

**PENAMBAHAN CHITOSAN KULIT UDANG UNTUK  
MEMPERPANJANG MASA SIMPAN IKAN GABUS ASIN  
(*Ophiocephalus striatus*) SEBAGAI PENGEMBANGAN  
MODUL PEMBELAJARAN PADA MATA KULIAH  
BIOTEKNOLOGI**

**Darmawati, Elya Febrita, Rahmi Elfitri**

e-mail : [darmawati\\_msi@yahoo.com](mailto:darmawati_msi@yahoo.com), [elyafebrita@yahoo.com](mailto:elyafebrita@yahoo.com), [rahmielfitri@gmail.com](mailto:rahmielfitri@gmail.com).

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP  
Universitas Riau Pekanbaru 28293

**ABSTRACT**

The aim of this research was to determine the effectiveness addition of chitosan shells on the shelf life of salted fish cork (*Ophiocephalus striatus*) in February and May 2015. The results are used to develop the concept of learning modules on the subjects of food biotechnology Biotechnology. This research was carried out by two phases: the field of research and development phase of learning modules. Research conducted experiments using completely randomized design (CRD) non factorial, which consists of 4 treatments and 3 replicates in order to obtain 12 experimental design. If there is a real test there will be a further test DMRT. The parameters observed water content, protein content, fat content, organoleptic color, aroma and texture. The results showed that administration of chitosan have a significant effect on water content, protein content and fat content in cork salted fish (*Ophiocephalus striatus*). Chitosan concentration of 2% is the best concentration. Where to lower the water content of 23.11%, amounting to 0.182% fat content can also increase the protein content of 60.95%. While the color and aroma of salted fish most preferred cork panelist in the treatment of 1.5% while the texture of the panelists preferred the treatment of 1%. Results of the study can be used as a learning module that is in the food preservative materials on subjects Biotechnology.

**Keywords:** Chitosan, Salted fish Cork, Learning Module.

**PENDAHULUAN**

Ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang sudah dibudidayakan secara komersial oleh masyarakat Indonesia terutama di kota Pekanbaru. Permintaan masyarakat akan ikan gabus terus meningkat. Hal ini dikarenakan ikan gabus mempunyai potensi tinggi terutama jika ditinjau dari sudut pandang pangan dan gizi. Ikan gabus diketahui mengandung senyawa-senyawa penting yang berguna bagi tubuh, diantaranya protein yang cukup tinggi, lemak, air, dan beberapa

mineral. Proses pengolahan ikan gabus asin secara tradisional kurang memperhatikan aspek sanitasi dan higienis dalam proses persiapan, pengolahan dan penyimpanan produk. Akibatnya adalah hasil olahan ikan gabus asin akan mudah mengalami kerusakan secara mikrobiologis, kimiawi dan organoleptik. Untuk mengatasi masalah ini banyak pengolah yang mengambil jalan pintas dengan cara menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya seperti formalin.

Melihat kenyataan yang terjadi di dalam industri pengolahan ikan gabus asin, maka harus dicari alternatif yang tepat agar

proses pengolahan ikan gabus asin dapat menghasilkan produk yang bagus tanpa menggunakan formalin ataupun bahan kimia berbahaya lainnya. Hal yang perlu diperhatikan pada penggunaan bahan pengawet pengganti formalin adalah bahannya mampu membunuh kontaminasi mikroorganisme, aman ataupun tidak beracun, bersifat alami agar mudah diperoleh, dan harganya terjangkau sehingga produsen tidak akan kembali lagi menggunakan formalin dan bahan kimia lainnya dalam pengawetan ikan.

Departemen Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor (THP FPIK-IPB) secara intensif telah melakukan riset bahan aktif untuk aplikasi produk-produk perairan guna menggantikan bahan-bahan kimia seperti formalin, klorin dan sianida. Salah satu produk tersebut adalah chitosan. Chitosan merupakan produk turunan dari polimer chitin yaitu produk samping atau limbah dari pengolahan industri perikanan, khususnya udang dan rajungan. Chitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antimikroba, dan sebagai bahan pengawet pada ikan, karena mengandung enzim lysosim dan gugus aminopolysacharida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan chitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri, selain itu chitosan juga berfungsi sebagai bahan pengawet alami yang dapat melapisi (*edible coating*) yang terbuat dari berbagai bahan termasuk polisakarida, protein dan lipid untuk meningkatkan kualitas dan memperpanjang masa simpan yang bertindak sebagai penghalang terhadap oksigen dan air, sehingga memperlambat oksidasi dan menjaga kelembaban (Wardaniati, 2009).

Hasil penelitian ini akan dikembangkan sebagai modul pembelajaran pada mata kuliah Bioteknologi. Mata kuliah bioteknologi salah satunya mengkaji tentang bioteknologi pangan. Dalam proses pembelajaran biologi mahasiswa tidak

terlepas dari modul pembelajaran. Modul pembelajaran merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Keterangan-keterangan guru, uraian-uraian yang harus disampaikan guru, dan informasi yang harus disajikan guru dihimpun di dalam modul (Zulkarnaini, 2009). Dewasa ini modul bioteknologi pangan telah tersedia, hanya saja penjelasan mengenai pengawetan makanan masih kurang. Oleh karena itu diperlukan pengembangan modul bioteknologi materi pengawetan makanan. Modul Pembelajaran tersebut diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami konsep Bioteknologi Pangan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2015 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan juga di Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang terdiri dari 2 tahap yaitu tahap riset lapangan dan tahap pengembangan modul pembelajaran. Tahap riset lapangan dilakukan dengan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 12 rancangan percobaan. Jika terdapat uji nyata maka akan dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Variabel terikat pada penelitian ini adalah penambahan chitosan dengan konsentrasi 0%, 1%, 1.5% dan 2%. Sedangkan variabel bebas adalah lama penyimpanan ikan gabus asin yakni selama 1 bulan.

Parameter pengamatan yaitu uji proksimat kadar air, lemak dan air . Data yang dihasilkan merupakan data primer yang diperoleh secara langsung dengan melakukan uji proksimat di Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Kadar proksimat disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian tersebut diintegrasikan sebagai pengembangan modul pembelajaran yang disesuaikan dengan salah satu Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar pada konsep Bioteknologi Pangan pada mata kuliah Bioteknologi. Pengembangan modul pembelajaran dilakukan dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan*

*Evaluation*) yang disederhanakan menjadi tahap *Analysis, Design, dan Development* (Dick and Carry, 2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengukuran uji proksimat. Uji proksimat setelah pemberian chitosan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rerata kadar air, kadar protein dan kadar lemak setelah pemberian chitosan

Perlakuan	Parameter		
	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)
G0 (0%)	24,90a	51,18a	2,21a
G1 (1%)	24,31b	51,85b	1,541b
G2 (1.5%)	23,20c	54,41c	1,381c
G3 (2%)	23,11d	60,95d	0,182d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 1. Analisis Varians (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian chitosan berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air, kadar protein dan kadar lemak. Kadar air paling rendah terdapat pada perlakuan G3 (konsentrasi 2%) sebesar 23,11%, sedangkan peningkatan kadar air paling tinggi terjadi pada perlakuan G0 (konsentrasi 0% atau kontrol) sebesar 24,90%. Ternyata pemberian chitosan 1% mampu menurunkan kadar air pada ikan gabus asin, hal ini disebabkan oleh pengikatan air oleh protein yang ada pada chitosan. Semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan, artinya konsentrasi chitosan yang rendah memberikan pengaruh yang baik dalam menurunkan kadar air pada ikan gabus asin. Menurut Gemala dalam Bastian (2009) chitosan memiliki atom H pada gugus amina yang memudahkan chitosan berinteraksi dengan air melalui ikatan hydrogen dan memiliki sifat hidrofobik. Penurunan kadar air akan dapat memberikan daya awet pada ikan gabus asin, karena air merupakan media

yang baik dalam pertumbuhan mikroorganisme.

Air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan dan merupakan salah satu sebab bahwa di dalam pengolahan pangan air sering dikeluarkan atau dikurangi dengan cara penguapan/pengeringan. Keawetan bahan pangan erat kaitannya dengan kadar air yang dikandungnya. Kadar air menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan bahan pangan. Air yang terkandung dalam bahan pangan merupakan media yang baik untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba perusak pangan. Rendahnya kadar air dalam bahan pangan diharapkan dapat memperpanjang masa simpannya. Kadar air setelah pemberian chitosan berada dibawah kadar air yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2708-1992 untuk ikan gabus asin, yaitu maksimal 40%.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi chitosan pada ikan gabus asin memberikan pengaruh nyata terhadap kadar protein. Tabel 1. menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan G3 (konsentrasi 2%)

yaitu sebesar 60,95% dan kadar protein terendah terdapat pada G0 (konsentrasi 0%) yaitu sebesar 51.18%. Artinya perlakuan chitosan dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi terbaik dalam meningkatkan kadar protein. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi chitosan yang digunakan, maka akan semakin tinggi kadar proteinnya. Hal ini disebabkan karena chitosan mampu berikatan dengan protein yang terdapat pada ikan gabus asin, chitosan juga memiliki sifat mengikat protein, sehingga semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka chitosan akan semakin efektif dalam meningkatkan kadar protein atau semakin banyak protein yang diikat dalam ikan gabus asin. Selain itu chitosan juga memiliki gugus N yang mampu membentuk senyawa amino yang merupakan komponen pembentukan protein (Bastian, 2011).

Menurut Synowiecki dkk. (2003) chitosan memiliki sifat afinitas (mengikat) yang luar biasa terhadap protein. Selanjutnya menurut Risma (2003) chitosan merupakan chitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa pekat sehingga bahan ini merupakan polimer D-glukosamin dan mampu berikatan dengan protein. Kadar protein ikan gabus asin dengan penambahan chitosan sudah sesuai dengan persyaratan kadar protein ikan gabus asin dalam standar mutu ikan gabus asin yaitu maksimal 76,9% (SNI 01-2715-1996).

Berdasarkan tabel 1. dapat dilihat bahwa hasil pengujian kadar lemak dalam ikan gabus asin yang diberi perlakuan chitosan menunjukkan jumlah kadar lemak berbanding terbalik dengan jumlah konsentrasi chitosan yang diberikan pada ikan gabus asin tersebut. Artinya semakin banyak konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin sedikit kadar lemaknya. Hal ini dikarenakan protein pada ikan gabus asin memiliki sifat hidrofobik yang dapat mengikat lemak. Dengan sifat chitosan yang mampu berikatan dengan protein pada ikan gabus asin maka semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin menurun kadar lemak pada ikan asin. Selain itu menurunnya kadar lemak pada ikan gabus asin disebabkan bahwa chitosan memiliki sifat polimer alami yang dapat

menghambat atau menyerap lemak pada suatu bahan makanan. Selain itu gugus parsial positif yang terdapat pada chitosan mengikat gugus negatif pada lemak (Koswara, 2009).

Hasil penelitian ini dikembangkan menjadi modul pembelajaran Bioteknologi Pangan pada mata kuliah Bioteknologi. Langkah pengembangan media dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) oleh Dick dan Carey (2005). Tahapan-tahapan tersebut dijadikan landasan dalam merancang dan mengembangkan modul pembelajaran, namun dalam pengembangan media ini hanya sampai pada tahap *development*. Pembahasan pada setiap tahapan ADDIE dapat dilihat di bawah ini.

### 1. *Analyze*

Pada tahap *Analyze* dimulai dengan melakukan Analisis Intruksional Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum dalam Rencana Kegiatan Program Pembelajaran (RKPP) pada Mata Kuliah Bioteknologi. Hal ini bertujuan untuk memperoleh Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang sesuai dengan hasil penelitian. Berdasarkan Analisis Instruksional pada mata kuliah Bioteknologi maka hasil penelitian efektivitas chitosan kulit udang terhadap masa simpan ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dapat dijadikan Modul Pembelajaran pada mata kuliah Bioteknologi pada konsep Bioteknologi Pangan. Instruksional yang dapat diintegrasikan mencakup (a) Kompetensi Dasar yaitu mendeskripsikan produk-produk bioteknologi pangan.

### 2. *Design*

Pada tahap *Design* dilakukan perancangan konsep materi yang berkaitan dengan data penelitian, merancang indikator, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan merancang butir soal objektif untuk mengevaluasi mahasiswa yang mengacu pada tujuan pembelajaran. Data-data hasil penelitian dihubungkan dengan konsep

Bioteknologi Pangan pada mata kuliah Bioteknologi.

Indikator yang dapat dicapai adalah (a) Mendeskripsikan tentang pengawetan makanan. Sedangkan Indikator Tingkat Pencapaian Kompetensi (ITPK) yang dapat dicapai meliputi (a) menjelaskan tentang pengawetan makanan (b) menjelaskan macam-macam pengawet makanan (c) menjelaskan pemanfaatan chitosan sebagai pengawet alami. Indikator pada Modul Pembelajaran disusun sebagai kriteria yang mengindikasikan bahwa ITPK telah tercapai.

### 3. Development

Pada tahap *Development* dilakukan untuk mengembangkan struktur isi Modul Pembelajaran. Penulisan modul ini secara garis besar memuat materi mengenai pengawet alami pada makanan. Modul Pembelajaran disusun

dan dikembangkan dengan struktur modul Sidik dan Jamaludin yang meliputi topik modul, tingkatan kurikulum, panduan penggunaan modul, pendahuluan, sumber/rujukan dan komponen utama yang terdiri atas topik dan tujuan pembelajaran, bahan pelajaran. Modul Pembelajaran ini juga dilengkapi dengan umpan balik, rangkuman Modul Pembelajaran, tes formatif, kunci jawaban tes formatif, glosarium yang dikaitkan berdasarkan hasil penelitian dan daftar pustaka.

Modul Pembelajaran yang telah dikembangkan divalidasi oleh Validator yang terdiri dari Validator ahli materi dan Validator ahli kependidikan, yaitu dua orang dosen ahli kependidikan dan 1 orang dosen ahli materi. Penilaian hasil validasi Modul Pembelajaran disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rerata hasil penilaian Modul Pembelajaran Bioteknologi oleh Validator

Kriteria Penilaian	Rerata Penilaian			Rerata Ketiga Validator
	Validator 1 (Ahli Materi)	Validator 1 (Ahli Kependidikan)	Validator 2 (Ahli Kependidikan)	
Kelayakan isi	4,11	4,11	4,11	4,11
Kebahasaan	4,25	4,00	4,00	4,08
Sajian	4,20	3,80	4,00	4,00
Kegrafisan	4,50	4,50	4,25	4,41
Rerata	4,26	4,10	4,10	4,15
Penilaian Umum	B	B	B	Valid

Keterangan: B = Dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa hasil penilaian dari ketiga validator yang mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafisan berkisar antara 4,00 hingga 4,41 dengan rentang nilai 1-5. Hal ini menunjukkan bahwa hasil validasi Modul Pembelajaran berada pada kategori valid hingga sangat valid. Aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan sajian berada pada kategori valid yaitu >3,44-4,20. Sedangkan aspek kegrafisan berada pada kategori sangat valid yaitu >4,20-4,50. Penilaian tertinggi pada Modul Pembelajaran terdapat pada kegrafisan yaitu sebesar 4,41 dengan kategori sangat valid, dan penilaian terendah

berada pada sajian yaitu sebesar 4,00 dengan kategori valid.

Aspek kelayakan isi menyajikan komponen yang meliputi; (1) kesesuaian isi materi dengan Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), indikator dan tujuan pembelajaran, (2) kesesuaian Modul Pembelajaran dengan kebutuhan mahasiswa, (3) kesesuaian Modul Pembelajaran dengan kebutuhan bahan ajar, (4) kebenaran substansi konsep materi Modul Pembelajaran dari aspek keilmuan, (5) materi yang disampaikan pada Modul Pembelajaran jelas dan sistematis, (6) materi yang disajikan pada Modul Pembelajaran dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep, (7)

keterkaitan antara contoh materi pada Modul Pembelajaran dengan kondisi yang ada dilingkungan sekitar, (8) kebenaran kunci jawaban yang disampaikan pada Modul Pembelajaran, (9) manfaat Modul Pembelajaran untuk penambahan wawasan pengetahuan, (10) kesesuaian Modul Pembelajaran dengan nilai-nilai, moralitas dan sosial, dan (11) materi pembelajaran yang disampaikan pada Modul Pembelajaran dapat membantu mahasiswa belajar secara mandiri.

Aspek kebahasaan menyajikan komponen yang meliputi; (1) Kalimat yang digunakan dalam Modul Pembelajaran mudah dipahami, (2) kejelasan informasi yang terdapat dalam Modul Pembelajaran, (3) kesesuaian bahasa dalam Modul Pembelajaran dengan kaidah Bahasa Indonesia, (4) penggunaan bahasa secara efektif dan efisien. Rendahnya penilaian pada aspek sajian disebabkan kurang jelasnya tujuan dalam Modul Pembelajaran, sehingga perlu adanya pengembangan modul Pembelajaran secara mendalam dengan penggunaan tujuan yang jelas. Sedangkan komponen yang diuraikan dalam aspek kegrafisan meliputi (1) penggunaan jenis dan ukuran huruf yang sesuai, (2) *lay out* dan tata letak yang sesuai dalam sebuah Modul Pembelajaran, (3) ilustrasi, grafis, gambar, foto yang relevan serta (4) desain tampilan Modul Pembelajaran yang menarik.

Rerata hasil penilaian Modul Pembelajaran Bioteknologi oleh ketiga validator menunjukkan valid yaitu 4,10 (>3,44-4.20). Penilaian secara umum oleh ketiga validator menunjukkan hasil bahwa Modul dapat digunakan dalam pembelajaran dengan beberapa perbaikan/ penyempurnaan.

Perbaikan yang disarankan oleh validator dapat dirincikan untuk membantu menyempurnakan Modul Pembelajaran ini, saran-saran tersebut antara lain:

- a Pilih hasil penelitian yang sesuai dengan Kompetensi Dasar dan Indikator pada Mata Kuliah Bioteknologi.
- b Diperjelas penggunaan Modul Pembelajaran dalam kegiatan perkuliahan.

- c Bedakan antara Indikator dengan Indikator Tingkat Pencapaian Kompetensi (ITPK).
- d Penulisan tingkat kesukaan 1-4 diganti dalam bentuk kalimat dan jelaskan maknanya.

Berdasarkan saran-saran yang telah diberikan validator, maka peneliti melakukan revisi terhadap Modul Pembelajaran ini guna penyempurnaan Modul Pembelajaran yang telah dirancang. Adapun Modul Pembelajaran yang dicantumkan dalam penelitian ini adalah hasil revisi berdasarkan saran dari ketiga validator tersebut. Dengan demikian, Modul Pembelajaran yang telah dikembangkan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran Mata Kuliah Bioteknologi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian chitosan berpengaruh signifikan terhadap kadar air, kadar protein dan kadar lemak pada ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) asin. Konsentrasi chitosan 2% merupakan konsentrasi terbaik. Dimana dapat menurunkan kadar air sebesar 23,11%, kadar lemak sebesar 0,182% juga dapat meningkatkan kadar protein sebesar 60,95%. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkaya bahan ajar dalam bentuk Modul Pembelajaran konsep Bioteknologi Pangan pada Mata Kuliah Bioteknologi di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau.

Pemberian chitosan memberikan pengaruh terhadap masa simpan ikan gabus asin. Perlu dilakukan penelitian mengenai mikroba yang menyebabkan adanya kontaminasi pada ikan gabus asin setelah diberikan chitosan dan dilihat masa simpannya setelah beberapa minggu. Diharapkan juga dapat mengintegrasikan hasil penelitian pada proses pembelajaran dalam pembuatan Lembar kerja Siswa (LKS) pada materi pemanfaatan limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bastian, W. 2013. Penggunaan Chitosan Sebagai Pembentuk Gel dan Edible Coating Serta Pengaruh Penyimpanan Suhu Ruang Terhadap Mutu dan Daya Awet Empek-Empek. Skripsi Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor. Tersedia di:<http://www.google.com>.(diakses 20 Desember 2014).
- Dick, W. and Carey, L. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Allyn and Bacon; 6<sup>th</sup>ed.
- Rismana E. 2001. Langsing dan Sehat Lewat Limbah Perikanan. *Majalah Sinar Harapan*. <http://www.sinarharapan38.co.id/berita>.(diakses 21 November 2014).
- Synowiecki, J and Al-khateeb N. 2003. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition. ProQuest Medical Library*. 43(2): 145-171.
- Wardaniati, R.A dan Setyaningsih, S, 2009. *Pembuatan Chitosan Dari Kulit Udang Dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Bakso*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip. Semarang. Diakses dari [http://eprints.undip.ac.id/1718\\_fix.pdf](http://eprints.undip.ac.id/1718_fix.pdf) (diakses 11 Desember 2014).
- Zulkarnaini. 2009. *Teknik Penyusunan Bahan Ajar*. (online).<http://zulkarnainidiran.wordpress.com> (diakses 12 Januari 2015).

