

EFEKTIVITAS CHITOSAN KULIT UDANG TERHADAP NILAI GIZI TAHU SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI DENGAN MODEL PEMBELAJARAN DI (*Direct Intruction*) PADA KONSEP BIOTEKNOLOGI

Gemala Azora M¹, Suwondo², Elya Febrita²

Gemala_mala@yahoo.co.id/+6285271510590
Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau - Pekanbaru

Abstract

Chitosan is an alternative shells as a preservative. The study was conducted to determine the effectiveness of chitosan shells to tofu the nutritional value as a source of biological studies with model DI (Direct instruction) on the concept of biotechnology. This study used an experimental method to completely randomized design (CRD) factorial, the first factor consisting of chitosan concentration 0gr, 1 gram, 2 grams, 3gr, 4gr, 5gr, the second factor is the time of immersion is 0 hours, 1 hour and 2 hours, whereas the parameters levels of protein, fat, water and organoleptic. Data analysis was performed by ANOVA. If there are further tested significantly different Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the level of 1%. To determine the relationship between the concentration of chitosan with high levels of protein, fat and water analysis regression model $Y = a + bx$. The results showed that administration of chitosan increased levels of protein in the know, on the contrary provision of chitosan reduce levels of fat and water in the tofu. Organoleptic tofu has aroma, texture, and color is good. The results chitosan can be used as a learning resource materials development LKS High School on the concept of biotechnology.

Keywords: Effectiveness, Tofu, Chitosan, Nutritional Value, Learning Resource

PENDAHULUAN

Tahu merupakan bahan makanan sumber protein nabati yang sangat populer setelah tempe (Widyaningsih dan Murtini, 2006). Tahu mengandung 7-8 gram zat protein dan 124 mg zat kalsium per 100 gram tahu. Tahu berasal dari negara Cina, yang disebut taufu. Tahu dibuat dari kacang kedelai kuning atau dari kacang hijau. Kacang kedelai dikenal sebagai makanan terbaik kadar proteinnya, dapat mencapai 35% dari pada beratnya (Liwijaya dalam Afrianti, 2010).

Menurut Widyaningsih (2006), tahu adalah bahan pangan yang tinggi protein dengan kadar air yang tinggi (85%) karena itu tahu tidak tahan lama. Satu hari setelah

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi

² Dosen Pendidikan Biologi Biologi FKIP Universitas Riau

diproduksi tahu akan mulai rusak yang ditandai dengan berbau asam dan berlendir. Dengan merendam tahu pada air yang diberi formalin tahu akan awet sampai 7 hari.

Chitin merupakan polisakarida yang bersifat non toxic (tidak beracun) dan *biodegradable* sehingga chitin banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Chitin tidak mudah larut didalam air sehingga penggunaannya terbatas. Namun dengan memodifikasi struktur kimianya maka akan diperoleh senyawa turunan chitin yaitu chitosan. Lebih lanjut chitin dapat mengalami proses deasetilasi menghasilkan chitosan dalam berbagai bidang (Manskarya *dalam* Holipah, 2010). Chitosan dapat digunakan sebagai pengawet karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya. Berbagai hipotesa yang saat ini masih berkembang mengenai mekanisme kerja kitosan memiliki afinitas yang kuat dengan DNA mikroba sehingga dapat berikatan dengan DNA yang kemudian mengganggu mRNA dan sintesa protein (Hadwiger dan Adams *dalam* Holipah 2010).

Chitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antimikroba, karena mengandung enzim lisozim dan gugus aminopolysacharida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Enzim lisozim merupakan enzim yang sanggup mencerna dinding sel bakteri sehingga bakteri akan kehilangan kemampuannya menimbulkan penyakit dalam tubuh (hilangnya dinding sel ini menyebabkan sel bakteri akan mati).Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan bahwa chitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Salah satu mekanisme yang mungkin terjadi dalam pengawetan makanan yaitu molekul chitosan memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan senyawa pada permukaan sel bakteri kemudian teradsorpsi membentuk semacam layer (lapisan) yang menghambat saluran transportasi sel sehingga sel mengalami kekurangan substansi untuk berkembang biak dan mengakibatkan matinya sel bakteri (Wardaniati dan Setyaningsih, 2009).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November – Desember 2012 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan dan laboratorium Teknik Hasil Pangan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Kampus Binawidya Panam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama yaitu Konsentrasi chitosan (c) yang terdiri dari ; (1) 0 gr larutan chitosan (kontrol) T₀, (2) 1 gr larutan chitosan T₁, (3) 2 gr larutan chitosan T₂, (4) 3 gr larutan chitosan T₃, (5) 4 gr larutan chitosan T₄, (6) 5 gr larutan chitosan T₅. Faktor kedua lama waktu perendaman (w) yang terdiri dari 0 jam, 1 jam, 2jam. Sedangkan parameter yang diukur adalah kadar protein, kadar lemak dan kadar air, setelah pemberian chitosan. Penelitian ini yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 54 rancangan percobaan dengan 10 gram tahu pada setiap perlakuan. Untuk uji organoleptik terhadap tekstur, aroma dan rasa, maka akan dipilih 10 responden yang akan memberikan pendapatnya terhadap pemberian chitosan pada tahu. Masing-masing sampel diberikan tanda dan responden akan mengisi angket yang telah disediakan untuk penilaian. Teknik Analisis Data Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan analisis varian (ANAVA) pada taraf 1%. Untuk melihat hubungan antara konsentrasi chitosan dengan kadar protein, karbohidrat dan air dilakukan analisis regresi dengan

menggunakan model $Y = a + bx$. Selanjutnya dihitung koefisien determinasi (R^2) untuk mengetahui derajat hubungan antar variable. Hasil penelitian ini akan diintegrasikan dengan sumber belajar pada konsep Bioteknologi dengan tahapan sebagai berikut: (1) analisis instruksional untuk mengetahui SK, KD dan indikator yang sesuai. (2) menghubungkan hasil eksperimen chitosan sebagai sumber belajar biologi. (3) menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari silabus, RPP dan LKS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar protein, karbohidrat dan air disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rata –rata kadar protein, kadar lemak dan kadar air setelah pemberian chitosan

| Perlakuan | Kadar Protein | Kadar Lemak | Kadar Air |
|-------------------------------|---------------|-------------|-----------|
| c ₀ t ₀ | 8,23fe | 4,41a | 83,63 |
| c ₁ t ₀ | 8,24ed | 4,29a | 81,35 |
| c ₂ t ₀ | 8,78dc | 3,90a | 80,55 |
| c ₃ t ₀ | 9,02cb | 3,79a | 79,44 |
| c ₄ t ₀ | 9,14ba | 3,46a | 78,66 |
| c ₅ t ₀ | 9,36a | 3,25a | 77,48 |
| c ₀ t ₁ | 8,23fe | 4,41a | 83,63 |
| c ₁ t ₁ | 8,42ed | 3,82a | 80,37 |
| c ₂ t ₁ | 8,72dc | 3,6a | 79,63 |
| c ₃ t ₁ | 9,11cb | 3,47a | 78,42 |
| c ₄ t ₁ | 9,16ba | 3,29a | 79,84 |
| c ₅ t ₁ | 9,63a | 3,12a | 78,13 |
| c ₀ t ₂ | 8,23fe | 4,41a | 83,63 |
| c ₁ t ₂ | 8,55ed | 3,75a | 80,29 |
| c ₂ t ₂ | 8,57dc | 3,64a | 79,87 |
| c ₃ t ₂ | 9,16cb | 3,37a | 79,21 |
| c ₄ t ₂ | 9,22ba | 3,27a | 78,64 |
| c ₅ t ₂ | 9,83a | 2,42a | 77,05 |

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 1 %

Dari tabel analisa diatas dapat dilihat bahwa pemberian chitosan berpengaruh terhadap kadar protein, lemak dan air pada tahu. Pemberian chitosan tidak berpengaruh terhadap kadar protein pada tahu. Dari tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan kadar protein pada tahu disebabkan bahwa chitosan mempunyai sifat yang dapat berinteraksi dengan kadar protein pada suatu makanan. Chitosan mampu berinteraksi atau mengikat protein pada bahan makanan dan chitosan memiliki gugus N yang mampu membentuk senyawa amino yang merupakan komponen pembentukan protein (Irianto dalam Bastian, 2011).

Semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin meningkat kadar protein pada tahu. Dengan demikian semakin efektif chitosan meningkatkan kadar protein pada tahu. Minarno dkk (2008) menyatakan bahwa sifat dan kualitas protein pada suatu makanan dipengaruhi oleh jenis, jumlah dan susunan asam amino.

Lama waktu perendaman berpengaruh terhadap kadar protein pada tahu. Semakin lama waktu perendaman semakin tinggi kadar protein pada tahu, Hal ini

disebabkan terjadinya akumulasi asam amino sehingga meningkatnya kadar protein pada tahu .

Interaksi antara chitosan dan lama waktu perendaman menunjukkan tidak berpengaruh terhadap kadar protein. Dari tabel 1 terlihat rerata protein semakin meningkat dengan lama waktu perendaman kadar protein ditemukan pada kombinasi c5t2 sebesar 9,83. Semakin tinggi konsentrasi chitosan dan lama waktu perendaman yang diberikan maka semakin tinggi kadar protein pada tahu. Hal ini disebabkan oleh chitosan mampu berikatan dengan protein yang terdapat pada tahu.

Pemberian chitosan tidak berpengaruh terhadap kadar lemak pada tahu. Dari tabel 1 terlihat rerata kadar lemak semakin menurun. Hal ini disebabkan karena protein pada tahu memiliki sifat hidropobik yang dapat mengikat lemak (Koswara, 2009). Dengan sifat chitosan yang mampu berikatan dengan protein pada tahu maka semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin menurun kadar lemak pada tahu. Selain itu menurunnya kadar lemak pada tahu disebabkan bahwa chitosan memiliki sifat polimer alami yang dapat menghambat atau menyerap lemak pada suatu bahan makanan.

Lama waktu perendaman berpengaruh terhadap menurunnya kadar lemak pada tahu. Hal ini disebabkan chitosan memiliki sifat polimer alami yang dapat menyerap lemak pada suatu bahan makanan. Jadi, semakin lama waktu perendaman yang diberikan maka semakin menurun kadar lemak pada tahu.

Interaksi chitosan dan lama waktu perendaman menunjukkan tidak berpengaruh terhadap kadar lemak. Dari tabel 1 terlihat rerata kadar lemak semakin menurun dengan lama waktu perendaman. Kadar lemak yang rendah ditemukan pada kombinasi c5t2 sebesar 2,42. Semakin tinggi konsentrasi chitosan dan lama waktu perendaman yang diberikan maka semakin menurun kadar protein pada tahu. Hal ini disebabkan protein pada tahu memiliki sifat hidropobik yang dapat mengikat lemak (Koswara, 2009). Sehingga sifat chitosan yang mampu berikatan dengan protein pada tahu dapat menurunkan kadar lemak pada tahu.

Pemberian chitosan tidak berpengaruh terhadap kadar air pada tahu. Tetapi pada tabel 1 menunjukkan bahwa rerata kadar air semakin menurun. Hal ini disebabkan bahwa Menurut David, dkk. (2009) kemampuan chitosan yang mampu mengadsorpsi air juga mempengaruhi kadar air yang semakin menurun.

Lama waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap menurunnya kadar air pada tahu. Hal ini disebabkan bahwa terjadinya akumulasi sehingga kadar air pada tahu dapat menurun. Selain itu jumlah air yang hilang selama perlakuan dipengaruhi oleh pengikatan air oleh protein yang ada pada chitosan.

Interaksi antara chitosan lama waktu perendaman menunjukkan tidak berpengaruh terhadap kadar air pada tahu. Dari tabel 1 terlihat rerata kadar air yang semakin menurun. Kadar air yang rendah ditemukan pada kombinasi c5t2 sebesar 77,05. Semakin tinggi konsentrasi chitosan dan lama waktu perendaman yang diberikan maka semakin menurun kadar air pada tahu. Hal ini disebabkan jumlah air yang hilang selama perlakuan dipengaruhi oleh pengikatan air oleh protein yang ada pada chitosan. Penurunan kadar air pada tahu akan memberikan daya awet pada tahu karena air merupakan media yang baik dalam pertumbuhan mikroorganisme. sehingga dapat meningkatkan daya awet pada tahu. Tetapi hasil analisis varian menunjukkan

hasil yang tidak berbeda nyata terhadap semua perlakuan sehingga tidak dilakukan uji DMRT.

Tahu merupakan produk makanan yang banyak mengandung air dengan pemberian Konsentrasi yang tinggi pada chitosan memberikan pengaruh yang baik dalam menurunkan kadar air pada tahu. Menurut Rochima *dalam* Bastian (2009) menyatakan bahwa chitosan memiliki atom H pada gugus amina yang memudahkan chitosan berinteraksi dengan air melalui ikatan hidrogen dan memiliki sifat hidrofobik. Dengan menurunnya kadar air pada tahu dapat memberikan dampak yang baik untuk kualitas tahu karena menurunnya kadar air maka tahu akan lebih tahan lama atau mempunyai daya tahan yang lama. Karena Air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme.

Hasil uji pemberian chitosan terhadap kadar protein, Kadar lemak dan kadar air disajikan persamaan regresi pada tabel 2.

Tabel 2. Persamaan Regresi pemberian chitosan terhadap kadar protein, kadar lemak dan kadar air

| Parameter | (t) | Persamaan Regresi | Koefisien Determinasi (R ²) |
|---------------|----------------|-------------------|---|
| Kadar Protein | t ₀ | Y= 7,866 + 0,302x | R ² = 0,938 |
| | t ₁ | Y= 7,917 + 0,274x | R ² = 0,974 |
| | t ₂ | Y= 7,925 + 0,246x | R ² = 0,950 |
| Kadar Lemak | t ₀ | Y= 4,69 + 0,24x | R ² = 0,983 |
| | t ₁ | Y= 4.435 + 0,233x | R ² = 0,911 |
| | t ₂ | Y= 4.642 + 0,333x | R ² = 0,906 |
| Kadar Air | t ₀ | Y= 84,17 - 1,140x | R ² = 0,966 |
| | t ₁ | Y= 83,06 - 0,851x | R ² = 0,701 |
| | t ₂ | Y= 83,63 - 1,100x | R ² = 0,876 |

Berdasarkan hasil analisis regresi pada kadar protein tahu dapat dilihat bahwa chitosan dapat meningkatkan kadar protein tahu pada perendaman t₀ sebesar 0,302 dengan koefisien determinasi (R²) 0,938 Pada t₁ sebesar 0,274 dengan koefisien determinasi (R²) 0,974. sedangkan pada perendaman t₂ sebesar 0,246 dengan koefisien determinasi (R²) 0,947. Hal ini disebabkan bahwa chitosan mampu berinteraksi atau mengikat protein pada bahan makanan sehingga kadar protein pada tahu meningkat. Menurut Irianto *dalam* Bastian (2011) menyatakan bahwa chitosan memiliki gugus N yang mampu membentuk senyawa amino yang merupakan komponen pembentukan protein.

Berdasarkan persamaan regresi, dinyatakan bahwa chitosan dapat menurunkan kadar lemak pada tahu. Perendaman t₀ sebesar 0,24 dengan koefisien determinasi (R²) sebesar 0,983. Pada perendaman t₁ sebesar 0,233 dengan koefisien determinasi (R²) 0,911. Sedangkan pada perendaman t₂ sebesar 0,23 dengan koefisien determinasi sebesar 0,906. Hal ini disebabkan protein pada tahu memiliki sifat hidropobik yang dapat mengikat lemak (Koswara, 2009). Sehingga sifat chitosan yang mampu berikatan dengan protein pada tahu dapat menurunkan kadar lemak pada tahu.

Berdasarkan persamaan regresi, dinyatakan bahwa chitosan dapat menurunkan kadar air pada tahu. Perendaman t₀ sebesar 1,140 dengan koefisien

determinasi (R^2) sebesar 0,966. Pada t_1 sebesar 0,851 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,701. Sedangkan pada t_2 sebesar 1,100 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,876. Hal ini disebabkan kemampuan chitosan yang dapat mengikat dan menyerap air karena chitosan memiliki sifat hidrofobik. Semakin tinggi konsentrasi chitosan dan lama waktu perendaman dapat menurunkan kadar air pada.

Organoleptik yang dilakukan meliputi Aroma, Tekstur dan Warna. Hasil responden masyarakat setelah pemberian chitosan terhadap bakso disajikan pada tabel

Tabel 5 . Analisis Rata-rata Panelis Organoleptik pada tahu

| Waktu | Parameter | Perlakuan | | | | | |
|------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | c_0 (0 gr) | c_1 (1 gr) | c_2 (2 gr) | c_3 (3 gr) | c_4 (4 gr) | c_5 (5 gr) |
| t_0 (0 Jam) | 1. Aroma | 1,4(TS) | 1,9(TS) | 1,7(TS) | 1,7(TS) | 1,6(TS) | 1,6(TS) |
| | 2. Tekstur | 1,6(TS) | 2,1(S) | 1,9(TS) | 1,8(TS) | 1,8(TS) | 1,8(TS) |
| | 3. Warna | 1,7(TS) | 2,1(S) | 2,0(S) | 2,0(S) | 1,9(TS) | 2,0(S) |
| t_1 (1 Jam) | 1. Aroma | 1,4(TS) | 1,6(TS) | 1,7(TS) | 1,6(TS) | 1,6(TS) | 1,5(TS) |
| | 2. Tekstur | 1,6(TS) | 2,0(S) | 2,0(S) | 2,0(S) | 1,9(TS) | 1,9(TS) |
| | 3. Warna | 1,6(TS) | 2,0(S) | 2,1(S) | 2,1(S) | 1,9(TS) | 1,9(TS) |
| t_2 (2 Jam) | 1. Aroma | 1,4(TS) | 1,7(TS) | 1,6(TS) | 1,6(TS) | 1,5(TS) | 1,5(TS) |
| | 2. Tekstur | 1,6(TS) | 2,0(S) | 2,0(S) | 2,1(S) | 2,0(S) | 1,9(TS) |
| | 3. Warna | 1,8(TS) | 2,1(S) | 2,2(S) | 2,2(S) | 2,1(S) | 2,0(S) |

Berdasarkan tabel analisis organoleptik diatas kriteria nilai yang diberikan responden adalah 3 sangat suka (+), 2 suka (+-), 1 tidak suka (-). Nilai organoleptik panelis dapat dilihat pada lampiran 6a (halaman 70). Rata - rata aroma pemberian chitosan pada tahu panelis memilih c_1 yang merupakan aroma sangat disukai panelis pada waktu t_0 . Panelis memiliki alasan tersendiri karena pada c_1 aroma tahu masih beraroma seperti tahu pada umumnya dengan kategori suka. Aroma merupakan salah satu parameter yang juga digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan tahu. Selama penyimpanan pasti terjadi perubahan aroma yang dapat mengurangi daya terima tahu, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian aroma untuk menentukan sampel tahu yang aromanya paling disukai. Aroma merupakan bau yang diciptakan pada suatu makanan, dengan aroma banyak orang memilih makanan yang disukainya. Respon panelis terhadap aroma tahu yang telah diberi perlakuan disajikan pada tabel.

Selain aroma, tekstur juga merupakan salah satu alasan orang memilih suatu makanan. Tekstur merupakan hal yang sangat diperhatikan dalam menentukan kualitas produk tahu. Terlihat pada tabel diatas bahwa persentase tekstur pada tahu dipilih panelis berdasarkan tingkat kesukaan yang baik yaitu c_1 pada perendaman chitosan t_0 dan c_3 pada perendaman t_2 karena memiliki tekstur tahu yang masih seperti tekstur tahu pada umumnya. Pada hari pertama dan hari kedua tekstur pada tahu masih bagus seperti tahu pada umumnya, tetapi pada hari ketiga dan keempat tekstur tahu telah berubah menjadi kenyal dan ada juga yang lembek serta telah ditumbuhi jamur.

Berbagai warna yang ada pada suatu makanan merupakan ketertarikan yang sangat tinggi. Tidak jauh beda dengan aroma dan tekstur. 3 kriteria ini merupakan pengaruh yang sangat tinggi terhadap tingkat kesukaan pada setiap orang. Berdasarkan tabel diatas warna pada tahu panelis memilih berdasarkan tingkat

kesukaan yaitu pada c_2 dan c_3 dengan waktu perendaman t_2 . Alasan panelis memilih c_2 dan c_3 pada waktu t_2 karena pada konsentrasi itu warna tahu masih sama seperti warna tahu pada umumnya. Warna pada tahu masih bagus pada hari pertama dan hari kedua. Kenampakan warna tahu masih sama seperti warna tahu pada umumnya. Tetapi pada hari ketiga dan keempat warna tahu berubah putih kekuningan yang menandakan bahwa permukaan tahu telah ditumbuhi jamur sehingga warna tahu berubah.

Setelah dilakukan uji organoleptik dari 10 panelis yaitu terdiri dari ibu-ibu rumah tangga dapat disimpulkan bahwa pemberian chitosan berpengaruh terhadap Aroma, Tekstur dan warna pada tahu dengan ketahanan selama 2 hari. Pemberian chitosan ini mampu mempertahankan aroma, tekstur dan warna pada tahu. Aroma dan warna pada hari pertama dan kedua masih sama seperti tahu pada umumnya, sedangkan pada tekstur tahu masih sama seperti tahu pada umumnya, tetapi ada beberapa takstur tahu yang berubah memadat dan kenyal serta kandungan airnya pada tahu keluar pada pemberian konsentrasi chitosan yang tinggi. Tahu pada hari ke 3 dan ke 4 sudah tidak bagus.

Hasil penelitian ini memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah kulit udang sebagai pengawet alami pada tahu dalam bentuk data dan penelitian serta dokumentasi yang digunakan sebagai sumber belajar. Dari hasil analisis hasil penelitian yang diperoleh penggunaan chitosan sebagai pengawet alami tahu dapat dijadikan sumber belajar yang disesuaikan dengan KTSP sehingga data hasil penelitian ini dapat mewakili standar kompetensi dan kompetensi dasar yang tercantum dalam KTSP yakni pada standar kompetensi (SK) Memahami prinsip-prinsip dasar berteknologi serta implikasinya pada salingtemas dan kompetensi dasar (KD) Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada salingtemas dengan indikator Membedakan bahan pengawet alami dan buatan. Dari kesesuaian hasil penelitian ini dengan standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) maka hasil penelitian ini kemudian dikembangkan dalam perangkat pembelajaran berupa silabus, rencana perangkat pembelajaran (RPP) dan lembar tugas siswa (LTS).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian efektifitas chitosan kulit udang terhadap nilai gizi tahu sebagai sumber belajarbiologi dengan menggunakan model pembelajaran DI (*Direct instruction*) pada konsep bioteknologi dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian chitosan dan lama waktu perendaman berpengaruh terhadap kadar protein pada tahu. Semakin tinggi konsentrasi chitosan dan waktu perendaman yang diberikan maka semakin meningkat kadar protein. Sebaliknya terjadi penurunan kadar lemak dan kadar air pada tahu.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar pengembangan materi LKS pada konsep bioteknologi pemanfaatan limbah dengan menggunakan model pembelajaran DI (*Direct instruction*).

SARAN

Pemberian chitosan memberikan pengaruh terhadap daya tahan pada tahu. Perlu dilakukan penelitian mengenai mikroba yang menyebabkan adanya kontaminasi pada tahu setelah diberikan chitosan dan dilihat daya tahan beberapa hari. Diharapkan

bisa mengintegrasikan hasil penelitian dalam proses pembelajaran berupa RPP, LKS dan Silabus dapat diimplementasikan dalam pembelajaran bioteknologi pada pokok bahasan pemanfaatan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, H .2010. *Penggunaan Chitosan Dari Cangkang Udang (Litopenaeus vannamei) Untuk Memperlama Waktu Simpan Pada Tahu*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatra utara Medan. Tersedia di: <http://www.google.com>. Diakses pada (20/03/2012).
- Bastian, W. 2011. *Penggunaan Kitosan 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 pada (20/03/2012).
- David, Irianto. 2009. Pengaruh Penambahan Kitosan yang Diisolasi dari Limbah Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*) terhadap Mutu Organoleptik, Mutu Kimia, dan Daya Simpan Mie Basah. <http://davidirianto.blogspot.com/2009/02/pengaruh-penambahan-kitosan-yang.html>. Diakses pada 14/1/2013
- Holipah. 2010. *Aplikasi kitosan sebagai pengawet alami dalam meningkatkan mutu simpan produk pasca panen*. Tersedia di: <http://www.google.com>. Diakses pada (20/03/2012)
- Koswara, S. 2009. Nilai Gizi, Pengawetan dan Pengolahan Tahu. <http://www.scribd.com/> diakses pada tanggal 07 Juli 2010.
- Minarno., Hariani. 2008. *Gizi dan Kesehatan*. Malang; UIN-Malang Press.
- Wardaniati, R, A dan Setyaningsih, S, 2009. *Pembuatan chitosan dari kulit udang dan aplikasinya untuk pengawetan bakso*. Jurusan Teknik Kimia Semarang: Fakultas Teknik Undip. Semarang. Tersedia di: http://eprints.undip.ac.id/1718/1/mkalah_penelitian_fix.pdf. Diakses pada (20/03/2012).
- Widyaningsih, T.D dan Murtini, E.S, 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Trubus Agrisarana, Surabaya