

PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP GENETIKA SISWA SMA MELALUI PEMBELAJARAN PETA KONSEP PADA SEKOLAH BERKATEGORI BERBEDA

Chumaidach Roini

Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Khairun Ternate
Jl. Bandara Baabullah Kampus 1 Akehuda, 97728 Ternate
e-mail: rchumaidah@yahoo.co.id

Abstract: The Improvement of High School Students' Understanding on Genetic Concepts Through Mind Map Teaching and Learning in Different Categorized Schools. This study aims to describing the effect of mind map teaching and learning by using the concept approach instruments to high school students' understanding of genetics concepts in different categorized schools. The design used was a 2x2 factorial pre test post test control group design. The sampling technique was stratified random sampling by school category of the criteria upper, middle, and bottom. Research instrument in the form of a concept map devices learning by concepts approach and the essay test item number 35. The results of this study shows that students' understanding in genetics concepts by using mind map learning is 79,2% higher than conventional learning, and there is no significant effect on school category of high school students' understanding of genetics concepts.

Abstrak: Peningkatan Pemahaman Konsep genetika Siswa SMA melalui pembelajaran Peta Konsep pada Sekolah Berkategori Berbeda. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pengaruh pembelajaran peta konsep menggunakan perangkat berpendekatan konsep terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA pada sekolah berkategori berbeda. Rancangan yang digunakan adalah rancangan faktorial 2x2 *pre test post test control group design*. Teknik penarikan sampel adalah *stratified random sampling* dengan kriteria kategori sekolah atas, tengah, dan bawah. Instrumen penelitian berupa perangkat pembelajaran peta konsep berpendekatan konsep dan tes berbentuk esai sejumlah 35 butir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep genetika siswa pada pembelajaran peta konsep 79,2% lebih tinggi dari konvensional, dan tidak terdapat pengaruh yang nyata kategori sekolah terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA.

Kata kunci: pemahaman konsep genetika, peta konsep, perangkat berpendekatan konsep, kategori sekolah.

A. PENDAHULUAN

Genetika merupakan cabang ilmu biologi yang menjadi dasar bagi perkembangan ilmu biologi, maupun ilmu-ilmu lain yang terkait dengan biologi. Dinyatakan oleh Th. Dobzhansky dalam Ayala (1984) bahwa "Nothing in biology is understandable except the light of genetics. Genetics is the core biological science".

Terkait dengan genetika sebagai dasar bagi ilmu biologi, maka genetika menjadi penting dalam pembelajaran sains di sekolah. Menurut Corebima (2010a), proses pembelajaran genetika membutuhkan pemberdayaan berpikir secara sengaja bahkan terprogram selama pembelajaran. Pembelajaran yang secara sengaja dan

terprogram memberdayakan kemampuan berpikir diyakini akan memungkinkan para siswa menjadi anggota masyarakat dunia masa depan, bahkan berpeluang besar memungkinkan para siswa menjadi pelaku pengembangan sains dan teknologi masa depan.

Konsep-konsep genetika seharusnya disajikan secara utuh dan hubungan antarkonsep disajikan secara jelas. Faktanya, materi genetika dipandang bersifat abstrak sehingga sulit untuk dipahami (Corebima, 2009). Cara penyajian maupun proses penyampaian konsep genetika "terkotak" dan "tanpa memberikan kerangka kerja konseptual" (Lewis et al., 2000a, b, c dan Marbach-Ad, 2001 semua dalam Chattopadhyay, 2004: 97-104). Konsep genetika yang satu

dengan yang lain disajikan terpisah-pisah. Konsep tidak disajikan dari yang bersifat umum menuju khusus sehingga tidak terbentuk hirarki konsep yang mudah dipahami.

Hasil penelitian tentang pemahaman konsep genetika oleh siswa setelah pembelajaran adalah sebagai berikut. Menurut Tsui & David (2001), setelah pembelajaran konsep-konsep genetika tidak dipahami dengan benar; pengetahuan genetika yang diajarkan di kelas gagal dipahami secara kritis oleh siswa. Menurut Lawson dan Thompson (1988) dalam Shaw, et al. (2008), siswa sering tidak merekonstruksi pemikirannya setelah pembelajaran genetika. Diungkapkan pula oleh Venville (2002) bahwa setelah pembelajaran siswa tidak mengkonstruksi genetika secara menyeluruh dan tidak dapat membuat hubungan antarkonsep.

Penekanan dalam mengajar dan belajar genetika tidak boleh merangkum topik-topik kemudian siswa menghafal. Mengajar genetika harus menanamkan pemahaman konsep dan menggalakkan pemikiran selama pembelajaran (Chattopadhyay, 2004:97-104). Pembelajaran yang menggalakkan pemikiran kritis mendorong siswa untuk dapat mengasimilasi dan mengakomodasi informasi berkaitan dalam situasi kehidupan nyata.

Proses pembelajaran genetika hendaknya dirancang secara sengaja dan terprogram untuk pemberdayaan kemampuan berpikir siswa (Corebima, 2010a). Siswa yang mampu mendekonstruksi dan merekonstruksi pengetahuannya menggunakan pemikiran kritis dan penalaran logis akan lebih sedikit mengalami kesalahan pemahaman konsep. Melalui pemikiran kritis dan penalaran logis penguasaan konsep siswa dapat ditingkatkan sekalipun diberikan instruksi berkualitas tinggi (Lawson dan Thompson 1988 dalam Shaw, et al. 2008).

Pembelajaran yang memberdayakan berpikir siswa dapat dilakukan dengan pembelajaran berpendekatan konsep. Implementasi pendekatan pembelajaran tersebut pada materi genetika menurut Corebima (2009) adalah dengan melakukan pengelompokan seluruh informasi tentang genetika sejak dari awal mula tumbuhnya ilmu genetika (sejak periode JG. Mendel) hingga periode masa kini. Pengelompokan tersebut tanpa memperhatikan urutan waktu kemunculannya dalam perjalanan waktu.

Pembelajaran genetika berpendekatan konsep dapat diterapkan dengan strategi peta

konsep. Pembelajaran dengan peta konsep, pembelajar membangun keterkaitan antara berbagai konsep bahan pembelajaran. Para pembelajar dapat membangun keterkaitan-keterkaitan itu secara individual maupun secara berkelompok. Melalui pembelajaran tersebut siswa digiring untuk menemukan hubungan atau keterkaitan antar konsep, bahkan antar di berbagai jenjang, dari yang paling umum hingga paling khusus. Melalui peta konsep para pembelajar dapat membangun pemahaman yang bersifat konseptual sehingga dapat mencapai hasil belajar kognitif atas, yaitu berpikir kreatif (Corebima, 2009). Menurut Novak, (1998) dalam Corebima (2009) bahwa proses pemetaan konsep dapat mengurangi kebiasaan memori hafalan dan membuat belajar siswa lebih bermakna.

Pengajaran menggunakan media peta konsep dilaporkan oleh Mujiyanto (2010) dapat meningkatkan penguasaan materi kimia. Menurut Parno (2007) bahwa pembelajaran menggunakan peta konsep dan pemecahan masalah meningkatkan penguasaan konsep dasar fisika sekolah mahasiswa dalam matakuliah KSFS. Menurut Anonim (2010), strategi pembelajaran peta konsep (Concept mapping) dapat membantu siswa menghasilkan pembelajaran bermakna dalam kelas, membuat siswa lebih aktif dalam menkonstruksi atau membangun pengetahuannya. Peta konsep juga menyediakan visual konkret untuk mengorganisasikan informasi serta membantu menghindari kesalahan pemahaman konsep.

Penemuan-penemuan tentang pemahaman konsep juga telah diidentifikasi dalam kaitannya dengan kategori sekolah. Menurut Tundugi (2008), tidak ada perbedaan kesalahpahaman konsep siswa ditinjau dari pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kontekstual pada kategori sekolah maju, sedang dan cukup maju di Kota Palu. Menurut Fachrurazi (2011) terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa SD yang belajar matematis dengan PBL dengan konvensional ditinjau dari strategi pembelajaran dan level sekolah (atas, sedang, dan rendah). Menurut Raharjo (2008) kemampuan berpikir siswa sebagai interaksi akibat antara kategori sekolah (baik, sedang, kurang) dengan model pembelajaran konstruktivis (Pengajaran Berdasarkan Masalah dan Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penting untuk dilakukan penelitian pembelajaran genetika dengan strategi

yang memberdayakan kemampuan berpikir siswa. Penerapan strategi pembelajaran tersebut diharapkan pemahaman konsep genetika siswa dapat ditingkatkan.

B. METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif. Tujuan penelitian ini mendeskripsikan pengaruh pembelajaran peta konsep menggunakan perangkat berpendekatan konsep terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA pada sekolah berkategori berbeda. Penelitian dilakukan pada Oktober 2011 hingga April 2012 pada SMA se-Kota Ternate. Rancangan yang digunakan adalah rancangan faktorial 2x2 pre test post test control group design. Teknik penarikan sampel secara stratified random sampling dengan kriteria kategori sekolah atas, tengah, dan bawah. Kategori sekolah ditentukan berdasarkan nilai rata-rata ujian nasional (UN) matapelajaran biologi tahun 2011. Sampel ditentukan sebanyak 4 sekolah, yaitu 2 sekolah kategori atas dan 2 sekolah kategori tengah. Satu sekolah kategori atas ditentukan secara acak satu rombongan belajar sebagai kelas perlakuan dan satu sekolah yang lain sebagai kelas kontrol. Pengambilan sampel untuk sekolah kategori tengah sama dengan sekolah kategori atas.

Sampel sekolah kategori bawah tidak terpenuhi karena jumlah rombongan belajar tidak mencukupi untuk kebutuhan penelitian. Instrumen penelitian berupa perangkat pembelajaran peta konsep berpendekatan konsep dan tes esai berjumlah 35 butir. Perangkat pembelajaran dan instrumen tes tersebut disusun berdasarkan konsep utama genetika, yaitu pengertian dan ruang lingkup genetika, materi

genetik, reproduksi materi genetika, ekspresi atau kerja materi genetika, dan perubahan materi genetika. Instrumen dibagikan kepada siswa sebelum pembelajaran genetika dimulai (pretes), dan setelah seluruh materi genetika selesai diajarkan (postes).

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan skala 0-4 (Abraham, et al, 1992 dimodifikasi Nusantara, 2012), yaitu: 4 untuk jawaban benar, jelas dan lengkap; 3 untuk jawaban benar, jelas tapi kurang lengkap; 2 untuk jawaban benar, kurang jelas dan kurang lengkap; 1 untuk jawaban miskonsepsi meliputi kesalahan konsepnya dan salah pengertian atau salah paham; dan 0 untuk tidak ada jawaban atau tidak tahu. Data juga dianalisis normalitas dan homogenitasnya. Data kemudian dianalisis dengan statistik uji Anacova menggunakan program SPSS versi 17. Jika terdapat pengaruh yang nyata, data dianalisis menggunakan uji lanjut LSD.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan untuk mendeskripsikan pengaruh pembelajaran peta konsep, kategori sekolah, dan interaksi strategi peta konsep dengan kategori sekolah terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA. Ringkasan hasil Anacova disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 disimpulkan bahwa: a) terdapat pengaruh pembelajaran peta konsep terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA; b) tidak terdapat pengaruh yang nyata kategori sekolah terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA; c) terdapat pengaruh interaksi kategori sekolah dengan pembelajaran peta konsep terhadap pemahaman konsep genetika siswa SMA.

Tabel 1. Ringkasan hasil Anacova

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80,458(a)	4	20,115	86,123	,000
Intercept	148,741	1	148,741	636,858	,000
XPX	5,885	1	5,885	25,198	,000
STRATEGI	77,580	1	77,580	332,170	,000
SEKOLAH	,214	1	,214	,916	,342
STRATEGI * SEKOLAH	2,851	1	2,851	12,209	,001
Error	14,948	64	,234		
Total	1248,745	69			
Corrected Total	95,406	68			

Ket : a R Squared = ,843 (Adjusted R Squared = ,834)

Hasil uji lanjut LSD menunjukkan bahwa: a) pembelajaran peta konsep berbeda nyata dengan konvensional; b) pemahaman konsep genetika siswa pada pembelajaran peta konsep 79,2% lebih tinggi dari konvensional; c) kategori sekolah atas tidak berbeda nyata dengan kategori sekolah; d) Prosentase peningkatan pemahaman konsep genetika siswa berdasarkan hasil interaksi antara pembelajaran peta konsep dengan kategori sekolah diperoleh konvensional-tengah sebesar 46,952%, konvensional-atas sebesar 123,852%, peta konsep-atas sebesar 357,091%, dan peta konsep-tengah sebesar 381,004%. Prosentase peningkatan yang dimaksud disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa: a) pembelajaran peta konsep berpotensi meningkatkan pemahaman konsep genetika siswa SMA baik pada sekolah kategori atas maupun tengah; b) prosentase peningkatan (*gain*) pemahaman konsep genetika siswa melalui pembelajaran peta konsep pada sekolah kategori tengah lebih tinggi dari pada sekolah kategori atas, yaitu peta konsep-tengah 5,8% lebih tinggi dari peta konsep-atas.

Perangkat genetika berpendekatan konsep yang diterapkan pada pembelajaran genetika menggunakan strategi peta konsep terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep genetika siswa. Perangkat berpendekatan konsep disusun mengacu pada Corebima (2009) yaitu dengan melakukan pengelompokan seluruh informasi tentang genetika sejak dari awal mula tumbuhnya ilmu genetika hingga periode terakhir. Pengelompokan tersebut tanpa memperhatikan urutan waktu kemunculannya dalam perjalanan waktu.

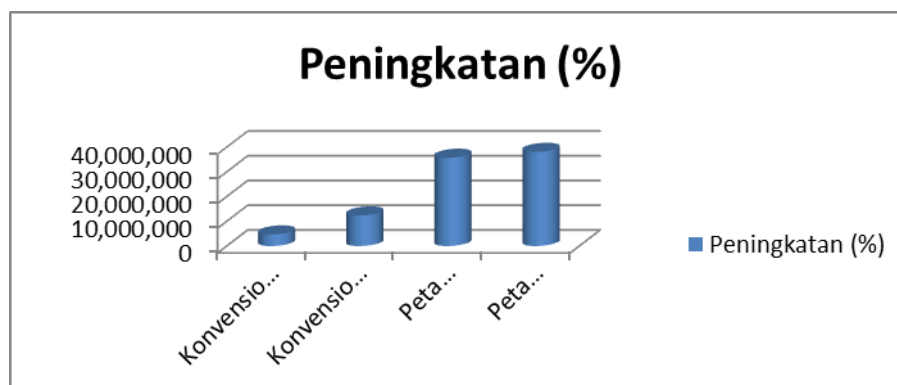
Konsep-konsep materi ajar genetika berjumlah tujuh konsep, yaitu: a). Pengertian dan

Ruang Lingkup Genetika, b). Materi Genetik, c). Reproduksi Materi Genetik, d). Kerja atau Ekspresi Materi Genetik, e). Perubahan Materi Genetik, f). Materi Genetik dalam Populasi (Genetika Populasi/Population Genetics), g). Perekayasaan Materi Genetik (Rekayasa Genetika/ Genetic Engineering). Seluruh informasi genetika yang sudah terungkap sejak tumbuh kembangnya ilmu ini sampai dengan sekarang, dapat digolongkan ke dalam salah satu dari ketujuh konsep tersebut. Berdasarkan struktur materi ajar genetika tersebut, pengertian ilmu genetika menjadi sangat berbeda dengan pengertian konvensional selama ini, yaitu suatu cabang biologi yang mempelajari materi genetik (tentang strukturnya, reproduksinya, ekspresinya, perubahannya, keberadaannya dalam populasi, maupun perekayasaannya) (Corebima, 2010a).

Pembelajaran genetika menggunakan perangkat berpendekatan konsep yang dilakukan pada penelitian ini telah menggeser penerapan pembelajaran berpendekatan sejarah yang umumnya digunakan oleh guru biologi. Menurut Corebima (2010b), pembelajaran yang mengedepankan urutan materi ajar berbasis pendekatan sejarah biasanya berdampak kepada terbentuknya pemahaman ilmu genetika yang terfragmentasi, tidak utuh, serta terasa sangat sulit untuk dipahami.

Pembelajaran genetika berpendekatan konsep dengan strategi peta konsep dapat mengurangi memori hafalan dan memberdayakan kemampuan berpikir siswa. Siswa didorong untuk menemukan konsep-konsep penting, menentukan hubungan antar konsep, menempatkan konsep-konsep yang telah diidentifikasi dari konsep yang lebih umum menuju ke yang lebih khusus.

Gambar 1: Persentase Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa dari Pretes ke Postes



Melalui rangkaian kegiatan menyusun peta konsep siswa didorong untuk meningkatkan kemampuan berpikirnya. Pendapat tersebut sejalan dengan Chattopadhyay (2004: 97–104), bahwa penekanan dalam mengajar dan belajar genetika tidak boleh merangkum topik-topik kemudian siswa menghafal, tetapi harus menanamkan pemahaman konsep dan menggalakkan pemikiran selama kegiatan pembelajaran.

Novak (1985: 94) melaporkan bahwa peta konsep berfungsi sebagai alat skematis untuk merepresentasikan suatu rangkaian konsep yang digambarkan dalam suatu kerangka proposisi. Peta tersebut mengungkapkan hubungan-hubungan yang berarti antara konsep-konsep dan menekankan gagasan-gagasan pokok. Peta konsep disusun hierarkis yaitu konsep esensial ditempatkan pada bagian atas peta.

Pembelajaran peta konsep mendorong siswa menemukan konsep-konsep baru dalam banyak bentuk kaitan-kaitan proporsional. Konsep-konsep yang ditemukan dimodifikasi, dan dibuat lebih inklusif. Siswa menyadari perlunya kaitan-kaitan baru antara kumpulan-kumpulan konsep atau proposisi. Melalui kegiatan tersebut terjadi rekonsiliasi integratif sehingga belajar menjadi lebih bermakna. Dalam peta konsep, rekonsiliasi integratif tersebut diperlihatkan dengan kaitan-kaitan silang antara kumpulan-kumpulan konsep (Dahar, 1988: 162).

Menurut Novak (1985: 94), penggunaan peta konsep sebagai media dalam pembelajaran merupakan salah satu bagian dari strategi organisasi. Strategi organisasi tersebut membantu pebelajar meningkatkan kebermaknaan bahan-bahan baru. Strategi organisasi dilakukan dengan mengenakan struktur-struktur pengorganisasian baru pada bahan-bahan tersebut. Strategi-strategi organisasi dapat terdiri dari pengelompokan ulang ide-ide atau istilah-istilah atau membagi ide-ide atau istilah-istilah itu menjadi subset yang lebih kecil. Strategi-strategi ini juga terdiri dari pengidentifikasian ide-ide atau fakta-fakta kunci dari sekumpulan informasi yang lebih besar.

Terkait pembelajaran dengan peta konsep dilaporkan bahwa pembelajaran kontekstual dengan peta konsep dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi para pebelajar SMP (Tindangen, 2006). Dilaporkan pula bahwa pembelajaran kontekstual dengan peta konsep berkelompok pada siswa berkemampuan awal tinggi berpengaruh paling baik meningkatkan

kemampuan berpikir tingkat tinggi pebelajar. Melalui PTK telah dilaporkan juga sebelumnya bahwa peta konsep dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan hasil belajar siswa SMA, serta meningkatkan prosentase ketuntasan belajar (Chotimah, 2004; dalam Corebima, 2010b).

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini ditemukan bahwa kategori sekolah (atas dan tengah) tidak berpengaruh terhadap pemahaman konsep genetika siswa. Menurut Tundugi (2008) melalui hasil penelitiannya dilaporkan bahwa tidak ada perbedaan kesalahan pemahaman konsep siswa pada pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kontekstual pada kategori sekolah maju, sedang dan cukup maju di Kota Palu.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa interaksi strategi peta konsep dengan kategori sekolah berpengaruh terhadap pemahaman konsep genetika siswa. Persentase peningkatan pemahaman konsep siswa pada sekolah kategori tengah lebih tinggi dibandingkan sekolah kategori atas. Namun, berdasarkan uji LSD diketahui bahwa pembelajaran peta konsep terbukti mempunyai potensi yang sama dalam meningkatkan pemahaman konsep genetika siswa baik pada sekolah kategori tengah maupun kategori atas. Menurut Corebima (2009), berdasarkan analisis meta terhadap hasil-hasil penelitian ditemukan bahwa strategi peta konsep termasuk satu strategi yang terbukti lebih berpotensi memberdayakan kemampuan berpikir, dan pemahaman konsep para siswa berkemampuan akademik rendah, dibanding yang berkemampuan akademik tinggi.

D. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah: a) strategi peta konsep yang diajarkan menggunakan perangkat berpendekatan konsep berpotensi meningkatkan pemahaman konsep genetika siswa SMA, b) peningkatan pemahaman konsep genetika siswa SMA yang diajarkan dengan strategi konvensional pada sekolah kategori atas lebih tinggi dibandingkan dengan kategori sekolah bawah, c) strategi peta konsep yang diajarkan menggunakan perangkat berpendekatan konsep mempunyai potensi yang sama dalam meningkatkan pemahaman konsep genetika siswa SMA pada sekolah kategori tengah maupun kategori atas, d) peningkatan (gain) pemahaman konsep genetika siswa

melalui pembelajaran peta konsep pada sekolah kategori tengah lebih tinggi dari pada sekolah kategori atas.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Ayala, F. J. & King, J. A. 1984. *Modern of Genetics*. Menlo Park California: The Benjamin/cummings Publishing Company, Inc.
- Chattopadhyay, A. 2005. Understanding of Genetic Information in Higher Secondary Students in Northeast India and the Implications for Genetics Education. *Cell Biol Educ*. 2005; 4(1): 97–104.
- Corebima, D. 2009. Pengalaman Berupaya menjadi Guru Profesional. Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam Bidang Genetika pada Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, 30 Juli 2009.
- Corebima, D. 2010a. Berdayakan Keterampilan Berpikir Selama Pembelajaran Sains Demi Masa Depan Kita” dipresentasikan pada SEMNAS di UNESA 16 Januari 2010.
- Corebima, D. 2010b. Pendekatan Baru Genetika dari Pendekatan Sejarah ke Pendekatan Konsep. Disajikan pada Seminar Nasional MIPA Universitas Negeri Malang 13 Oktober 2010.
- Dahar, R. W. 1989. *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Fachrurazi, 2011. Penerapan PBL untuk meningkatkan berpikir kritis dan Komunikasi Matematis Siswa SD. Edisi khusus, No. 1, Agustus 2011.
- Mujiyanto, 2010. Penggunaan Media Pendidikan pada Pengajaran Matematika di Sekolah Menengah. (Online), (<http://www.infodiknas.com/penggunaan-media-pendidikan-pada-pengajaran-matematika-di-sekolah-menengah/>), diposting oleh rulum Tanggal: 1 April 2010), diakses 25 Februari 2012.
- Nusantari. 2012. Kajian Miskonsepsi Genetika dan Perbaikannya Melalui Perubahan struktur Didaktik Bahan Ajar enetika Berpendekatan Konsep di Perguruan Tinggi. Disertasi. Jurusan pendidikan Biologi. Program Pascasarjana Universitas Malang.
- Novak, J. 1998. *Learning, Creating and Using Knowledge. Concept Maps TM as Facilitative Tools in Schools and in Corporation*. London: Lawrence Erlbaum.
- Parno dan Sumarjo. 2007. Pengaruh Pembelajaran Menggunakan Peta Konsep dan Pemecahan Masalah terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Dasar Fisika Sekolah Mahasiswa. (Online), (<http://vharsa.wordpress.com/2009/12/27/abstrak-penelitian-eksperimen/>), diakses 25 Februari 2012.
- Raharjo, 2008. Pengaruh Model Pembelajaran Berpusat Pada Siswa Terhadap Kemampuan Berpikir Siswa Sekolah Menengah Pertama Kelas VIII di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Universitas Negeri Surabaya*. Edisi : Volume 15 No 1, Juni 2008.
- Shaw, K. R. M., et al. 2008. Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *Genetics*. 2008 March; 178(3): 1157–1168.
- Tindangen, M. 2006. Implementasi Pembelajaran Kontekstual Peta Konsep Biologi SMP pada Siswa Berkemampuan Awal Berbeda di Kota Malang dan Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Hasil Belajar Kognitif. Disertasi. Jurusan Pendidikan Biologi. Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Tsui, C. Y., and David, F. T. 2001. Teaching and Learning Reasoning in Genetics with Multiple External Representations. Paper presented at the Australian Association of Research in Education. AARE 2001 Conferenc. Fremantle, Western Australia. 3-6 December 2001. Curtin University of Technology.
- Tundugi, W. 2008. Miskonsepsi Siswa SMA pada Matapelajaran Biologi dan factor-faktor Penyebabnya. Disertasi (Pascasarjana). Universitas negeri Malang. Program studi Psikologi Pendidikan.
- Venville & Treagust. 2002. Teaching about the gene in the Genetic Information Age. *Australian Science Teachers Journal*. Juni 2002