 3,31, sehingga dapat digolongkan dalam kategori sangat baik. Hasil belajar siswa menunjukkan rata-rata 86,41 untuk aspek pengetahuan, 83,69 untuk aspek sikap, dan 81,30 untuk aspek keterampilan.

Hasil uji efektivitas modul diperoleh dari data KPS dan kemampuan mengevaluasi melalui uji hipotesis dan nilai *N-gain*. Hasil analisis KPS disajikan pada Tabel 1, sedangkan hasil analisis kemampuan mengevaluasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisis KPS

No.	Jenis tes	Jenis Uji	KPS		
			Sig	Keputusan	Kesimpulan
KPS					
1.	Normalitas	Kolmogorov-Smirnov Test	Pretes=0,465 Postes=0,429	Sig > 0,05 Sig > 0,05	Data normal Data normal
2.	Homogenitas	Levene's	Sig=0,156	Sig > 0,05	Data homogen
3.	Hipotesis	<i>Paired sample T-Test</i>	Sig=0,000	Sig < 0,05	Hasil tidak sama (berbeda)

Tabel 2. Hasil Analisis Kemampuan Mengevaluasi

No.	Jenis tes	Jenis Uji	KPS		
			Sig	Keputusan	Kesimpulan
Evaluasi					
1.	Normalitas	Kolmogorov-Smirnov	Pretes=0,823 Postes=0,711	Sig > 0,05 Sig > 0,05	Data normal Data normal
2.	Homogenitas	Levene's	Sig=0,428	Sig > 0,05	Data homogen
3.	Hipotesis	<i>Paired Sample T-Test</i>	Sig=0,000	Sig < 0,05	Hasil tidak sama (berbeda)

Hasil perhitungan *N-gain* ternormalisasi diperoleh rata-rata kenaikan KPS dari 32 orang siswa adalah 0,58 dan 0,30 untuk kemampuan mengevaluasi siswa.

Keduanya termasuk dalam kategori sedang. Hasil analisis kelayakan, efektivitas, dan hipotesis terkait modul, maka dapat dikatakan bahwa modul berbasis *RPS* disertai

concept mapping tipe *network tree* layak, efektif, dan berpengaruh terhadap KPS dan kemampuan mengevaluasi siswa. Parmin (2012) menyatakan bahwa keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan penerapan modul adalah menumbuhkan motivasi belajar siswa karena memudahkan memperoleh informasi pembelajaran, dapat mengetahui mana yang telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil, serta bahan pelajaran terbagi lebih merata.

Kenaikan KPS dan kemampuan mengevaluasi siswa dikarenakan selama proses pembelajaran siswa dituntut untuk belajar secara aktif. Haryono (2006) menyatakan bahwa model pembelajaran yang mengintegrasikan KPS ke dalam sistem penyajian materi secara terpadu menekankan pada proses pencarian pengetahuan dari pada transfer pengetahuan, siswa dipandang sebagai subjek belajar yang perlu dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, dan guru hanyalah seorang fasilitator secara signifikan efektif untuk meningkatkan kemampuan proses sains siswa. Relevan dengan Brunner dalam Dahar (1989: 103) menganggap bahwa belajar penemuan sesuai dengan pencarian pengetahuan secara aktif oleh manusia, dengan sendirinya memberikan hasil yang paling baik.

Model *RPS* terdiri atas 5 tahapan yaitu: *read and think, explore and plan, select strategy find and answer, dan reflect and extend* (Krulik dan Rudnick, 1996). Setiap langkah-langkah pembelajaran menuntut siswa untuk selalu aktif dalam menggunakan keterampilan proses sainsnya yang meliputi: kemampuan mengamati, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, menggunakan alat dan bahan, merencanakan percobaan, melakukan percobaan, menafsirkan, dan mengkomunikasikan. Kegiatan tersebut membimbing siswa mengkonstruksi sendiri pengetahuan di dalam proses pembelajaran. Siswa harus aktif melakukan kegiatan, aktif berpikir, menyusun konsep, dan mengenali serta menyimpulkan tentang hal-hal yang sedang atau telah dipelajari. Relevan dengan Suciati (2010), yang menyatakan bahwa pembelajaran biologi yang lebih menekankan pada keterampilan proses memungkinkan siswa dapat terlibat aktif secara intelektual, manual, dan sosial.

Salah satu jenis peta konsep yang mempermudah siswa dalam mendalami materi dan mempelajari bidang studi lebih bermakna adalah *concept mapping* tipe *network tree* yang cocok digunakan untuk menunjukkan informasi sebab-akibat, dan adanya suatu hierarki, serta prosedur yang bercabang yang akan lebih memudahkan dalam proses pembuatan dan juga proses penilaiannya (Nur dalam Trianto, 2010: 161). *Concept mapping* tipe *network tree* cocok diterapkan pada materi pencemaran lingkungan yang saling berkaitan antar konsep karena penyusunan *concept mapping* mengarahkan siswa untuk mampu menghubungkan antar konsep, sehingga tidak akan terjadi *miss konsepsi* (kesalah pahaman). Relevan dengan Eppler (2006) yang menyatakan bahwa visualisasi *concept mapping* yang berbeda format dapat digunakan sebagai cara-cara yang saling melengkapi untuk meningkatkan motivasi, perhatian, pemahaman, dan daya

ingat. *Concept mapping* adalah strategi yang layak untuk membantu peserta didik dalam menulis proses perencanaan, sehingga meningkatkan kemampuan belajarnya (Lee, 2013). Perpaduan antara bahan ajar, model, dan teknik pembelajaran yang tepat dapat mencapai tujuan pembelajaran biologi.

Berdasarkan hasil uji lapangan diperoleh saran dari siswa untuk perbaikan revisi tahap III guna penyempurnaan modul, yaitu lebih memperjelas gambar. Produk modul yang telah dilakukan uji kelayakan dan efektivitas selanjutnya disebarluaskan melalui tahap diseminasi dan implementasi. Tahap diseminasi dilakukan di kabupaten Klaten yang meliputi 5 sekolah, yaitu: SMAN Wonosari, SMAN Polanharjo, SMAN Ceper, SMAN Jatinom, dan SMA Muhammadiyah 2 Klaten, sedangkan diseminasi di kabupaten Surakarta meliputi 2 sekolah, yaitu: SMAN 5 Surakarta dan SM Al-Firdaus.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Karakteristik modul biologi berbasis *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* pada materi pencemaran lingkungan untuk memberdayakan keterampilan proses sains dan kemampuan mengevaluasi yaitu: a. modul dikembangkan menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan yang dikenal sebagai *Research and Development (R&D)* yang merujuk pada modifikasi model Borg dan Gall (*research and information collecting, planning, develop preliminary form of product, preliminary field testing, main product revision, main field testing, operational product revision, operational field, final product revision dan dissemination and Implementasion*); b. modul dikembangkan berdasarkan sintaks *RPS* yang terdiri atas: 1) *read and think*; 2) *explore and plan*; 3) *select strategy*; 4) *find and answer*; dan 5) *reflect and extend*; c. modul disertai dengan *concept mapping* tipe *network tree* sebagai teknik perluasan dan penguatan konsep; d. kegiatan pembelajaran dalam modul dapat memberdayakan keterampilan proses sains dan kemampuan mengevaluasi siswa.

Kelayakan modul biologi berbasis *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* pada materi pencemaran lingkungan untuk memberdayakan keterampilan proses sains dan kemampuan mengevaluasi setelah dilakukan uji coba pada setiap tahap diperoleh rata-rata 3,27 dengan kategori sangat baik, sehingga dinyatakan layak.

Modul biologi berbasis *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* pada materi pencemaran lingkungan efektif memberdayakan keterampilan proses sains dengan hasil *N-gain score* sebesar 0,58 dengan kategori sedang. Modul biologi berbasis *RPS* disertai *concept mapping* tipe *network tree* pada materi pencemaran lingkungan efektif memberdayakan kemampuan mengevaluasi dengan hasil *N-gain score* sebesar 0,30 dengan kategori sedang.

DAFTAR PUSTAKA

Borg, Walter R., Meredith D. Gall. 1983. *Education Research, An Introduction*. New York: Longman Inc. Choksy

- Crebert, G., Patrick, C.-J., Cragolini, V., Smith, C., Worsfold, K., and Webb, F. 2011. *Critical Evaluation Skills Toolkit*. Griffith University
- Dahar, R. W. 1989. *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga
- Eppler, M. J. 2006. A Comparison Between Concept Maps, Mind Maps, Conceptual Diagrams, and Visual Metaphors as Complementary Tools for Knowledge Construction and Sharing. *Palgrave-Journals*. 202 –210
- Haryono. 2006. Model Pembelajaran Berbasis Peningkatan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*. Vol. 7(1)
- Krulik, Stephen, and Jesse A. R. 1996. *The New Sourcebook For Teaching Reasoning And Problem Solving In Junior And Senior High School*. United States of America: Allyn & Bacon.
- Lee, Y. 2013. Collaborative Concept Mapping as a Pre-Writing Strategy For L2 Learning: A Korean Application. *International Journal Of Information and Education Technology*. Vol. 3 (2)
- Parmin, E. Peniati. Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran. *Jurnal JPPI 1 (1) (2012)* 8-15
- Rustaman, N. 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: UM PRESS
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep Landasan Dan Implementasinya Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana
- Yuniastuti, E. 2013. Upaya Peningkatan Keterampilan Proses Dan Hasil Belajar Biologi Dengan Pendekatan Pembelajaran Jelajah Alam Sekitar Pada Siswa Kelas VII SMP Kartika V-1 Balikpapan. *Jurnal Socioscientia Kopertis Wilayah XI Kalimantan*. Vol 5. (1)

Pengembangan Modul Pencemaran Lingkungan Berbasis *Problem Posing* Disertai *Spider Concept Map* untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Menganalisis Siswa SMAN 1 Sumberlawang

The Module Development of Environmental Pollution based on Problem Posing with Spider Concept Map to Empower Student's Science Process Skills and Student's Analyze Abilities of Sumberlawang 1 Senior High School

WAHYONO, SUCIATI, SUTARNO

SD Aisyah Gemolong Sragen

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36A Ketingan Surakarta

*email: lpdic@yahoo.com

Manuscript received: 16 Mei 2013 Revision accepted: 19 Juli 2014

ABSTRACT

The research and the development of the modules aims to know: 1) The characteristic of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map; 2) The procedure of developing environmental pollution module based on problem posing with spider concept map; 3) The feasibility of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map to empower students' science process skills and students' analyze abilities; and 4) Effectiveness of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map to empower students' science process skills and students' analyze abilities. The method used in the research is Research and Development (R&D) modification of Borg & Gall (Tim Puslitjaknov, 2008: 10-11). The subject used in preliminary field test consisting of 10 students', the main field subject consisting of 10 students' and operational field subject consisting of 32 students' SMAN 1 Sumberlawang. The instruments used in the research, mainly: questionnaire, observation, interview and test. The operational field was conducted using one group pretest-posttest design. Students' science process skills and students' analyze abilities were tested by paired sample t-test and counted by normalized gain score. The results of the research can be concluded that: 1) The characteristic of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map, mainly: aspect of students' science process skills and students' analyze abilities, science literate abilities (be able to understand, read, write and think in terms of science); 2) The development of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map used modification Borg & Gall, mainly: preliminary research, planning, developing the initial products, preliminary field test, major product revision, main field test, the operational product revision, operational field, revision of the final product, the dissemination and the implementation of the product; 3) The feasibility of environmental pollution module based on problem posing with spider concept map average obtained is 3,51 that's "very good" categories; and 4) The environmental pollution module based on problem posing with spider concept map is effective to empowering students' science process skills with 0,60 N-gain score that's "middle" categories and empowering students' analyze abilities with 0,57 N-gain score that's "middle" categories.

Keywords: environmental pollution, problem posing, spider concept map, students' science process skills and students' analyze abilities

LATAR BELAKANG

Pendidikan merupakan salah satu upaya untuk mengembangkan dan meningkatkan sumber daya manusia yang berkualitas. Menurut Putranto (2010), salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sumber daya manusia adalah meningkatkan kualitas pendidikan yang berfokus pada pengembangan kemampuan berfikir siswa dalam menyongsong abad 21. Pendidikan yang sesuai dengan perkembangan abad 21 lebih mengandalkan pada pengembangan keterampilan yang meliputi, keterampilan berpikir, keterampilan memecahkan masalah

dan keterampilan berkomunikasi yang mendukung optimalisasi pada proses pencapaian pendidikan.

Pendidikan sains diharapkan dapat menjawab tantangan perkembangan abad 21 karena memiliki karakteristik pembelajaran yang mengacu pada hakikat sains. Hakikat pembelajaran biologi sebagai salah satu dari ilmu sains meliputi: proses, produk, sikap dan teknologi (Carin & Evans dalam Suciati, 2011). Hakikat sains sebagai proses keterampilan dalam pembelajaran diarahkan pada pembentukan keterampilan proses sains yang merupakan keterampilan kinerja siswa dalam mengamati, mengumpulkan data, mengolah data, menginterpretasikan data, menyimpulkan dan mengkomunikasikan. Sains

sebagai produk, berarti dalam Biologi terdapat produk yang berupa konsep, dalil, hukum, teori, dan prinsip yang sudah diterima kebenarannya (Carin & Evans dalam Suciati, 2011). Sains sebagai sikap berarti dalam Biologi terkandung pengembangan sikap ilmiah diantaranya: terbuka, obyektif, berorientasi pada kenyataan, bertanggungjawab dan beker-ja sama. Adapun, sains sebagai teknologi berarti biologi berkaitan erat dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan berbagai permasalahan yang muncul.

Karakteristik pendidikan sains tersebut diharapkan dapat mendorong siswa untuk membangun pengetahuannya sendiri untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang menuntut berpikir kritis terutama kemampuan menganalisis. Kemampuan menganalisis adalah untuk merinci atau menguraikan suatu masalah (soal) menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (komponen) serta mampu untuk memahami hubungan diantara bagian-bagian tersebut (Suherman dan Sukjaya, 1990: 49). Pendidikan sains yang diharapkan dapat melatih siswa untuk menjawab tantangan permasalahan abad 21 perlu dibekali dengan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis terutama kemampuan menganalisis.

Pada kenyataannya, kemampuan siswa dibidang sains masih kurang. Berdasarkan data PISA sejak tahun 2000 – 2009 menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia rendah. Literasi sains berkaitan dengan keterampilan proses sains, karena dalam literasi sains terdapat aktifitas mengidentifikasi, menyimpulkan dan mengkomunikasikan (Toharudin, et al., 2011). Tahun 2000 siswa Indonesia berada pada peringkat ke-38 dari 41 negara peserta, tahun 2003 pada peringkat ke-38 dari 40 negara peserta, tahun 2006 peringkat ke-50 dari 57 negara peserta dan tahun 2009 peringkat ke-60 dari 65 negara peserta (Balitbang Kemendikbud, 2014). Sedangkan Berdasarkan data PISA (2013), menunjukkan bahwa siswa Indonesia berada pada peringkat ke-64 dari 65 negara peserta.

Hasil observasi di SMAN 1 Sumberlawang menunjukkan bahwa siswa kesulitan dalam berpikir analisis. Hal tersebut ditunjukkan dengan rendahnya hasil belajar siswa terutama ketika dituntut menyelesaikan soal-soal yang membutuhkan analisis yang meliputi kemampuan menguji ide, mengenali argumen dan mengenali alasan dan pernyataan (Facione, 2001). Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menguji ide sebesar (53,12%), kemampuan mengenali argumen (62,50%) dan kemampuan mengenali alasan dan pernyataan (68,75%).

Salah satu masalah yang dihadapi dunia pendidikan adalah lemahnya proses pembelajaran (Adi, 2009). Hasil studi pustaka di SMAN 1 Sumberlawang melalui Standar Nasional Pendidikan, menunjukkan bahwa standar proses memiliki capaian terendah yaitu sebesar 86,67% (Kemendikbud, 2013). Rendahnya standar proses dipengaruhi oleh kurang optimalnya proses pembelajaran. Kurang optimalnya proses pembelajaran juga berdampak

pada rendahnya keterampilan proses sains siswa. Hal ini ditunjukkan lemahnya kemampuan siswa dalam: merumuskan masalah (56,25%), membuat hipotesis (62,50%) dan mengkomunikasikan hasil percobaan (68,75%).

Ditinjau dari aspek bahan ajar, pembelajaran kurang didukung oleh bahan ajar yang memadai. Hasil analisis profil buku ajar di SMAN 1 Sumberlawang berupa buku paket yang umumnya ada di pasaran. Buku ajar tersebut memiliki cakupan materi yang sangat luas, kegiatan praktikum siswa kurang melibatkan keterampilan proses sains karena sudah ditentukan alat, bahan dan cara kerja.

Materi Pencemaran Lingkungan merupakan salah satu materi yang masuk dalam kisi-kisi ujian nasional. Berdasarkan analisis kesulitan belajar siswa menunjukkan bahwa hasil UN pada materi Pencemaran Lingkungan di SMAN 1 Sumberlawang rata-rata ketuntasan rendah, yaitu sebesar 62,50% (Balitbang, 2013). Sementara materi Pencemaran Lingkungan merupakan materi yang berhubungan dengan permasalahan kehidupan sehari-hari siswa, sehingga penting bagi siswa untuk dipelajari.

Adanya kesenjangan tersebut perlu adanya solusi yaitu berupa modul Pencemaran Lingkungan yang diharapkan mampu memberdayakan kemampuan siswa dalam hal menguasai produk sains, seperti konsep-konsep, menggunakan metode ilmiah untuk memecahkan masalah, memiliki nilai yang berkaitan dengan masalah sikap setelah terbiasa mempelajari dan menguasai produk dan proses sains.

Problem posing adalah model pembelajaran yang dapat melatih siswa memecahkan masalah yang dapat mendorong siswa dalam mempelajari materi secara lebih terorganisir dan terkoordinir serta mengarahkan siswa lebih aktif mencari sumberbelajar dari berbagai literatur guna membantu pada saat memecahkan masalah hingga mencari solusi dari suatu permasalahan melalui langkah-langkah pembelajaran untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Sintaks dalam *problem posing* diharapkan memfasilitasi siswa dalam rangka membangun pengetahuannya, meliputi: mengidentifikasi masalah, menampilkan masalah, membahas alternatif pemecahan masalah, mendiskusikan masalah, menerapkan konsep pada situasi baru dan mempresentasikan hasil kerja kelompok (Silver dalam Wahyuni, 2012).

Proses menganalisis suatu masalah membutuhkan kemampuan memahami keterkaitan antar konsep, sehingga dalam rangka memudahkan siswa dalam belajar diperlukan teknik-teknik pemetaan untuk menguasai konsep-konsep yang hendak dicapai. Menurut Martin (dalam Trianto, 2007: 157), pemetaan konsep merupakan inovasi baru yang penting untuk membantu siswa menghasilkan pembelajaran bermakna dalam kelas. Pemetaan konsep dapat disajikan dalam berbagai tipe. Menurut Nur (dalam Trianto, 2007:161), pemetaan konsep ada empat macam, yaitu pohon jaringan, rantai kejadian, peta konsep siklus, dan peta konsep laba-laba (*spider concept map*). *Spider concept map* merupakan salah satu teknik pemetaan yang membantu siswa dalam memahami

macam-macam konsep yang ditanamkan dari konsep utama menuju anak konsep lainnya yang diajarkan.

METODE

Penelitian dan pengembangan (Research & Development) menggunakan modifikasi Borg and Gall (Tim Puslitjaknov, 2008:10-11). Instrumen yang digunakan meliputi angket, observasi, wawancara dan tes. Uji lapangan operasional menggunakan *one group pretest-postest* design. Data keterampilan proses sains dan kemampuan menganalisis diuji dengan *paired sample t-Test* dan dihitung menggunakan *gain* skor ternormalisasi dengan kriteria sebagaimana Tabel 1.

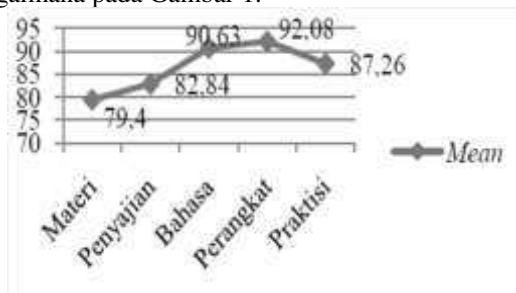
Tabel 1. Kriteria *Gain* Ternormalisasi

Nilai <g>	Kriteria
<g> ≥ 0,7	Tinggi
0,7 >> <g> ≥ 0,3	Sedang
<g> < 0,3	Rendah

Sumber: (Hake, 1998: 1)

HASIL DAN PEMBAHASAN

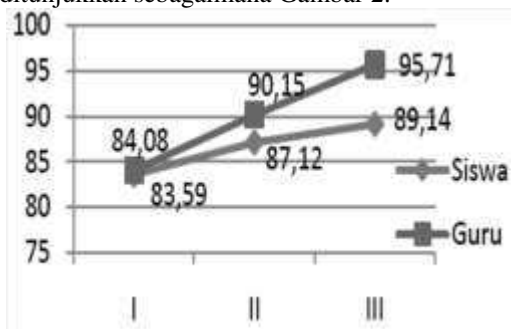
Hasil pengembangan modul berbasis *problem posing* disertai *spider concept map* terlihat dari beberapa validasi sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Keseluruhan Validasi Modul

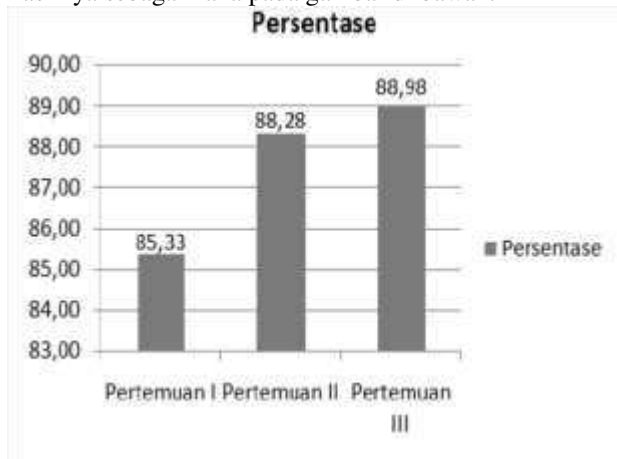
Ciri khas modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* disertai *spider concept map* adalah pada aspek perangkat pembelajarannya dan aspek bahasa yang menunjukkan skor di atas 90,00% dan paling rendah pada aspek materi sebesar 79,4%.

Aspek keterlaksanaan sintaks pembelajaran berbasis *problem posing* pada saat proses pembelajaran berlangsung ditunjukkan sebagaimana Gambar 2.

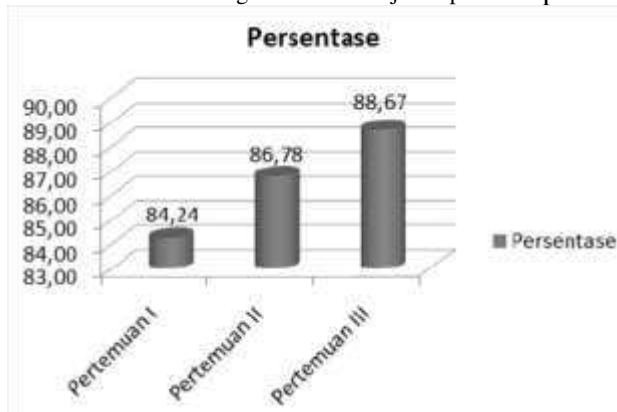


Gambar 2. Grafik Keterlaksanaan Sintaks

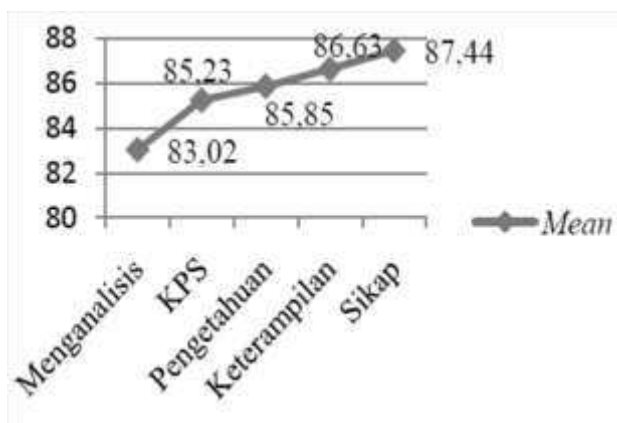
Setelah proses pembelajaran selesai siswa di tes untuk mengetahui hasil belajar di akhir kompetensi dasar. Hasilnya sebagaimana pada gambar di bawah.



Gambar 3. Histogram Hasil Belajar Aspek Sikap



Gambar 4. Histogram Hasil Belajar Aspek Keterampilan



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil Belajar

1. Karakteristik Modul
Karakteristik modul

Pertama, memberi peluang siswa dalam keterampilan proses. Keterampilan proses yang dimaksud dalam modul berbasis *problem posing* adalah keterampilan proses sains. KPS menurut Dimiyati dan Mudjiono (2009), meliputi: mengamati, mengelompokkan/ klasifikasi, menafsirkan, meramalkan, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep dan mengkomunikasikan. **Kedua**, kemampuan berpikir siswa. Siswa dituntut untuk melakukan proses berpikir ilmiah melalui berpikir kritis terutama kemampuan menganalisis, yang meliputi: kemampuan menguji ide, mengenali argumen dan mengenali alasan dan pernyataan (Facione, 2001). Proses berpikir tersebut dilalui siswa agar membekali dalam kehidupannya kelak di masyarakat. **Ketiga**, kemampuan literasi sains yang meliputi empat aspek, yaitu: memahami istilah sains, membaca dalam sains, menulis tentang sains dan berbicara dalam sains (Toharudin, *et al.*, 2011).

2. Prosedur Pengembangan Modul

Penelitian dan pengembangan menggunakan modifikasi Borg and Gall (Tim Puslitjaknov, 2008:10-11) terdiri 10 tahapan, meliputi: penelitian pendahu-luan, perencanaan, Pengembangan ben-tuk produk awal, uji coba lapangan tahap awal, revisi produk utama, uji lapangan utama, revisi produk operasional, uji lapangan operasional, revisi produk akhir, diseminasi dan implementasi produk.

3. Kelayakan Modul Pencemaran Lingkungan Berbasis *Problem Posing*

Kelayakan modul ditentukan oleh beberapa validator, praktisi dan pengguna modul dalam hal ini adalah ahli, guru dan siswa. Ciri-ciri modul yang dianggap layak menurut Santyasa (2009), antara lain: 1) Didahului oleh pernyataan sasaran belajar; 2) Pengetahuan disusun sedemikian rupa, sehingga dapat menggiring partisipasi siswa secara aktif; 3) Memuat sistem penilaian berdasarkan penguasaan; 4) Memuat semua unsur bahan pelajaran dan semua tugas pelajaran; 5) Memberi peluang bagi perbedaan antar individu siswa; dan 6) Mengarah pada suatu tujuan belajar tuntas. Kelayakan sebuah modul dapat dilihat dari berbagai aspek. **Pertama**, berdasarkan aspek penyajian modul. Pada aspek ini didapatkan hasil bahwa modul sudah memenuhi kriteria sebagai modul yang baik untuk digunakan oleh siswa dan guru. **Kedua**, berdasarkan materi/isi modul. Uraian isi pembelajaran menyangkut masalah strategi pengor-ganisasian isi pembe-lajaran menurut Mehrens & Lehman (1984), strategi diartikan sebagai strategi yang mengacu ke-pada cara untuk membuat urutan (*squencing*) dan mensintesis (*synthesi-zing*) fakta, konsep, prosedur, dan prinsip-prinsip yang berkaitan. **Ketiga**, berdasarkan aspek kebahasaan sebagai gaya komunikasi modul kepada siswa dan guru. Bahasa menjadi bahasa simbolik yang penting sebagai sarana mengko-munikasikan maksud yang hendak dicapai dari modul yang dikembangkan. Modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* memiliki karakteristik kebahasaan yang paling tinggi dibanding lainnya dan hal ini menjadi ciri khusus modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing*.

4. Efektivitas Modul

Efektifitas modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* didasarkan pada ada tidaknya kenaikan hasil belajar, keterampilan proses sains dan kemampuan menganalisis.

4. Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar siswa sebagai salah satu indikator keberhasilan proses pembelajaran meliputi 3 aspek, yaitu: aspek pengetahuan, aspek sikap dan aspek keterampilan. **Pertama**, berdasarkan hasil analisis aspek pengetahuan dapat disimpulkan bahwa pemberian modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* dapat meningkatkan hasil belajar pengetahuan siswa. Wenno (2010: 186), mengemukakan bahwa melakukan pem-belajaran dengan modul membuat siswa lebih mudah memahami konsep/materi sehingga hasil belajar siswa dapat meningkat. Pembelajaran yang baik dan menyenangkan adalah pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa tentang ide/gagasan yang dimiliki. Proses pembelajaran tersebut akan mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dan membangun pengetahuan, sikap, serta perilaku. Pembelajaran dengan menggunakan modul berbasis *problem posing* mendorong siswa untuk lebih aktif dalam melakukan eksperimen, membuktikan rumusan masalah, berdiskusi, dan komunikatif dalam menjelaskan hasil eksperimen, sehingga hal tersebut mendorong peningkatan hasil belajar siswa.

Kedua, hasil belajar aspek sikap. Berdasarkan hasil analisis, nilai aspek sikap siswa mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena siswa mulai terbiasa dengan modul yang dikembangkan. Siswa juga lebih aktif bekerja sama dengan teman saat praktikum dan diskusi. Depdiknas (2003: 6), mengemukakan bahwa diskusi merupakan salah satu kondisi belajar yang sesuai dengan filosofi konstruktivisme karena dalam diskusi siswa dapat mengungkapkan gagasan, melakukan penelitian secara sederhana, demonstrasi, juga kegiatan lain yang memberikan ruang kepada siswa untuk dapat mempertanyakan, memodifikasi, atau mempertajam gagasannya. Selain diskusi siswa juga sebaiknya diberikan kesempatan berinteraksi dengan anggota kelompoknya. Gulo (2004: 130), mengemukakan di dalam kelompok, seseorang berbicara, yang lain mendengar, ada juga yang bertanya, dan ada yang menjawab. Diskusi kelompok berjalan dengan lancar jika ditunjang dengan sumber informasi seperti buku, atau narasumber. Johnson (2009: 166), ber-pendapat bahwa setiap pengetahuan yang dimiliki seseorang dalam kelompok akan men-jadi *output* bagi anggota kelompok lain, dan *output* ini akan menjadi *input* bagi yang lain. Jika setiap individu yang berbeda mam-bangun hubungan dengan cara tersebut, maka akan terbentuk suatu sistem yang baik di dalam kelompok.

Ketiga, hasil belajar aspek keterampilan. Hasil belajar aspek keterampilan juga mengalami kenaikan pada tiap pertemuan karena siswa telah terbiasa dengan metode praktikum, maka keterampilan siswa dalam penggunaan alat juga semakin baik. Depdiknas (2003: 7), mengemukakan bahwa pelajaran sains memfokuskan kegiatan pada penemuan dan pengolahan informasi melalui kegiatan mengamati, mengukur, mengajukan pertanyaan, mengklasifikasi, memecahkan masalah, dan

sebagainya. Hal senada juga dikemukakan oleh Rahayu, et al. (2013: 133), menyatakan bahwa nilai rata-rata aspek keterampilan mengalami peningkatan karena siswa terlibat aktif dan lebih terarah saat praktikum.

5. Keterampilan Proses Sains

Hasil belajar untuk keterampilan proses sains menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan sebelum pembelajaran dilakukan. Modul pencemaran lingkungan yang dikemas dengan teknik praktikum membuat siswa menjadi lebih termotivasi dan mengasah keterampilan proses sains. Menurut Deden (2013), menyatakan bahwa melalui kegiatan praktikum keterampilan proses sains siswa dapat ditingkatkan. Keterampilan proses sains terdiri atas beberapa bagian menurut Ango (2002), terdiri dari sebelas keterampilan yaitu, *observing* (observasi), *classifying* (klasifikasi), *inferring* (menafsirkan), *predicting* (prediksi), *communicating* (komunikasi), *interpreting data* (interpretasi data), *making operational definitions* (menerapkan konsep), *posing questions* (mengajukan pertanyaan), *hypothessing* (hipotesis), *experimenting* (berk eksperimen) and *formulating* (membuat eksperimen).

Keterampilan proses sains merupakan kemampuan prosedural yang diperlukan untuk melakukan kegiatan seperti praktikum atau pengetahuan tentang cara” melakukan sesuatu. Pengetahuan ini mencakup pengetahuan tentang keterampilan, algoritma, teknik, dan metode (Dochy, 1995). Pengetahuan prosedural ini terbagi menjadi tiga subjenis yaitu: 1) Pengetahuan tentang keterampilan dalam bidang tertentu dan algoritma; 2) Pengetahuan tentang teknik dan metode dalam bidang tertentu; dan 3) Pengetahuan tentang kriteria untuk menentukan kapan harus menggunakan prosedur yang tepat.

Kemampuan Menganalisis

Kemampuan menganalisis merupakan kemampuan siswa untuk menguraikan atau memisahkan suatu hal ke dalam bagian-bagiannya dan dapat mencari keterkaitan antara bagian-bagian tersebut. Tuntutan dalam kemampuan analisis adalah memisahkan materi (informasi) ke dalam bagian-bagiannya yang perlu, mencari hubungan antarabagian-bagiannya, mampu melihat (mengenal) komponen-komponennya, bagaimana komponen itu berhubungan dan terorganisasikan, membedakan fakta dari hayalan. Kemampuan analisis didalamnya juga termasuk kemampuan menyelesaikan soal-soal yang tidak rutin, menemukan hubungan, membuktikan dan mengomentari bukti, dan merumuskan serta menunjukkan benarnya suatu generalisasi, tetapi baru dalam tahap analisis belum dapat menyusun. Pendapat lain menurut Suherman dan Sukjaya (1990: 49), menyatakan bahwa kemampuan analisis adalah kemampuan untuk merinci atau menguraikan suatu masalah (soal) menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (komponen) serta mampu untuk memahami hubungan diantara bagian-bagian tersebut. Hal ini juga diperkuat oleh Bloom yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir analitis menekankan pada pemecahan materi ke dalam bagian-bagian yang lebih khusus atau kecil dan mendeteksi hubungan-hubungan dan bagian-bagian tersebut dan bagian-bagian itu diorganisir. Menurut Xia et al. (2008: 154), pembelajaran

yang melibatkan aktivitas *problem posing* dapat menimbulkan ketertarikan siswa terhadap pelajaran, meningkatkan kemampuan mereka dalam mengajukan masalah dan meningkatkan kemampuan belajar dengan baik. Hasil ini juga sesuai dengan apa yang dinyatakan oleh Cai (2003), menyatakan bahwa *problem posing* dapat meningkatkan penalaran dan refleksi untuk pemahaman yang lebih dalam. Sintak *problem posing* membiasakan siswa untuk melatih kemampuan siswa dalam menganalisis berbagai permasalahan hingga menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Menurut Cankoy et al., (2010:12), dengan diberikan pembelajaran *problem posing* lebih baik dari pada siswa yang tidak diberikan pembelajaran dengan *problem posing* dalam menyelesaikan tes pemahaman masalah. Hal senada juga disampaikan Lee (2010:12), bahwa kemampuan siswa dalam memecahkan masalah meningkat setelah diberikan pembelajaran *problem posing*.

Hubungan diantara pengajuan masalah dengan kemampuan menganalisis terletak pada menguji ide dalam pengajuan masalah mengacu kepada kemampuan siswa membuat masalah sekaligus penyelesaiannya dengan beragam dan benar, mengenali argumen dalam pengajuan masalah mengacu pada kemampuan siswa memiliki cara penyelesaian berbeda-beda terhadap masalah yang diajukannya namun masalah yang diajukan masih memiliki keterkaitan dan mengenali alasan atau pernyataan dalam pengajuan masalah mengacu pada kemampuan siswa dalam mengajukan masalah yang berbeda dari masalah yang diajukan sebelumnya dan siswa tahu mengapa mengajukan masalah tersebut.

Keterkaitan Problem posing Disertai Spider Concept Map Terhadap Hasil Belajar

Hal terpenting dari sintaks *problem posing* yang dapat memberdayakan kemampuannya adalah kemampuan mengajukan masalah, keterkaitan pembuatan soal dan pemecahan masalah diungkapkan. English (1997), menyatakan bahwa membuat soal/ masalah berarti tahap awal dalam memecahkan masalah, yaitu memahami soal telah terlewat, sehingga untuk menyelesaikan soal dengan tahap berikutnya akan terbuka. Sementara itu Silver dan Cai (1996), menyatakan bahwa kemampuan pembuatan soal berkorelasi positif dengan kemampuan pemecahan masalah. Hal tersebut juga sesuai dengan pendapat bahwa Ahmad dan Zanzali (2006: 7), bahwa siswa seharusnya di dalam proses belajar mengajar digunakan pendekatan alternatif yang membuat siswa berkesempatan untuk mengajukan masalah. Dalam mengajukan masalah, kemampuan siswa dalam *explore* pengetahuannya tidak terbatas, sehingga terkadang hal ini di luar dari pemahaman guru. Melalui aktivitas ini dimungkinkan pengetahuan siswa melampaui apa yang kita harapkan karena peserta diberikan keleluasaan untuk mengeluarkan berbagai idenya. *Problem posing* pada intinya adalah meminta siswa untuk mengajukan soal atau masalah yang diajukan dapat berdasar pada topik luas, soal yang sudah dikerjakan atau informasi tertentu yang diberikan oleh guru (Ketut, 2004).

Dalam pengajuan masalah atau soal oleh siswa hendaknya didasarkan pada situasi yang diberikan oleh

guru. Situasi dalam hal ini bisa berupa informasi (pernyataan), pertanyaan dan sebagainya. Pengajuan soal juga merupakan kegiatan yang mengarah pada pembentukan sikap kritis dan kreatif, karena dalam pengajuan soal siswa diminta membuat pertanyaan dari informasi yang diberikan guru (Dinawati, 2001).

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa kekuatan model *problem posing* terletak pada kemampuan siswa dalam membuat/ mengajukan masalah. Adapun kelemahan utama menurut Silver dalam Ika (2011), terletak juga terletak pada penguasaan bahasa dimana siswa mengalami kesulitan dalam membuat kalimat tanya. Kelemahan ini apabila dapat dilampaui siswa, maka akan mampu melewati tahapan-tahapan berikutnya, karena dengan membuat soal/masalah berarti tahap awal dalam memecahkan masalah, yaitu memahami masalah telah terlewati, sehingga untuk menyelesaikan soal dengan tahap berikutnya akan lebih terbuka. Sehingga diharapkan pada proses pembelajaran siswa akan mampu menemukan solusi dari permasalahan. Siswa yang telah menemukan solusi akan mampu menerapkan pengetahuannya pada situasi baru dengan catatan memiliki kemiripan permasalahan, dengan demikian tentu akan berkorelasi positif dengan hasil belajarnya.

Siswa yang telah menggunakan pemetaan menemukan bahwa peta konsep memberi mereka basis logis untuk memutuskan ide utama apa yang akan dimasukkan atau dihapus dan rencana-rencana dan pengajaran sains mereka. Konsep utama akan membantu dalam merumuskan konsep-konsep lainnya dengan baik. Jenis pemetaan yang memungkinkan diterapkan antara lain teknik *spider concept map*.

Spider concept map lebih membantu untuk memperbesar struktur pengetahuan. Dari hasil penelitian, menunjukkan siswa merasa lebih baik pada *spider concept map*. Proses berpikir siswa dengan menggunakan *spider concept map* menggunakan pola tidak hierarkis, membawa kemudahan dan keluasan dalam menemukan konsep-konsep tidak terbatas. Konsep yang didapatkan berasal dari proses berpikir siswa dalam menemukan pengetahuan mereka (pembelajaran bermakna) dengan pola pikir yang umum dan luas memungkinkan siswa untuk membuat konsep yang utama hingga konsep-konsep lainnya yang saling berhubungan satu sama lainnya. Selain konsep, siswa juga dapat merumuskan contoh-contoh dalam cabang konsep yang merupakan penjabaran dari kekhususan konsep, sehingga mudah dipahami. Pemetaan menurut Goodman (1984), Mason (1992) dan Minstrell (1989), bahwa pemetaan konsep membantu dalam ilmu pembelajaran dan secara langsung mendapatkan dampak pada prestasi.

KESIMPULAN

Karakteristik modul berbasis *problem posing*, diantaranya: memberi peluang kepada siswa untuk mengembangkan keterampilan proses sains, kemampuan berpikir dan kemampuan literasi sains.

Penelitian dan pengembangan menggunakan modifikasi Borg dan Gall (Tim Puslitjaknov, 2008:10-11) terdiri 10 tahapan, meliputi: penelitian pendahuluan, perencanaan, mengembangkan bentuk produk awal, uji coba lapangan tahap awal, revisi produk utama, uji lapangan utama, revisi produk operasional, uji lapangan operasional, revisi produk akhir, diseminasi dan implementasi produk.

Kelayakan modul Pencemaran Lingkungan berbasis *problem posing* disertai *spider concept map* ditunjukkan melalui hasil validasi aspek penyajian, aspek kebahasaan, aspek materi dan perangkat pembelajaran yang mendapatkan skor rata-rata 3,51 dengan kategori "sangat baik".

Modul Pencemaran Lingkungan berbasis *problem posing* disertai *spider concept map* efektif memberdayakan KPS dengan N-gain score sebesar 0,60 dengan kategori "sedang" dan kemampuan menganalisis dengan N-gain score sebesar 0,57 dengan kategori "sedang".

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* ini dapat diterapkan pada materi pencemaran dan dijadikan salah satu contoh pengembangan bahan ajar oleh guru. Kelemahan modul berbasis *problem posing* terletak pada sintaks pengajuan masalah, karena siswa kesulitan dalam bahasa ketika akan membuat kalimat tanya, modul pencemaran lingkungan berbasis *problem posing* mungkin dapat dikembangkan untuk materi lain yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, M. 2009. Upaya Peningkatan Aktivitas Belajar dan Kemampuan Kognitif C1-C3 Melalui Pendekatan Problem Posing Pada Pembelajaran Biologi Materi Klasifikasi Makhluk Hidup untuk Siswa Kelas VII b MTsN Bantul TA 2008/2009. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Ahmad, S. dan Zanzali, N. 2006. Problem Posing Abilities in Mathematics of Malaysian Primary year 5 Children: An Exploratory Study. Jurnal Pendidikan Universitas teknologi Malaysia, 1-9
- Balitbang Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. Hasil Ujian Nasional SMA/SMK se-Indonesia. Jakarta: Kemendikbud
- Cai, J. 2003. Singaporean Students' Mathematical Thinking in Problem Solving and Problem Posing: an Exploratory Study. International Journal of Mathematics Education in Science and Technology, 34 (5): 719 - 737
- Cankoy, O. and Darbaz, S. 2010. Effect of Problem posing Instruction on understanding Problem. H. U. Journal of Education. 38: 11-24
- Deden. 2013. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Metode Eksperimen Dalam Pembelajaran IPA Kelas VI Sdn 47 Ramban Sanggau. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Departemen Pendidikan Nasional. 2003. Sains. Jakarta: Pengembangan Sistem dan Pengendalian program

- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: Rineka Cipta
- Dinawati, T. 2001. Pengajuan Soal (Problem posing) sebagai Upaya Meningkatkan Pemahaman Siswa dalam Belajar Matematika di Sekolah. *Jurnal Teknobel*, Maret 2001, Vol. 2(1): 64-65
- Dochy, F., dan Alexander, P. 1995. Mapping Prior Knowledge: A Framework of Discussion among Researcher. *European Journal of Psychology in Education*, 10: 224 - 242
- English, L. D. 1997. Promoting a Problem Posing Classroom. *Teaching Children Mathematics Journal*. November 1997: 172 - 179
- Facione, P.F. 2001. California CT skill test. Millbrae, CA: California Academic Press
- Goodman, J. 1984. Relation and teacher education: A case study and theoretical analysis. *Interchange*, 15(3): 9-26
- Gulo, W. 2004. Metodologi Penelitian. Jakarta: Grasindo
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. 8 Standar Nasional Pendidikan. Jakarta: Kemendikbud
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2014. Dokumen Kurikulum 2013. Jakarta: Kemendikbud
- Ketut, S. 2004. Pembelajaran dengan Pendekatan Problem Solving dan Problem Posing Untuk Meningkatkan Aktivitas Siswa. *Jurnal Kependidikan*, Mei 2004, Vol. (1): 52
- Lee, S. 2010. The Effect of Alternative Solutions on Problem posing. Taipei Municipal University of Education Vol. 1(1): 1-17
- Mason, C.L. 1992. Concept mapping: A tool to develop reflective science instruction. *Science education*, 76(1): 51-63
- Mehrens, W. A. and Lehmann, I. J. 1984. Measurement and evaluation in education. Newyork, ELC
- Minstrell, J.A. 1989. Teaching science for understanding. In L.B. resnick & L.E klopfers (Eds) towards the thinking curriculum: cognitive research 1989. ASCD Year book
- PISA. 2013. Results in Focus: Programme for International Student Assessment Volume VI, Students and Money: Financial Literacy Skills for the 21st Century (forthcoming, 2014), examines students experience with and knowledge about money. psychology, Third edition. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Puslitjaknov. 2008. Penelitian dan Pengembangan. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Putranto, P.E. 2010. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Circ Berbantuan Modul Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Hasil Belajar Siswa Kelas VIIIA MTs N 1 Gemolong Tahun Ajaran 2009/2010. (Jurnal Skripsi Tidak Dipublikasikan: Surakarta: FKIP UNS)
- Rahayu, S., Widodo, A.T, dan Sudarmin. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Berbantuan Media "I Am A Scientist". (Jurnal Tesis Tidak Dipublikasikan: Prodi Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang)
- Santayasa. 2009. Metode Penelitian Pengembangan dan Teori Pengembangan Modul. Bali: Undiksha
- Silver, E. and Cai, J. 1996. An Analysis of Arithmatic Problem Posing by MiddlenSchool Students. *Journal for Research in Mathematis Education*, Vol.2(5). November 1996: 521 - 539
- Suciati. 2011. Membangun Karakter Peserta Didik Melalui Pembelajaran Biologi Berbasis Keterampilan Proses. Prosiding. Seminar Nasional VII Pendidikan Biologi FKIP UNS
- Suherman, E. dan Sukjaya, Y. 1990. Petunjuk Praktis untuk Melaksanakan Evaluasi Pendidikan Matematika. Bandung: Wiyakusumah 157
- Toharudin, U., Hendrawati, S., Rustaman, A. 2011. Membangun Literasi Sains Peserta Didik. Bandung: Humaniora
- Trianto. 2007. Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik. Jakarta: Prestasi Pustaka
- Wenno, I. H. 2008. Strategi Belajar Mengajar Sains Berbasis Kontekstual. Yogyakarta: Inti Media
- Xia, X., Lü, C., Wang, B. 2008. Research on Mathematics Instruction Experi-ment Based Problem Posing. *Journal of Mathematics Education*, Vol. 1(1):153-16

Pengaruh Penggunaan Alat Peraga dari Bahan Bekas tentang Sistem Peredaran Darah pada Manusia Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Kota Kupang Tahun Ajaran 2014/2015

The Effect of the Use of Props from Scrap Materials on the Human Blood Circulatory System to the Learning Outcomes Biology of the Students XI SMAN 7 Kupang in the Academic Year 2014/2015

FRANSINA TH. NOMLENI, JAMES E. MERUKH

Universitas Kristen Artha Wacana Kupang
Jl. Adi Sucipto, Oesapa' PO.BOX 147, Kupang, Indonesia

*email: nomlenifince@gmail.com

Manuscript received: 5 Mei 2014 Revision accepted: 17 Juli 2014

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the use of props from scrap material on the human circulatory system to the learning outcomes compared to the results of studying biology classes which were not taught using the media props in class XI SMAN 7 Kupang in the academic year 2014/2015. Problems encountered in the scholar teachers do not use visual media in learning process so the impact is on learning outcomes biology students who do not achieve KKM 70. The method used in this study is the experimental method by using quasi-experimental design. Data collection was performed by using the test results of pretest and posttest as well as documentation. Results of pretest and post test data were analyzed using t test formula with two groups design. The results showed that there were differences in learning outcomes between classes that were taught by using media props circulatory system of scrap materials that the average value of the pretest value $X=39.03$ while the posttest value $X=80.80$ and classes that were taught by not using media props circulatory system of scrap materials pretest value $Y=37.58$ and posttest value $Y=65.48$. The difference between the two classes of learning outcomes is also indicated by the results of the calculations to test the hypothesis using the t-test the t value is 5.74, while t table is 2.000. Can be concluded that there is the effect of using props from scrap materials on the human circulatory system of the human circulatory system a better effect on learning outcomes compared to biology student learning outcomes and students who were taught not use theme diagrams in class XI SMAN 7 Kupang in the academic year 2014/2015. So it is recommended to teachers and prospective teachers in order to teach the material of the human circulatory system can use visual aids blood circulation system of scrap materials and also both teachers and prospective teachers can make props of scrap materials in other subject matter.

Keywords: Human visual aids blood circulatory system, learning outcomes

LATAR BELAKANG

Guru adalah salah satu komponen pendidikan tentunya mempunyai peran yang penting dalam upaya pencapaian tujuan pendidikan. Dalam proses belajar guru mempunyai tugas untuk memilih model pembelajaran berikut media yang tepat sesuai dengan materi yang disampaikan demi tercapainya tujuan pembelajaran. Guru sebagai fasilitator dapat memfasilitasi siswa dengan sarana dan prasarana yang dapat mendukung dalam proses pembelajaran supaya hasil belajar siswa dalam proses pembelajaran sesuai dengan yang diinginkan.

Hasil wawancara mengenai peran guru sebagai fasilitator di lokasi penelitian dalam hal ini dapat memfasilitasi siswa dengan sarana dan prasarana yang mendukung proses belajar-mengajar kepada siswa, untuk materi peredaran darah pada manusia belum menggunakan media dalam pembelajarannya. Karena tidak menggunakan media akibatnya dalam kegiatan

belajar mengajar (KBM) hanya terjadi komunikasi verbal saja sehingga membuat kondisi siswa di kelas pasif, siswa tidak memperhatikan saat guru mengajar di depan kelas dan tentunya hal ini berdampak pada nilai hasil belajar biologi siswa yang rendah. Menurut (Komalasari 2010: 111) cara belajar dengan mendengarkan ceramah dari guru merupakan wujud salah satu interaksi. Namun, belajar dengan hanya mendengarkan saja patut diragukan efektifitasnya. Belajar hanya akan efektif jika siswa diberikan banyak kesempatan untuk melakukan sesuatu melalui multimedia dan multimedia.

Informasi yang diperoleh melalui observasi dan wawancara dari guru mata pelajaran biologi SMA Negeri 7 Kota Kupang semakin menguatkan bahwa dampak dari pembelajaran yang tidak menggunakan media dalam pembelajarannya berdampak kepada hasil belajar siswa. Hal di atas terlihat dari hasil ulangan harian siswa yaitu ulangan hariannya belum mencapai Kriteria Ketuntasan

Minimal (KKM) 70, kelas XI IPA 3 jumlah siswa 30 orang, dengan nilai rata-rata ulangan hariannya mencapai ataupun lebih dari KKM sebanyak 12 siswa artinya yang tuntas 38% sedangkan yang tidak tuntas 68% atau rata-rata nilainya 59,30 dan kelas XI IPA 4 jumlah siswa 31 orang, dengan nilai rata-rata ulangan harian yang mencapai KKM sebanyak 15 orang artinya yang tuntas 48% sedangkan yang tidak tuntas 52% atau nilai rata-ratanya 61,83.

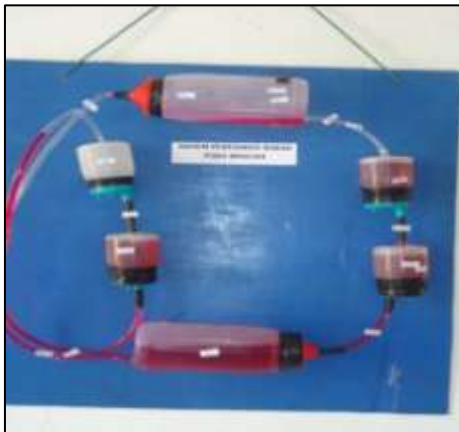
METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan desain kuasi eksperimen.

Prosedur Penelitian

Tahap Perencanaan

- Mengurus dan mempersiapkan surat izin penelitian
- Peneliti menyiapkan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP)
- Mempersiapkan soal tes disertai kunci jawabannya
- Peneliti menyiapkan alat peraga yang akan digunakan dalam pembelajaran.



Gambar 2. Desain Model Sistem Peredaran Darah

Cara Membuat Alat Peraga

Bahan dan Alat:

- 6 buah botol plastik transparan;
- Selang kecil diameter 3,5cm;
- 2 buah gotri kecil;
- 2 buah per kecil dari gel pen
- Air dan tinta print merah sebagai pewarna darah

Bagian-bagian alat peraga

- Alat peraga ini membutuhkan 6 buah botol (2 botol untuk serambi kiri dan kanan dan 2 botol untuk bilik kiri dan bilik kanan, 1 botol untuk seluruh tubuh dan 1 botol lagi sebagai paru-paru.
- Selang transparan secukupnya dijadikan sebagai pembuluh darah
- Katub jantung dibutuhkan selang, 2 buah gotri, 2 buah per dari pulpen yang bisa bergerak membuka dan menutup.

- Dilubangi bagian tutup dan dasar botol sebesar ukuran selang lalu rangkaikan botol dan selang seperti contoh gambar alat peraga sistem peredaran darah pada manusia.
- Rangkaian alat peraga ditempelkan pada triplek
- Rangkaian botol yang telah jadi, diisi dengan air dan pewarna makanan berwarna merah sebagai darah.

Cara Menggunakan alat peraga sistem peredaran darah dalam pembelajaran.

- Ketika bilik kiri jantung buatan ditekan air akan mengalir dari bilik kiri menuju keseluruhan tubuh melalui pembuluh nadi, kemudian menuju ke serambi kanan melalui pembuluh balik. Air tidak bisa masuk ke serambi kiri karena katub jantung kiri menutup dan katub kanan akan terbuka ketika bilik kiri ditekan
- Begitu juga ketika bilik kanan ditekan air akan mengalir dari bilik kanan menuju ke paru-paru melalui pembuluh nadi paru-paru kemudian menuju ke serambi kiri melalui pembuluh balik katub akan terbuka ketika bilik paru-paru. Air tidak masuk ke serambi kanan karena katub jantung kanan akan menutup dan katub akan terbuka ketika bilik kanan ditekan.
- Begitu seterusnya cara kerja alat. Gambaran fungsi jantung terhadap sirkulasi darah dilihat secara transparan karena semua bahan dibuat dari bahan yang transparan.

Tahap pelaksanaan

- Guru mengkondisikan siswa dengan mencatat kehadiran siswa, mengarahkan siswa untuk menyiapkan buku-buku yang berkaitan dengan mata pelajaran biologi;
- Guru memberi acuan kepada siswa dengan menginformasikan tujuan pembelajaran yang akan dilaksanakan;
- Guru melakukan pretes pada siswa untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol;
- Guru mendemonstrasikan dan menjelaskan materi sistem peredaran darah pada manusia dengan menggunakan alat peraga pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol tidak menggunakan alat peraga.

Tahap akhir

Guru mengadakan postes untuk mengetahui hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol.

TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Adapun teknik pengumpulan data dilakukan melalui tahapan yaitu: Observasi, Dokumentasi dan Tes hasil belajar yakni melakukan tes awal (*pre test*) dan tes akhir (*post test*)

TEKNIK ANALISIS DATA

Untuk menguji hipotesis penelitian dengan menggunakan rumus uji *tPretest dan Posttest two Group Design* (Arikunto, 2006) adalah:

$$t = \frac{M_x - M_y}{\sqrt{\left(\frac{\sum x^2 + \sum y^2}{N_x + N_y - 2}\right) \left(\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}\right)}}$$

Keterangan:

- t = Koefisien derajat perbedaan mean kedua kelompok
 M_x = Mean kelompok eksperimen
 M_y = Mean kelompok kontrol
 X = Deviasi setiap x_2 dan x_1
 Y = Deviasi setiap y_2 dan y_1
 N_x = Jumlah siswa kelompok eksperimen
 N_y = Jumlah siswa kelompok kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di lihat dari nilai rata-rata hasil belajar siswa yang dalam pembelajarannya menggunakan alat peraga sistem peredaran darah dari bahan bekas nilai rata-rata hasil belajar pada *pretes* sama tetapi ketika diberi perlakuan yang berbeda terjadi perbedaan nilai rata-rata yang signifikan antara kelas yang pembelajarannya tidak menggunakan media alat peraga dan kelas yang dalam pembelajarannya menggunakan alat peraga. Pada kelas yang pembelajarannya tidak menggunakan media alat peraga (kelas kontrol MIA 4) jumlah siswa yang mencapai KKM ≥ 70 berjumlah 11 orang siswa atau 33 %, sedangkan yang tidak mencapai KKM berjumlah 20 orang siswa atau 67 %. Pada kelas yang diajarkan dengan bantuan alat peraga tentang sistem peredaran darah (kelas eksperimen XI MIA 3) jumlah siswa yang mencapai KKM ≥ 70 mencapai 31 orang siswa atau 100 %. Dengan demikian disimpulkan bahwa: H_0 diterima jika $t_{hitung} <$ dari t_{tabel} atau sebaliknya H_0 ditolak dan H_1 diterima jika $t_{hitung} >$ dari t_{tabel} . Derajat bebas (db) = $(N_1 + N_2 - 2)$ yaitu $(31 + 31 - 2) = 60$. Dengan taraf signifikan 5% atau 0,05 adalah 2,000

Pada materi sistem peredaran darah pada manusia penggunaan alat peraga dalam pembelajaran menunjukkan hasil belajar siswa yang lebih baik daripada kelas yang diajarkan dengan tidak menggunakan media alat peraga selain itu, hal ini bisa terlihat dari antusias siswa ketika mengikuti pelajaran antara siswa yang diajar dengan alat peraga sangat antusias sampai akhir jam pelajaran, sedangkan pada kelas yang tidak menggunakan media alat peraga saja terlihat bahwa siswa cepat bosan. Pemilihan media yang tepat berpengaruh terhadap perhatian siswa di dalam kelas dan berlanjut pada meningkatnya hasil belajar siswa.

Hal ini sesuai dengan beberapa faktor yang mempengaruhi hasil belajar yaitu berkaitan dengan Pengajar yang *professional* yang dapat memilih media yang sesuai untuk pembelajaran, menciptakan atmosfer pembelajaran yang partisipatif dan interaktif di dalam kelas, dan sarana dan prasarana yang ada ataupun diciptakan untuk menunjang proses pembelajaran sehingga peserta didik merasa betah dan bergairah untuk belajar.

Penggunaan media alat peraga dalam pembelajaran dapat meletakkan dasar-dasar yang konkret untuk berpikir sehingga mengurangi verbalisme, memperbesar perhatian dan minat siswa terhadap materi pembelajaran, membuat pelajaran lebih menetap dengan tidak mudah dilupakan, memberi pengalaman yang nyata kepada siswa, membantu

tumbuhnya perkembangan pikiran dan perkembangan bahasa, menarik siswa untuk membicarakan lebih lanjut sehingga hasil belajar siswa dapat meningkat.

Hal di atas didukung oleh pendapat Wina putra (2005:55) bahwa rata-rata informasi yang seseorang peroleh melalui indera adalah 75% melalui penglihatan (visual), 13% melalui pendengaran (audio), 6% melalui sentuhan, dan 6% melalui penciuman dan pengecap. Sedangkan hasil belajar yang rendah akibat tidak menggunakan media dalam pembelajaran di kelas kontrol dapat menyebabkan terjadi verbalisme, karena tidak menggunakan media maka guru akan lebih banyak menjelaskan materi hal ini hanya memenuhi kebutuhan siswa dengan gaya belajar auditori (mendengarkan) sedangkan siswa dengan gaya belajar visual tidak terpenuhi kebutuhan belajarnya, dan bila pembelajaran yang diterapkan tidak menggunakan media dan hanya mendengarkan guru menjelaskan materi secara terus-menerus dapat menyebabkan siswa menjadi cepat bosan, dan ada kecenderungan membuat siswa di dalam kelas menjadi pasif.

Penggunaan alat peraga ini dapat memenuhi semua gaya belajar siswa berdasarkan modalitas. Alat peraga yang diperagakan guru memenuhi kebutuhan siswa dengan gaya belajar visual, penjelasan dari guru untuk melengkapi keterbatasan yang tidak dapat dijelaskan oleh alat peraga sehingga informasi yang diperoleh siswa lebih utuh hal ini memenuhi kebutuhan siswa dengan gaya belajar auditori sedangkan kesempatan kepada siswa untuk mendemonstrasikan sendiri dapat memenuhi gaya belajar siswa yang Kinestetik hal ini dapat membuat pembelajaran yang disampaikan berkesan, mudah diingat dan berdampak untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa Penggunaan media alat peraga dalam pembelajaran menunjukkan pengaruh yang lebih baik terhadap hasil belajar siswa dibandingkan dengan hasil belajar siswa pembelajarannya tidak menggunakan media alat peraga dengan nilai $t_{hitung} >$ t_{tabel} yaitu $5,74 > 2,000$. Hal ini juga, terlihat dari perbedaan nilai rata-rata kedua kelas *Pretes* $X = 39,03$ dan $Y = 37,5$ sedangkan untuk nilai postesnya setelah perlakuan $X = 80,80$ dan $Y = 65,4$.

SARAN

Bertolak dari kesimpulan di atas maka saran yang dapat disampaikan adalah

- Penggunaan alat peraga dari bahan bekas tentang sistem peredaran darah pada manusia diharapkan dapat dipakai oleh guru untuk mengajarkan materi Sistem peredaran darah pada manusia khususnya, untuk meningkatkan hasil belajar biologi.
- Bagi guru maupun mahasiswa dapat mencoba membuat alat peraga dari bahan bekas untuk materi pelajaran yang lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam proses penelitian ini, antara lain pihak sekolah SMA Negeri 7 Kota Kupang dan rekan-rekan dalam program studi Biologi yang telah membantu dalam proses penelitian sampai selesai. Tuhan memberkati semua pihak yang telah memabntu kami sampai selesai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Oviana wati dan Khatimah Husnil. Penggunaan alat peraga dari bahan bekas dalam menjelaskan sistem respirasi pada manusia di Man sawang Kabupaten aceh selatan, jurnal pendidikan biologi, vol.3 No.2 tahun 2011.
- Agustama Yudha dan Muksar makbul. (2013). Identifikasi gaya belajar matematika siswa kelas VII di SMA Neger 14 Malang. Universitas Negeri Malang.
- Arikunto, suharsimi. (2006). Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Arsyad, A. (2002). Media Pembelajaran, Edisi I. PT Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- Direktorat jenderal pendidikan menengah kementerian pendidikan dan kebudayaan (2011). Pedoman Pembuatan Alat Peraga Biologi Sederhana untuk SMA.
- Djamarah, Zain. (2010).Strategi Belajar Mengajar. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- FathurrohmanPupuh. (2007). Strategi Belajar Mengajar. Bandung. Refika Aditama.
- Hamalik Oemar. (2001). Perencanaan pengajaran berdasarkan pendekatan sistem. Bumi Aksara: Jakarta.
- Hanafiah Nanang, dkk.(2009), Konsep Strategi Pembelajaran, Bandung. PT Refika Aditama.
- Komalasari Kokom. (2010). Pembelajaran Kontekstual. PT Refika Aditama: Bandung.
- Sadiman, A, S. Dkk, (1996)Media Pendidikan Pengertian Pengembangan dan Pemanfaatannya, edisi 1. CV . Raja Wali : Jakarta.
- Sudjana, N. (2013). Penilaian Hasil Proses Belajar Menegajar. Bandung:PT Remaja Rosdakarya.
- Winata Putra, Udin. S. (2005). Strategi belajar mengajar. Jakarta Universitas Terbuka.

Kontribusi Naungan Pohon terhadap Kepadatan Cacing Tanah

The Effect of Tree Shading to Earthworms Density

SRI DWIASTUTI, SAJIDAN

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A Kentingan Surakarta

*email: dwiastuti54@gmail.com

Manuscript received: 3 Juli 2014 Revision accepted: 5 Agustus 2014

ABSTRACT

This research aims at exploring the contribution of the shade of tree towards the density of earthworms. The conversion of forest into a farmland caused a change in the shade of tree from a closed into an open ecosystem that was predicted to be followed by the decrease of earthworms density. The kinds of land that is used for research are forest, complex agroforestry, simple agroforestry, teak monoculture, teak-accacia polyculture, and peanut crops. The data were analyzed quantitatively using statistical methods by SPSS 0.16. The results show that the wide of tree shade contributes to the density of earthworms on rainy season as much as 71.5% and also contributes to the density of earthworms on dry season as much as 52.2%. From the results, it can be concluded that the shade of tree has a strong role towards the density of earthworms.

Keywords: shade of tree, earthworms

LATAR BELAKANG

Konversi hutan menjadi lahan pertanian merupakan bentuk degradasi dan kerusakan lahan dengan adanya penurunan naungan pohon sebagai satu ekosistem lingkungan. Sistem manajemen penggunaan lahan dapat mempengaruhi emisi CO₂ yang berkaitan erat dengan produksi pertanian (Flessa *et al.* 2002; Dalgaard *et al.* 2003). Berbagai penggunaan lahan dengan variasi tanaman budidaya yang ada saat ini memiliki sumbangan yang berbeda-beda terhadap kepadatan cacing tanah.

Cacing tanah merupakan makrofauna yang keberadaannya di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan. Naungan pohon akan mempertahankan iklim mikro terutama kelembaban udara (Hairiah, K. *et al.* 2004) yang mendukung kehidupan cacing tanah. Populasinya dipengaruhi oleh makanan yang tersedia pada ekosistem tersebut, yang berasal dari serasah tanaman dan berbagai sisa organik dari organisme lain, serta kondisi iklim mikro. Cacing tanah dapat merespon perubahan lingkungan dengan cara bermigrasi ke tempat lain (Sugiyarto, 2003). Kemudian Hale *et al.*, (2006) menyatakan bahwa perubahan struktur kimia tanah dan dinamika hara akan mempengaruhi invasi cacing tanah. Oleh karena itu cacing tanah dapat dijadikan bioindikator produktivitas dan kesinambungan fungsi tanah, sehingga eksistensi dan peran cacing tanah dapat digunakan sebagai informasi awal dalam rangka meningkatkan kesuburan tanah khususnya dilokasi penelitian yaitu tanah marginal berlahan induk kapur yang miskin hara.

Cacing tanah yang mengalami penurunan populasi disebabkan oleh penurunan atau hilangnya sejumlah

spesies tumbuhan, penurunan produksi serasah, perubahan sifat biologis, fisik dan kimia tanah, dan perubahan iklim mikro ke arah yang kurang menguntungkan (Nuril *et al.*, 1999). Namun demikian dikatakan oleh Foth (1994) bahwa cacing tanah tidak menyukai kondisi jenuh air dan peka radiasi sinar ultra violet. Cacing tanah tidak mampu makan serasah segar yang baru jatuh dari pohon. Serasah tersebut membutuhkan periode tertentu untuk lapuk atau terurai sampai cacing tanah mampu memakannya (Edward & Lofty, 1977). Cacing tanah akan meremah-remah substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran yang bercampur dengan tanah (Rahmawaty, 2004). Lebih lanjut bahan organik tanah sangat berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas biologi tanah dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Suin, 1997).

METODE

Pengambilan sampel cacing tanah menggunakan prosedur monolit yaitu cacing diambil pada tanah berukuran 25cmx25cmx30cm, diambil dari 4 lapisan kedalaman yaitu lapisan permukaan, 0-10cm, 10-20cm, dan 20-30 cm. yang dilakukan dengan metode *handsorting*. Untuk mencari kepadatan cacing tanah dengan cara menghitung jumlah spesies/ populasi (ekor/m²). Menghitung kepadatan (*density*, ekor/m²) dengan mengkonversi dari hitungan metode monolit dengan cm² ke satuan m² yaitu 10.000/625x jumlah cacing.

Pengukuran luas naungan pohon dilakukan dengan menggunakan meteran, dimana setiap pohon diukur

sebanyak 4 kali pengukuran diameter dengan batang utama pohon sebagai titik tengahnya. Untuk pengukuran iklim mikro dilakukan setiap pagi dan siang hari seminggu dua kali. Iklim Mikro yang diamati meliputi suhu tanah, kelembaban udara, sertasuhoodara. Pengukuran suhu tanah dengan menggunakan pH meter dan suhu udara serta kelembaban udara dengan termohigrometer.

Data penelitian dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik dengan alat bantu SPSS 0.16 dengan urutan sebagai berikut: Untuk mengetahui pengaruh Sistem Penggunaan Lahan terhadap faktor lingkungan yang memungkinkan adanya perbedaan kepadatan cacing tanah perlu diuji dengan *analysis of variance* (ANOVA). Dari hasil uji ANOVA dicari yang signifikan kemudian diuji lanjut dengan uji DUNCAN. Keeratan hubungan antar variabel diuji dengan analisis KORELASI. Bila hubungan dari korelasi tersebut sangat nyata atau nyata dilanjutkan dengan uji REGRESI untuk mengetahui bentuk hubungannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

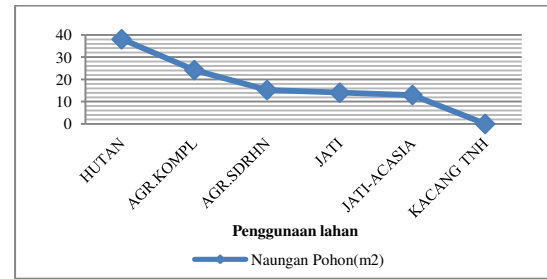
Adanya berbagai naungan pohon pada suatu lahan akan menciptakan iklim mikro yang memberikan kontribusi pada kepadatan cacing tanah. Kondisi lahan hutan, cacing tanah cenderung kehilangan biomassa dibandingkan kepadatannya. hal ini ditunjukkan bahwa biomassa cacing tanah di hutan sejumlah 11,03 gram/m² dan di lahan agroforestri cenderung lebih besar yaitu 40,77 gram/m², hal ini disebabkan hutan cenderung lebih lembab sehingga lebih mengarah ke reproduksinya untuk berkembang biakan cacing; seperti yang dikatakan oleh Hubbard, Jordan dan Syecker (1999) bahwa biomassa cacing akan meningkat kalau cacing berada pada lahan yang membutuhkan peengelolaan petani dengan pemupukan. Lebih lanjut Ansyori (2004) menjelaskan bahwa kepadatan dan distribusi cacing tanah tidak hanya berhubungan dengan pengelolaan lahan tetapi juga faktor tanah dan iklim.

Lingkungan yang terganggu atau terdegradasi pada umumnya memiliki fauna tanah yang mengalami penurunan komposisi maupun populasi yang disebabkan oleh penurunan atau hilangnya sejumlah spesies tumbuhan, penurunan kekayaan deposit seresah, perubahan sifat biologis, fisik dan kimia tanah dan perubahan iklim mikro (Erniwati, 2008; Nuril *et al.*, 1999).

a. Pengaruh Sistem Penggunaan Lahan terhadap Naungan Pohon,

Penggunaan lahan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap luas naungan pohon (Gambar 1), penggunaan lahan hutan dan lahan kacang tanah berbeda nyata dengan penggunaan lahan lain. Adanya naungan pohon akan mempengaruhi kondisi iklim mikro secara nyata antara lain kelembaban tanah dan kelembaban udara ($p < 0,00$), suhu tanah dan suhu udara ($p < 0,01$), kepadatan cacing tanah musim hujan ($p < 0,05$), dan kepadatan cacing tanah musim kemarau ($p < 0,01$), intensitas cahaya ($p < 0,01$). Hal ini membuktikan bahwa peran lingkungan

sangat penting dalam menentukan keberlanjutan suatu ekosistem.



Gambar 1. Luas naungan pohon pada berbagai penggunaan lahan.

Ekosistem hutan merupakan ekosistem yang sangat kompleks didalamnya tidak hanya pohon yang tinggi dengan naungan yang luas tapi juga ditumbuhi semak, tumbuhan bawah, mikro dan makrofauna yang saling berinteraksi satu sama lain yang secara keseluruhan membentuk persekutuan hidup. Dikatakan oleh Van Noorwijk *et al.*, 2001 dalam Dewi 2007 bahwa pelayanan lingkungan yang dapat diberikan oleh ekosistem hutan bagi kesejahteraan manusia merupakan interaksi antara fungsi tanah dan bagian diatas tanah.

Naungan pada suatu pohon berfungsi sebagai intersepsi cahaya dan air yang jatuh pada permukaan tanah. Luas naungan pada tiap pohon berbeda pada berbagai penggunaan lahan, hal ini terjadi karena setiap pohon memiliki morfologi cabang dan daun yang berbeda-beda. Selain itu, umur pohon dan iklim jugamempengaruhi seberapa besar luas tajuk yang menutupi permukaan tanah. Konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian selain mengurangi jumlah vegetasi juga akan meningkatkan limpasan permukaan (Widianto *et al.*, 2004). Naungan pohon dapat memberikan masukan seresah yang jatuh ditanah dan dapat menciptakan kelembaban tanah sebagai iklim mikro dan mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah.

Perubahan lahan hutan menjadi lahan pertanian disebabkan karena adanya pengurangan vegetasi dan luas naungan pohon. Permukaan tanah yang tanpa naungan pohon lebih banyak menyerap panas matahari dan juga lebih banyak memantulkannya, sehingga menyebabkan temperatur permukaan dan suhu lingkungan naik. Adanya naungan pohon menyebabkan tempat teduh dan terjadi pertukaran udara sehingga udara lebih dingin. Naungan pohon juga memberikan dampak pada meningkatnya kelembaban tanah karena kurangnya radiasi cahaya matahari.

b. Pengaruh penggunaan lahan terhadap kepadatan cacing tanah

Perbedaan penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kepadatan cacing tanah musim hujan. Adanya kepadatan pada musim hujan tersebut bisa dipahami akan menambah faktor kelembaban bagi iklim mikro yang menguntungkan cacing dalam bereproduksi sehingga kepadatannya meningkat. Hal ini nampak adanya perbedaan kepadatan cacing tanah pada lahan hutan

(1579 ekor) dan tanaman semusim kacang tanah yang merupakan lahan terbuka (629 ekor). Dikatakan oleh Baker (1998) bahwa kepadatan cacing tanah dipengaruhi oleh sistem penggunaan lahan. Hal ini bisa kita lihat bahwa cacing tanah dibawah naungan pohon (hutan) memiliki kepadatan yang tinggi karena naungan pohon tersebut akan mengurangi evaporasi dan menjaga suhu tanah.

Perbedaan kepadatan cacing musim hujan paling menyolok terdapat pada penggunaan lahan hutandan pada penggunaan lahan monokultur jati (tabel 1), hal ini bisa difahami bahwa hutan memiliki banyak naungan dan jenis pohon yang menghasilkan kualitas guguran seresah yang tinggi. Kualitas seresah dimaksud adalah seresah yang cepat mengalami dekomposisi. Kondisi tersebut mendukung cacing untuk berkembang biak lebih cepat, sedang monokultur jati menghasilkan satu jenis pohon dengan guguran seresah yang kurang berkualitas sehingga daun-daun jati tersebut kurang disukai cacing karena mengandung lignin tinggi dan pada waktu musim kemarau pohon jati meranggas banyak menggugurkan daunnya.

Tabel 1. Luas naungan pohon, jumlah cacing tanah musim hujan dan kemarau

Penggunaan lahan	Luas naungan pohon (m ²)	Kepadatan Cacing musim Hujan (ekor/ m ²)	Kepadatan Cacing Musim Kemarau (ekor/m ²)
Hutan	38,03	1579	144
Agroforestri kompleks	24,21	773	368
Agroforestri Sederhana	15,25	197	32
Monokultur Jati	14,02	101	0
Jati-Acacia	13,10	106	0
Tan.semusim kacang tanah	0	629	496

Ada pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) antara penggunaan lahan terhadap kepadatan cacing tanah musim kemarau. Musim hujan dan musim kemarau merupakan perbedaan musim yang sangat menyolok dan hal ini juga diikuti oleh perbedaan kepadatan cacing tanah. Pada musim kemarau banyak seresah digugurkan daripada musim hujan. Cacing tanah umumnya memakan seresah daun dan juga materi tumbuhan lainnya yang telah mati, kemudian dicerna dan dikeluarkan berupa kotoran. Kemampuan hewan ini dalam mengkonsumsi seresah sebagai makannya bergantung pada ketersediaan jenis seresah yang disukainya, disamping itu juga ditentukan oleh kandungan karbon dan nitrogen seresah (Sulistiyanto, Y. *et al.* 2005). Pada musim kemarau jumlah cacing tanah tertinggi terdapat pada sistem penggunaan lahan tanaman semusim kacang tanah (496 ekor/m²) sedang pada penggunaan lahan jati dan polikultur jati-acasia tidak ditemukan cacing sama sekali. Pada lahan kacang tanah media tanam selalu diberi pupuk organik dan disiram sehingga kondisi selalu basah maka mendukung untuk berkembang biakan cacing sedang pada lahan lainnya

dibiarkan begitu saja sehingga media tanah disekitarnya tetap kering. Cacing akan bisa menyesuaikan diri pada kondisi lapar daripada faktor kekeringan.

Lebih lanjut Suprayogo *et al.* (2003) mengatakan bahwa pepohonan, tanaman semusim dan gulma dalam penggunaan lahan agroforestri memberikan masukan bahan organik melalui daun, ranting dan cabang yang telah gugur di atas permukaan tanah dalam bentuk seresah (*litter*) yang merupakan makanan cacing tanah. Kemudian dikatakan oleh Dewi (2007) bahwa pada saat hujan vegetasi dengan tajuk yang rapat serta seresah yang tebal di permukaan tanah dapat melindungi tanah dari pukulan air hujan secara langsung sehingga melindungi tanah dari degradasi sifat fisik. Sebaliknya untuk lahan terbuka tanaman semusim, tanah lebih rentan terhadap pukulan air hujan sehingga agregat tanah menjadi rusak. Alih guna lahan menjadi tanaman semusim dapat menyebabkan terganggunya fauna permukaan tanah sebagai habitat maka kemungkinan bisa terjadi migrasi. Jadi berkurangnya diversitas dalam suatu ekosistem akan menurunkan kapasitas biologi dalam ekosistem untuk pengaturan fungsi internal karena fungsi biologi diganti masukan agro-kimia (Dewi, 2007).

c. Kontribusi naungan pohon terhadap kepadatan cacing tanah

Korelasi antara naungan pohon dengan kepadatan cacing tanah musim hujan menunjukkan hubungan positif dan cukup kuat ($r = 0,596^{**}$), hal ini dapat dijelaskan bahwa musim hujan akan meningkatkan kelembaban yang dibutuhkan cacing untuk menunjang kehidupannya dalam bereproduksi. Naungan pohon memberikan kontribusi sebanyak 71,5% terhadap kepadatan cacing musim hujan. hal ini dapat dijelaskan bahwa musim hujan akan meningkatkan kelembaban yang dibutuhkan cacing untuk menunjang kehidupannya dalam bereproduksi sedang sumbu-ngan naungan pohon pada pada kepada-tan cacing kemarau 52,2 %. Hal ini bisa dipahami bahwa naungan pohon akan menggugurkan seresah sebagai makanan cacing pada berbagai lahan, dan sumbu-ngan naungan pohon terhadap tebal seresah sebesar 46 %. Seresah akan dibawa masuk kedalam tanah dan dipotong-potong oleh cacing tanah untuk dimakan dan akhirnya akan dikeluarkan dalam bentuk kascing. Dilaporkan oleh Fraser, MP, *et al.* (2003) dalam sebuah percobaan laboratorium bahwa interaksi antara cacing tanah, mikroba tanah dan akar tanaman mempengaruhi pemulihan dari tanah garapan yang terdegradasi.

KESIMPULAN

Penggunaan Lahan berpengaruh sangat nyata terhadap naungan pohon dan iklim mikro. Adanya perubahan dari hutan menjadi lahan pertanian akan mengakibatkan perubahan tutupan lahan sehingga berubah pula kondisi lingkungan seperti perubahan faktor iklim mikro.

Penggunaan Lahan berpengaruh nyata terhadap kepadatan populasi cacing tanah musim hujan dan berpengaruh sangat nyata terhadap kepadatan populasi cacing tanah musim kemarau. Namun untuk tanaman semusim masih bisa dipertahankan kepadatannya jika

kondisi pemupukan organik dan penyiraman rutin dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalgaard R., T. Kelm, M. Wachendorf, F. Taube. 2003. Energy, Balance Comparison of Organic and Conventional Farming. In: OECD (ed) Organic agriculture: sustainability, markets and policies. CABI, Wallingford
- Dewi, W.S. 2007. Dampak Alih Guna Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Perubahan Diversitas Cacing Tanah dan Fungsinya Dalam Mempertahankan Pori Makro Tanah. (Disertasi tidak dipublikasikan: Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Unibraw. Malang)
- Edwards, C.H & J.R. Lofty. 1977. Biology of Earthworm. London. Chapman and Hall. pp 77-221
- Erniwati, 2008. Fauna Tanah Pada Stratifikasi Lapisan Tanah Bekas Penambangan Emas di Jampang, Sukabumi Selatan. Zoo Indonesia. 17(2): 85-95
- Flessa, H., Ruser, R., Dörsch, P., Kampb, T., Jimenez, M.A., Münchb, J.C., and Beese, F. 2002. Integrated Evaluation of Greenhouse Gas Emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from Two Farming Systems in Southern Germany. Agric Ecosyst Environ 91:175-189
- Foth, H.D., Adisoemarto, S. (alih Bahasa). 1994. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Fraser, M.P., Beare, M.H., Bulter, R.C., Kirk, T.H., and Piercy, J.E. 2003. Interactions between earthworm (*Aporectodea caliginosa*), plants and crop residues for restoring properties of a degraded arable soil. Pedobiologia 47, 870-876. 2003
- Hale, C. M., Frelich, L. E., and Reich, P. B. 2006. Changes in Hardwood Forest Plant Communities in Response to European Earthworm Invasion. Ecology, vol.87, No.7 (jul., 2006), pp.1637-1649
- Hairiah, K., Widianto, Suprayoga, D., Widodo, R. H., Purnomosidi, P., Rahayu, S., dan Noordwijk, V. 2004. Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat. World Agroforestry Centre (ICRAF). Malang: Unibraw
- Liu, Z. G. and Zou, X. M. 2002. Exotic earthworms accelerate Plant litter Decomposition in a Puerto Rican Pasture and a Wet Forest. Journal Ecological Application 12 (5). 2007. pp.1406-1422
- Nuril, H. B., Naiola, P., Sambas, E., Syarif., Sudiana, M., Rahayu, J.S, Suciati, Juhaeti, T., and Suharjo. 1999. Perubahan Bioekofisik Lahan Bekas Penambangan Emas di Jampang dan Metoda Oendekatannya Untuk Upaya Reklamasi. (Laporan Penelitian tidak dipublikasikan: Pengembangan dan pendayagunaan Potensi Wilayah tahun 2998/1999 Puslitbang Biologi LIPI)
- Rachmawaty. 2004. Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. Universitas Sumatera Utara: Jurusan Kehutanan Program Studi Manajemen Hutan Fakultas Pertanian
- Simek, M., Pizl, V. 2010. Soil CO₂ flux affected by *Aporectodea caliginosa* earthworm. Cent.Eur.J.Biol. 5(3).2010.364-370 DOI:10.2478/11535-010-0017-1
- Sulistiyanto, Y., Rieley, J.O., dan Limin, S.H. 2005. Laju Dekomposisi Dan Pelepasan Hara Dari Seresah Pada Dua Sub-Tipe Hutan Rawa Gambut Di Kalimantan Tengah. Artikel. Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. XI No. 2 : 1-14 (2005)
- Sugiyarto. 2003. Konservasi Makrofauna Tanah dalam Agroforestry. Surakarta: LPPM. Bioteknologi dan Biodiversitas
- Suin, N.M. 1997. Ekologi Hewan Tanah. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara
- Suprayoga, D., Hairiah, K., Wijayanto, N., Sunaryo dan Noordwijk, V. 2003. Peran Agroforestri Pada Skala Plot: Analisis Komponen Agroforestri Sebagai Kunci Keberhasilan Atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor
- Yulipriyanto, H. 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Yogyakarta: Graha Ilmu

Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Biologi Sel Pada Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Nusantara PGRI Kediri

Development of Instructional Material of Cell Biology in The Biology Education Program in University of Nusantara PGRI Kediri

DINI SAFITRI¹, SITI ZUBAIDAH², ABDUL GOFUR²

¹Program Studi PJKR IKIP Budi Utomo Malang

²Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang

*email: diniearchie@gmail.com

Manuscript received: 26 April 2014 Revision accepted: 27 Juli 2014

ABSTRACT

This research and development aims to produce teaching materials such as textbooks which are viable and validated by experts materials, media, and language, as well as validated by the student of biology education. The model used in this research and development is the 4D model proposed by Thiagarajan which consists of phases define, design, develop, and disseminate, but the stage of development carried out to develop stage. The trials were carried out, among others, by three expert lecturers and 31 students of fourth semester of biology education program. Expert lecturers consists matter experts, media specialists, and linguists. The test is done in two stages, the individual tests and test a small group of trial results and revised measures showed that the textbooks have categorized and ready for use in real learning. The result of the test is some recommendations for developing the books, include language, matter, picture, illustration, and layout.

Keywords: instruction material, cell biology

LATAR BELAKANG

Fenomena perkembangan dan kemajuan IPTEK, khususnya bidang Biologi, dan perkembangan sistem informasi yang semakin canggih merupakan dua hal yang harus diantisipasi oleh lembaga pendidikan formal, terutama perguruan tinggi agar dapat memberikan informasi dan perkembangan yang aktual terhadap peserta didik. Berkaitan dengan hal tersebut, diperlukan perubahan dan pengembangan kurikulum pendidikan di Indonesia, terutama kurikulum pendidikan tinggi. Pengembangan kurikulum harus selalu disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat, pebelajar, dan perkembangan IPTEK. Setiap perkembangan atau perubahan kurikulum pendidikan tinggi akan berimbas pada komponen isi matakuliah dan bahan ajar yang terkait. Terkait dengan bahan ajar, pengembangan bahan ajar merupakan bagian integral dari pengembangan kurikulum dan sistem pembelajaran. Perubahan dan perkembangan IPTEK pada era globalisasi menuntut kegiatan pengembangan bahan ajar secara sistematis dan konsisten di lembaga pendidikan, terutama pendidikan tinggi (Mbulu & Suhartono, 2004:2).

Perkembangan IPTEK juga menuntut lulusan untuk kompeten dalam bidangnya. Lebih lanjut, salah satu kompetensi mahasiswa program studi Pendidikan Biologi sebagai calon pendidik menurut UU Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen adalah kompetensi profesional. Salah satu kompetensi profesional guru

Biologi menurut PP Nomor 16 Tahun 2007 yaitu memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori biologi serta penerapannya secara fleksibel. Konsep dan materi yang harus dikuasai oleh calon pendidik bidang Biologi salah satunya adalah Biologi Sel.

Matakuliah Biologi Sel merupakan salah satu matakuliah wajib yang disajikan di jenjang S1 Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusantara PGRI Kediri (UNP Kediri). Matakuliah ini diselenggarakan untuk membekali mahasiswa calon guru Biologi mengenai konsep dan prinsip Biologi Sel. Materi dalam Biologi Sel bersifat abstrak, dan hanya disajikan melalui perkuliahan teori, sehingga dalam pelaksanaannya harus dibantu dengan bahan ajar atau sumber belajar yang menunjang agar mahasiswa dapat memahami konsep dan prinsip dalam materi Biologi Sel, serta mampu menerapkannya dalam pembelajaran.

Hasil wawancara kepada dosen pengampu matakuliah Biologi Sel di UNP Kediri menunjukkan bahwa sarana dan prasarana belajar yang digunakan dalam perkuliahan Biologi Sel di UNP Kediri meliputi berbagai bahan ajar Biologi Sel dalam bahasa asing (bahasa Inggris), media animasi, dan *power point*. Bahan ajar yang dianjurkan bagi mahasiswa seluruhnya merupakan buku teks dari luar negeri, sementara dosen pengampu belum mengembangkan bahan ajar tertulis. Mahasiswa kesulitan untuk memahami isi materi Biologi Sel dari buku teks

yang berbahasa Inggris. Berdasarkan wawancara kepada tiga orang mahasiswa semester IV yang telah menempuh matakuliah Biologi Sel, didapatkan bahwa mahasiswa kekurangan sumber belajar untuk matakuliah Biologi Sel. Mahasiswa hanya mengakses jurnal sebagai bahan belajar dan tugas terstruktur. Ketersediaan bahan ajar Biologi Sel yang kurang berpotensi menyebabkan pemahaman mahasiswa terhadap materi Biologi Sel menjadi rendah. Pemahaman mahasiswa yang rendah dapat menimbulkan miskonsepsi. Suwono, dkk. (2008) menyatakan bahwa konsep dasar ilmu yang keliru akan membawa dampak yang tidak menguntungkan terhadap pemahaman lebih lanjut dan lemahnya kemampuan untuk mengembangkan atau menerapkan ilmu tersebut, terutama dalam pembelajaran di sekolah.

Solusi yang ditempuh adalah melaksanakan pengembangan bahan ajar Biologi Sel yang sesuai dengan implikasi perkembangan IPTEK dan pengembangan kurikulum. Bahan ajar memegang peranan penting dalam sebuah proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran, peserta didik tidak hanya berinteraksi dengan pendidik, melainkan dengan sumber belajar yang lain, salah satunya adalah bahan ajar (Sadiman, dkk., 1986 :4). Menurut Depdiknas (2008), dalam usaha pencapaian kompetensi, peserta didik perlu menempuh pengalaman, latihan, serta mencari informasi tertentu. Salah satu sarana yang efektif untuk mencapai kompetensi tersebut adalah melalui penggunaan bahan ajar sebagai media pembelajaran dalam perkuliahan. Tujuan pengembangan bahan ajar adalah membantu mempermudah proses belajar peserta didik.

Pada penelitian dan pengembangan ini, dipilih bahan ajar yang disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, yaitu menyediakan bahan ajar cetak berbahasa Indonesia yang dapat digunakan sebagai sumber belajar alternatif bagi mahasiswa UNP Kediri yang sesuai dengan kurikulum, memuat informasi terkini mengenai materi Biologi Sel. Beberapa manfaat bahan ajar cetak yaitu: biaya untuk pengadaannya relatif sedikit; bahan tertulis cepat digunakan dan dapat dipindah-pindah secara mudah; susunannya menawarkan kemudahan secara luas dan kreativitas bagi individu; bahan tertulis relatif ringan dan dapat dibaca di mana saja; bahan ajar yang baik akan dapat memotivasi pembaca untuk melakukan aktivitas, seperti menandai, mencatat, membuat sketsa; bahan tertulis dapat dinikmati sebagai sebuah dokumen yang bernilai besar; serta pembaca dapat mengatur tempo belajar secara mandiri. Bahan ajar cetak yang akan dikembangkan adalah buku ajar.

Menurut Depdiknas (2008), buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi suatu ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku ajar umumnya berisi tentang sesuatu yang menjadi buah pikiran dari seorang pengarangnya. Jika seorang pendidik menyiapkan sebuah buku yang digunakan sebagai bahan ajar maka buah pikirannya harus diturunkan dari KD yang tertuang dalam kurikulum, sehingga buku akan memberi makna sebagai bahan ajar bagi peserta didik yang mempelajarinya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan bahan ajar yang menggunakan model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, dkk. (1974) yang terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. penelitian dan pengembangan dilaksanakan hingga tahap *develop*, dan proses uji coba kepada mahasiswa dilakukan secara formatif karena pertimbangan waktu dan pelaksanaan matakuliah Biologi Sel di Universitas Nusantara PGRI Kediri. Model pengembangan 4D digunakan karena model ini cocok untuk pengembangan bahan ajar cetak dan langkah-langkahnya cukup sistematis.

Prosedur penelitian tahap *define* terdiri atas analisis awal-akhir (analisis dokumen SAP/RPS dan permasalahan pembelajaran Biologi Sel), analisis tugas dan konsep, analisis karakter peserta didik, dan analisis tujuan.; tahap *design* merupakan tahap penyusunan format awal buku ajar berdasarkan analisis pada tahap *define*; tahap *develop* merupakan tahap pengujian buku ajar ke tiga orang validator ahli dan tahap uji coba ke mahasiswa program studi pendidikan biologi yang telah menempuh matakuliah Biologi Sel. Penilaian ahli terdiri atas penilaian validator materi, penilaian validator media, dan penilaian validator bahasa. Uji coba produk terdiri atas uji perorangan oleh 7 orang mahasiswa UM dan UNP Kediri; serta uji kelompok kecil oleh 24 orang mahasiswa UM dan UNP.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi panduan wawancara dosen pengampu matakuliah Biologi Sel, lembar validasi bahan ajar oleh ahli materi, lembar validasi bahan ajar oleh ahli bahasa, angket penilaian keterbacaan, dan angket respon mahasiswa terhadap bahan ajar. Data yang diperoleh terdiri atas data kualitatif (data saran dan masukan dari validator dan responden) dan data kuantitatif (skor dari angket). Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan dikonversi dalam bentuk persentase. Hasil perhitungan dicocokkan ke tabel kriteria kelayakan produk untuk mengetahui kelayakan buku ajar dan keputusan uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian dan pengembangan berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa saran dan masukan dari validator dan responden, sedangkan data kuantitatif berupa data skor dari angket validasi maupun angket respon mahasiswa.

1. Hasil Penilaian oleh Validator Ahli

Berdasarkan data hasil validasi oleh ahli materi, media dan bahasa; serta hasil angket respon mahasiswa Biologi Sel, masing-masing aspek validasi dihitung persentasenya. Persentase untuk masing-masing aspek validasi dicocokkan dengan tabel persentase kelayakan produk. Rangkuman hasil penilaian kriteria kelayakan produk oleh validator ahli tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Penilaian Produk Bahan Ajar Biologi Sel oleh Validator Ahli

No	Validator	Penilaian (%)	Kriteria Kelayakan
1	Materi	81,034	layak dengan predikat bagus
2	Media	83,333	layak dengan predikat bagus
3	Bahasa	83,333	layak dengan predikat bagus

Data saran dan masukan dari validator ahli materi yaitu beberapa konsep sebaiknya dipastikan agar tidak mengalami kesalahan; dan gambar dalam buku ajar sebaiknya menggunakan gambar yang jelas dan dapat mewakili penjelasan suatu konsep. Data saran dan masukan dari validator ahli media yaitu prakata berbeda dengan kata pengantar; pada naskah merupakan prakata, bukan kata pengantar; bagian isi buku ajar disarankan ada bab atau uraian pendahuluan; belum ada glosarium dan indeks belum ada dalam naskah; penggunaan kata “memahami” sebaiknya dihindari untuk kompetensi dasar; indikator seluruhnya memakai kata kerja “menjelaskan”, belum ada pengalaman belajar yang lain; tugas mengakses jurnal sebaiknya dicantumkan nama dan judul (alamat website); serta belum ada tindak lanjut dari kolom “refleksi diri”. Saran dan masukan dari validator ahli bahasa yaitu ejaan dalam naskah perlu dicermati; petunjuk pengerjaan tugas perlu diarahkan pada aktivitas yang konkret; serta pemilihan jenis huruf perlu dicermati.

2. Hasil Uji Coba Perorangan dan Kelompok Kecil

Pada uji coba perorangan dan kelompok kecil, data yang dihasilkan berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berasal dari angket keterbacaan dan saran-saran dari angket respon mahasiswa. Persentase untuk masing-masing item pada angket respon mahasiswa dicocokkan dengan tabel persentase kelayakan produk. Rangkuman persentase penilaian produk untuk uji perorangan dan kelompok kecil tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Penilaian Produk Bahan Ajar Biologi Sel oleh Responden

No	Tahap Uji	Persentase (%)	Kriteria Kelayakan
1	Perorangan	81.548	Layak dengan predikat bagus
2	Kelompok Kecil	79.95	layak dengan predikat bagus

Responden juga memberikan data kualitatif berupa saran dan masukan terhadap bahan ajar. Saran dan masukan dari responden yaitu materi yang disajikan cukup mudah untuk dipahami oleh mahasiswa; ilustrasi dan gambar cukup mudah membantu pemahaman mahasiswa mengenai materi; sampul depan atau *cover* kurang menarik dan warna kurang cerah; glosarium atau kamus kata sulit dibuat lebih lengkap.

3. Revisi Produk

Revisi produk didasarkan atas penilaian dan saran dari ahli maupun responden, baik perorangan maupun kelompok kecil. Revisi produk dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap setelah validasi ahli, tahap setelah uji perorangan, dan tahap setelah uji kelompok kecil. Revisi produk berupa perbaikan isi, penyajian dan kegrafikan, dan perbaikan tata bahasa. Revisi produk bertujuan untuk memperbaiki produk sehingga layak dan siap digunakan dalam pembelajaran yang sesungguhnya. Draft produk hasil revisi merupakan draft final yang siap digunakan dalam pembelajaran.

B. Pembahasan

Pengembangan bahan ajar dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan yang mencakup analisis *front-end*, tugas, konsep, karakter peserta didik, dan tujuan yang merujuk pada tahap pengembangan *4D* oleh Thiagarajan dkk. (1974). Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan dengan teknik wawancara dan analisis dokumen RPS atau SAP, didapatkan hasil bahwa mahasiswa kekurangan bahan belajar untuk matakuliah Biologi Sel; dan mahasiswa kesulitan memahami rujukan berbahasa asing (buku rujukan utama dan jurnal internasional).

Bahan ajar memiliki jenis yang bervariasi (Depdiknas, 2008). Pada tahap *design*, penelitian dan pengembangan ini mengambil format bahan ajar cetak yang berupa buku ajar. Format buku ajar dipilih berdasarkan pertimbangan kebutuhan di lapangan. Produk hasil pengembangan yang berupa buku ajar matakuliah Biologi Sel memiliki tiga bagian utama yaitu bagian pendahuluan, isi, dan penutup yang saling berkaitan dan saling mendukung satu sama lain.

Bagian pendahuluan terdiri atas sampul depan, halaman judul, prakata, daftar isi, petunjuk penggunaan, dan kompetensi dasar. Bagian pendahuluan yang telah direvisi bertujuan untuk menyiapkan mahasiswa untuk menggunakan buku ajar agar pemanfaatannya maksimal. Sakraida, dkk. (2005) mengungkapkan bahwa buku ajar harus dirancang secara seksama agar dapat digunakan secara efisien.

Bagian isi memuat paparan materi dalam matakuliah Biologi Sel yang disesuaikan dengan sebaran materi pada SAP Biologi Sel 1 UNP Kediri. Pemilihan materi didasarkan atas hasil analisis kebutuhan. Hasil revisi dari validator ahli bahasa berupa perbaikan beberapa ejaan, tata tulis, dan kalimat yang ada dalam buku ajar. Hasil revisi berdasarkan penilaian dan masukan dari validator ahli materi dan ahli media adalah tambahan materi pengantar (pendahuluan) pada Bab 1 dan tambahan subbab baru pada bab 7 dan 8. Bagian isi dari buku ajar yang telah direvisi dilengkapi dengan materi pendahuluan bertujuan untuk membekali mahasiswa tentang Biologi Sel secara umum dan tentang perkembangan teori sel sebelum mempelajari materi utama. Materi dalam buku ajar disajikan secara ringkas dan sistematis, serta didukung oleh gambar-gambar yang sesuai dengan materi.

Menurut MacKay (1999), format bahan ajar yang dilengkapi dengan gambar dapat mendukung pembelajaran yang berorientasi terhadap proses. Pembelajaran yang berorientasi terhadap proses merangsang peserta didik untuk menganalisis dan mengolah informasi. MacKay (1999) dan Rotter (2006) mengungkapkan bahwa gambar yang ada dalam bahan ajar memberikan efek positif pada hasil belajar; dan memudahkan peserta didik untuk membaca dan meningkatkan pemahaman.

Bagian penutup yang telah melalui proses revisi terdiri atas glosarium, indeks, panduan akses jurnal internasional, panduan analisis protein, dan format analisis jurnal. Bagian penutup merupakan lampiran yang sifatnya mendukung proses penggunaan buku ajar oleh mahasiswa. Glosarium dan indeks memudahkan mahasiswa untuk memahami istilah-istilah yang dianggap sulit; sedangkan panduan-panduan digunakan untuk rujukan tugas terstruktur yang dicantumkan di bagian isi buku ajar.

Hasil perhitungan persentase data validasi materi untuk keseluruhan komponen buku ajar matakuliah Biologi Sel sebesar 81,034%, dapat disimpulkan bahwa kelayakan isi materi buku ajar matakuliah Biologi Sel berada pada kategori layak dengan predikat bagus. Aspek keakuratan dan kebenaran materi dinilai telah layak dengan predikat sangat bagus, kecuali untuk bab struktur virus dan bab struktur fungsi mitokondria. Tindakan revisi telah dilakukan untuk kedua bab tersebut, dan penambahan materi pendahuluan pada bab struktur virus untuk memberikan pengetahuan awal bagi mahasiswa. Materi pendukung pembelajaran dinilai telah sesuai dengan perkembangan IPTEK karena telah memakai sumber rujukan utama di atas tahun terbit 2000, dan hampir keseluruhan rujukan merupakan rujukan berbahasa Inggris. Keterkaitan antar konsep dinilai telah sesuai, dan materi juga dilengkapi dengan pengayaan yang disajikan secara tersirat.

Hasil perhitungan persentase validasi media untuk keseluruhan produk buku ajar sebesar 83,333% dan memiliki kategori layak dengan predikat bagus. Validasi media terbagi atas kelayakan penyajian dan kelayakan kegrafikan. Kelayakan kegrafikan buku ajar memiliki kategori layak dengan predikat bagus, kecuali untuk bagian penutup karena sebelumnya tidak dilengkapi dengan glosarium dan indeks. Buku ajar hasil revisi telah dilengkapi dengan glosarium dan indeks. Kelayakan kegrafikan untuk desain *cover* yang meliputi tata letak, komposisi, dan huruf memiliki kategori layak. Rotter (2006) menjelaskan empat aspek yang harus diperhatikan untuk merancang sebuah bahan ajar yang menarik yaitu kontras, tata letak, pengaturan huruf, dan desain gambar. Keempat aspek tersebut akan menentukan proses penyampaian pesan dalam bahan ajar ke peserta didik.

Hasil perhitungan persentase validasi bahasa untuk keseluruhan buku ajar sebesar 83,333%, sehingga dapat disimpulkan bahwa aspek kebahasaan memiliki kategori layak dengan predikat bagus. Buku ajar matakuliah Biologi Sel memiliki bahasa yang sangat sesuai dengan

tingkat perkembangan intelektual dan sosial emosional mahasiswa. Aspek kebahasaan dalam buku ajar dinilai telah memenuhi tahap operasional formal, komunikatif, dan mudah untuk dipahami oleh responden.

Hasil uji perorangan dan kelompok kecil sebesar 81,548% dan 79,950%. Berdasarkan perhitungan tersebut, keseluruhan buku ajar memiliki kategori layak dengan predikat bagus. Hal ini diperkuat dengan saran dan masukan dari responden yang menyatakan bahwa uraian materi cukup mudah untuk dipahami, dan adanya gambar mendukung pemahaman responden terhadap uraian materi.

Berdasarkan keseluruhan hasil validasi ahli dan uji coba kepada responden, buku ajar yang telah direvisi merupakan bahan ajar yang siap digunakan dalam pembelajaran. Buku ajar dapat berfungsi sebagai sumber belajar bagi mahasiswa dan bekal bagi dosen pengampu untuk menyiapkan pembelajaran. Berdasarkan analisis kebutuhan, mahasiswa kekurangan sumber belajar Biologi Sel berbahasa Indonesia dan kesulitan memahami sumber belajar utama yang berbahasa Inggris. Uraian materi dalam buku ajar ini dikembangkan berdasarkan rujukan utama yang digunakan oleh mahasiswa, yaitu buku *Molecular Biology of The Cell* karangan Albert Bruce, dan rujukan-rujukan lain yang mendukung. Mahasiswa dapat memahami rujukan utama dengan berbantuan buku ajar yang telah dikembangkan, dengan demikian pemahaman mahasiswa diharapkan dapat lebih baik. Keseluruhan rujukan ditulis dalam daftar rujukan di akhir bab dengan tujuan, mahasiswa mampu mengakses rujukan yang digunakan dalam pengembangan buku ajar. Sejalan dengan pendapat Adalikwu, dkk. (2013) yang menyatakan bahwa bahan ajar berperan sebagai fasilitator antara pendidik dengan peserta didik dan mengembangkan motivasi peserta didik selama kegiatan pembelajaran. Bahan ajar mampu menjadi bahan untuk melaksanakan pembelajaran bagi pendidik baru. Bahan ajar juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui materi yang akan diajarkan dan sebagai sumber pengetahuan yang dapat dipergunakan bagi pendidik sebagai bekal untuk merencanakan pembelajaran.

Aspek lain yang diperhatikan selama mengembangkan buku ajar adalah tata tulis, ejaan, dan *layout*. Buku ajar dirancang dengan warna, jenis huruf, dan *layout* yang mampu membangkitkan minat mahasiswa untuk membaca dan mempelajarinya. Tata bahasa yang digunakan dirancang sesuai dengan tingkat perkembangan mahasiswa. Jika mahasiswa menemukan kesulitan untuk memahami istilah, disediakan glosarium sebagai panduan memahami istilah sulit. Hal ini sejalan dengan saran dan masukan dari mahasiswa responden yang menyatakan bahwa mereka cukup mudah memahami uraian materi dan merasa tertarik untuk membaca dan memahami buku ajar. Desain dan tata bahasa buku ajar yang sesuai dengan tingkat perkembangan mahasiswa bertujuan untuk mengembangkan motivasi mahasiswa untuk belajar, dengan demikian tujuan pembelajaran diharapkan dapat tercapai.

Selain keunggulan di atas, kelemahan bahan ajar buku ajar matakuliah Biologi Sel yang telah dikembangkan adalah tidak adanya dukungan bahan ajar multimedia untuk bahan ajar cetak Biologi Sel. Materi dalam Biologi Sel bersifat abstrak dan tidak ada kegiatan laboratorium. Mahasiswa kemungkinan masih mengalami kesulitan memahami materi apabila hanya didukung bahan ajar cetak. Solusi yang mungkin dapat ditempuh yaitu mencantumkan tautan tertentu pada bahan ajar cetak (buku ajar) yang mengarahkan mahasiswa untuk mengunduh berbagai animasi yang dapat mendukung pemahaman mereka. Selain itu, buku ajar belum melalui tahap uji coba pada kelas yang sesungguhnya, sehingga belum didapatkan data efektifitas buku ajar.

KESIMPULAN

Produk bahan ajar dalam bentuk buku ajar untuk matakuliah Biologi Sel telah memenuhi persyaratan layak untuk digunakan dalam pembelajaran menurut pakar dan responden (mahasiswa). Produk bahan ajar matakuliah Biologi Sel dalam bentuk buku ajar yang telah direvisi memerlukan pengembangan dan perbaikan lebih lanjut. Saran yang diperlukan antara lain untuk pemanfaatan, pengembangan produk lebih lanjut, dan diseminasi produk.

Saran Pemanfaatan Produk

1. Buku ajar matakuliah Biologi Sel dapat digunakan sebagai sumber belajar pendamping disamping sumber utama yang digunakan selama pelaksanaan perkuliahan Biologi Sel.
2. Sebelum menggunakan buku ajar Biologi Sel, dosen pengampu dan mahasiswa disarankan memperhatikan petunjuk penggunaan buku ajar agar buku ajar dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam pembelajaran.
3. Buku ajar matakuliah Biologi Sel dapat digunakan mahasiswa dalam pembelajaran mandiri di luar perkuliahan. Buku ajar dirancang secara sistematis dan ringkas; serta memiliki komponen lengkap untuk mendukung aktivitas belajar mahasiswa di luar jam efektif perkuliahan.
4. Kolom refleksi diri dapat digunakan dosen pengampu bersama-sama dengan mahasiswa untuk merefleksikan dan mengusahakan perbaikan pembelajaran Biologi Sel di waktu yang akan datang.

Saran Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Untuk mendukung kegiatan laboratorium, produk bahan ajar matakuliah Biologi Sel lebih lanjut dapat dilengkapi dengan komponen petunjuk praktikum sederhana.
2. Perlu dikembangkan multimedia berupa animasi untuk menjelaskan konsep-konsep dalam Biologi Sel.
3. Materi yang dikembangkan dalam buku ajar matakuliah Biologi Sel belum mencakup keseluruhan materi Biologi Sel. Pada pengembangan produk lebih lanjut, disarankan mengembangkan materi-materi Biologi Sel yang belum tercakup dalam buku ajar

seperti materi Komunikasi Sel, Siklus Sel, dan Reproduksi Sel.

4. Kajian untuk pengembangan produk bahan ajar matakuliah Biologi Sel selanjutnya disarankan memakai pendekatan molekuler untuk menjelaskan konsep-konsep penting dalam Biologi Sel.
5. Produk bahan ajar matakuliah Biologi Sel hendaknya dilengkapi dengan kolom yang memuat ringkasan penelitian-penelitian terkini dalam bidang Biologi Sel untuk memperkaya wawasan mahasiswa.

Saran Diseminasi

1. Produk bahan ajar matakuliah Biologi Sel yang dikembangkan diujikan hanya pada tahap uji formatif skala kecil. Untuk mengetahui efektivitas produk, diperlukan evaluasi sumatif pada kelas yang sesungguhnya, melalui metode *quasi eksperimen* atau PTK.
2. Penyebarluasan bahan ajar memerlukan evaluasi sumatif di lebih dari satu institusi sebelum dilakukan pengemasan dan pengadaptasian lebih lanjut.
3. Diseminasi bahan ajar dapat dilakukan dalam seminar nasional atau internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaliku, S.A., dan Iorkpilgh, I.T. 2013. The Influence of Instructional Materials on Academic Performance of Senior Secondary School Students in Chemistry in Cross River State. *Global Journal of Educational Research* 20 (1): 39—45.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 2010. *Buku Pedoman Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Edisi 1*. Jakarta: Kemendiknas.
- Indana, Sifak. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Biologi SMA Terintegrasi dengan Model Pembelajaran yang Inovatif*. Disertasi tidak Diterbitkan: PSSJ Pendidikan Biologi PPS UM.
- McKay, Elspeth. 1999. An Investigation of Text-Based Instructional Materials Enhanced with Graphics. *Educational Psychology*. 19 (3): 323—335.
- Mbulu, Joseph & Suhartono. 2004. *Pengembangan Bahan Ajar*. Malang: Penerbit Elang Mas.
- Muslich, Masnur. 2010. *Text Book Writing: Dasar-dasar Pemahaman, Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.

- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.
- Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- Pusat Perbukuan dan Kurikulum. 2008. *Instrumen Penilaian Buku Pengayaan Pengetahuan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Depdikbud.
- Rotter, Kathleen. 2006. Creating Instructional Materials for All Pupils: Try COLA. *Intervention in School and Clinic*. 41 (5): 273—282.
- Sadiman, Arief S. 2009. *Media Pendidikan: Pengertian dan Pemanfaatannya Edisi 1 Cetakan Ke-13*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sakraida, T.J. & Draus, P.J.. 2005. Quality Handout Development and Use. *Journal of Nursing Education*, (online), 44 (7): 326—329, (<http://e-resources.pnri.go.id>), diakses 6 Januari 2013.
- Suwono, R.M., dan Utomo, D.P.. 1998. Konsepsi Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan FPTK IKIP Malang tentang Gaya yang Bekerja pada Benda Diam. *Jurnal Penelitian Kependidikan*, 8 (1): 69—82.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., and Semmel, M.I.. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Washington: National Center for Improvement of Educational.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.