

PENGEMBANGAN *HANDOUT* BIOTEKNOLOGI TENTANG PEMBUATAN NATA DE NIRA SIWALAN (*Borassus flabellifer* L.) SEBAGAI BAHAN AJAR BERBASIS POTENSI LOKAL BAGI SISWA KELAS XII MAN PAMEKASAN

Development of Biotechnology Handout about Making Nata De Nira Siwalan (Borassus Flabellifer L.) as Local Potention Based Learning Resources for XII Grade Students of MAN Pamekasan

Chandra Kirana¹, Utami Sri Hastuti², Endang Suarsini²

¹Pengajar Biologi MAN Pamekasan

²Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang

E-mail : girana_0344@yahoo.com

Abstract - Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) is widespread in Pamekasan one in the village Kertagenah Laok Kadur district. Potential abundant palm still has the potential to be developed into a usefull and economically product one is nata de nira siwalan. Quality of nata can be influenced by the type and concentration of sugar. The result of this research could be developed into teaching materials in the form of handouts for class XII students MAN Pamekasan. Purpose of this study stated to produce Biotechnology handout for XII students of MAN Pamekasan. This research is conduc-ted by 2 step that is experimental research and developing handout based on the result of experimental study. Expe-rimental research is aim to assess the influence of type and concentration of sugar to the weight of nata de nira siwalan. Result of this research showed that there is significant effect of type and concentration of sugar on the quality of nata de nira siwalan by fiber content of nata layer. Biotechnology handout was fit for use in assisting the teaching and learning activity with the percentage <p> 96,96% by an Microbiology expert and 96,05% by teaching materials expert.

Keywords : nata de nira siwalan, macam gula, handout, bioteknologi

PENDAHULUAN

Pengembangan materi ajar termasuk mengemasnya menjadi bahan ajar dan media merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki guru. Memilih materi dan mengembangkannya menjadi bahan ajar merupakan salah satu tuntutan kompetensi yang harus dikuasai guru. Pengembangan bahan ajar penting dilakukan guru agar pembelajaran lebih efektif, efisien, dan tidak melenceng dari

kompetensi yang ingin dicapai. Kemampuan guru untuk mengembangkan bahan ajar idealnya harus dikuasai guru secara baik (Sungkono, 2009).

Terdapat beberapa bentuk bahan ajar salah satunya dalam bentuk *handout*. *Handout* menurut Prastowo (2011) merupakan bahan pembelajaran yang sangat ringkas. *Handout* bersumber dari beberapa literatur yang relevan dengan kompetensi dasar dan materi pokok yang



diajarkan kepada peserta didik. Literatur disini dapat berupa hasil penelitian yang didasarkan pada potensi lokal.

Salah satu potensi lokal Kabupaten Pamekasan ada-lah siwalan. Pohon siwalan (*Borassus flabellifer* L.) merupakan tanaman multiguna yang banyak tumbuh dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia antara lain Jawa, Madura, Bali, dan Nusa Tenggara (Nuroniah, 2010). Tanaman siwalan dikenal karena menghasilkan sari gula atau lebih dikenal dengan nira, yaitu cairan yang disadap dari tongkol bunga siwalan. Nira yang telah disadap bisa diminum dalam keadaan segar dan bisa dimasak agar lebih awet. Nira mentah harus segera dimasak karena apabila tidak segera dimasak maka nira akan berubah menjadi minuman tuak atau menjadi asam cuka. Upaya lain untuk mengawetkan nira siwalan adalah dimasak menjadi gula siwalan.

Pohon siwalan tersebar luas di Kabupaten Pamekasan, salah satunya di desa Kertagenah Laok Kecamatan Kadur. Hasil observasi menunjukkan bahwa masyarakat sekitar memanfaatkan nira untuk dijual sebagai minuman segar dan bahan baku pembuatan gula siwalan. Potensi nira siwalan yang cukup besar tersebut masih dapat dikembangkan menjadi produk yang memiliki nilai manfaat yang tinggi. Pengembangan produk dan pengolahan siwalan memerlukan teknologi yang tepat guna. Salah satu produk yang dapat dikembangkan dari nira siwalan adalah nata de nira siwalan.

Nata berasal dari bahasa Spanyol yang dalam bahasa Inggris berarti *cream*,

sehingga nata de coco kemudian diartikan sebagai krim dari air kelapa (Sutarminingsih, 2004). Nata dibentuk oleh bakteri asam asetat *Acetobacter xylinum* dari substrat air kelapa, santan kelapa, tetes tebu, limbah cair tahu atau sari buah. Bakteri nata merupakan bakteri Gram negatif, aerob, berbentuk batang pendek atau kokus (Nainggolan, 2009). Bakteri *Acetobacter xylinum* akan dapat membentuk nata jika ditumbuhkan dalam air kelapa yang sudah diperkaya dengan karbon (C) dan nitrogen (N) melalui proses yang terkontrol. Bakteri ini akan menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menyusun zat gula menjadi ribuan rantai serat atau selulosa, dari jutaan jasad renik yang tumbuh dalam air kelapa tersebut akan dihasilkan jutaan lembar benang-benang selulosa yang akhirnya terlihat padat berwarna putih hingga transparan yang disebut nata (Wahyudi, 2007; Budiarti, 2008).

Adanya gula sukrosa dalam air kelapa atau bahan lain akan dimanfaatkan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai sumber energi, maupun sumber karbon untuk membentuk senyawa metabolit diantaranya adalah selulosa yang nantinya membentuk lapisan nata. Adanya senyawa peningkat pertumbuhan mikroba (*growth promoting factor*) akan meningkatkan aktifitas enzim dalam metabolisme sel bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan selulosa. Salah satu faktor pendukung pertumbuhan dan aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum* adalah sumber nitrogen. Sumber nitrogen yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan aktifitas bakteri nata dapat berasal dari nitrogen



organik, seperti misalnya ragi roti, maupun nitrogen anorganik seperti misalnya ammonium fosfat, urea, dan ammonium sulfat (Nainggolan, 2009).

Hasil penelitian mengenai kajian pembuatan nata de nira siwalan dapat digunakan sebagai bahan ajar bagi siswa SMA khususnya pada materi Bioteknologi. Hasil penelitian ini dapat dikemas dalam bentuk bahan ajar *handout* untuk materi Bioteknologi yang berbasis potensi lokal Kabupaten Pamekasan. *Handout* dengan format yang praktis dan memiliki kekhasan yaitu disusun berdasarkan hasil penelitian eksperimen, sehingga materi pada *handout* bersifat spesifik sesuai dengan tuntutan kompetensi.

Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Pamekasan merupakan salah satu sekolah negeri setingkat SMA yang terdapat di Kabupaten Pamekasan. Siswa MAN Pamekasan telah mengenal nira siwalan, namun siswa belum mengetahui pemanfaatan nira siwalan untuk pembuatan nata serta peranan gula dalam proses fermentasi nata. Hal ini disebabkan belum adanya bahan ajar mengenai pemanfaatan air siwalan untuk memproduksi nata. Hal ini perlu mendapat perhatian, karena diharapkan pengajaran yang bersifat kontekstual akan lebih mudah dipahami siswa. Tanaman siwalan banyak terdapat di lingkungan tempat tinggal siswa sehingga para siswa telah mengenal siwalan dan nira siwalan mudah diperoleh.

Bahan ajar dalam bentuk *handout* pada materi Bioteknologi berdasarkan hasil penelitian pembuatan nata de nira siwalan dapat membantu kegiatan belajar siswa

seperti kegiatan praktikum. Melalui kegiatan praktikum, diharapkan siswa dapat memahami konsep fermentasi, karena mereka melakukan sendiri pembuatan nata de nira siwalan. Melalui penggunaan *handout* untuk membantu kegiatan praktikum mengenai pembuatan nata de nira siwalan diharapkan pembelajaran materi Bioteknologi akan lebih mudah dipahami dan dapat dikembangkan sebagai produk unggulan madrasah.

Hasil observasi di MAN Pamekasan bulan September 2012 menunjukkan bahwa di MAN Pamekasan belum pernah dilakukan praktikum pembuatan nata dan siswa belum pernah menggunakan *handout* dalam proses pembelajaran pada materi Bioteknologi. Hasil observasi menunjukkan proses pembelajaran di MAN Pamekasan belum optimal dalam proses pembelajarannya dan pemanfaatan potensi yang ada. Pembelajaran umumnya masih didominasi oleh guru. Guru adalah satu-satunya sumber belajar, sehingga siswa cenderung pasif dan hanya mendengarkan apa yang disampaikan guru, akibatnya siswa tidak mengembangkan kemampuannya untuk menggali segala fenomena alam di bidang Biologi. Kegiatan percobaan umumnya jarang dilakukan. Berdasarkan hasil observasi, pembelajaran lebih menekankan pembelajaran dengan metode ceramah dan didominasi oleh guru, sehingga lebih banyak menjelaskan konsep saja.

Tujuan penelitian ini antara lain: (1) menganalisis pengaruh macam gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat nata; (2)



menganalisis pengaruh konsentrasi macam gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat nata; (3) menganalisis pengaruh interaksi macam dan konsentrasi gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat nata; (4) menyusun *handout* untuk materi Bioteknologi kelas XII di MAN Pamekasan berdasarkan hasil penelitian mengenai pembuatan nata de nira siwalan; serta (5) mengetahui validitas *handout* yang dikembangkan sebagai implementasi hasil penelitian.

Hipotesis penelitian eksperimen yang diajukan yaitu (1) ada pengaruh macam gula terhadap kualitas nata berdasarkan kadar serat lapisan nata, (2) ada pengaruh konsentrasi gula terhadap kualitas nata berdasarkan kadar serat lapisan nata, dan (3) ada pengaruh interaksi macam dan konsentrasi gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua tahap penelitian yaitu penelitian eksperimen dan penelitian pengembangan. Penelitian eksperimen bertujuan menguji pengaruh variasi macam dan konsentrasi gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat nata. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan desain dua faktor yang terdiri dari faktor pertama ialah faktor A meliputi macam gula (A1: gula pasir dan A2: gula siwalan) sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi gula atau faktor B (B1: 5%, B2: 10%, dan B3: 15%). Penelitian eksperimen menggunakan lima kali ulangan. Variabel

terikat yang diukur adalah kualitas nata yang diwujudkan dalam kadar serat lapisan nata de nira siwalan setelah pemeraman 14 hari. Penelitian eksperimen dilakukan dalam dua tahap yaitu perbanyak starter dan pembuatan nata de nira siwalan.

Penelitian pengembangan berupa penyusunan *hand-out* Bioteknologi berbasis potensi lokal Kabupaten Pamekasan. *Handout* berisi teori tentang nata, pengenalan nira siwalan, nutrisi dalam nira siwalan, serta petunjuk kegiatan bagi siswa untuk dapat melaksanakan praktikum, pembuatan dan pengolahan nata de nira siwalan. Penyusunan *handout* berdasarkan model Dick and Carey (1978) yang dilaksanakan dalam beberapa tahap yaitu: mengidentifikasi tujuan umum pembelajaran; melaksanakan analisis pembelajaran; menganalisis karakteristik siswa; merumuskan tujuan khusus pembelajaran; menyusun bahan ajar dalam bentuk *handout* tentang nata de nira siwalan; merancang dan melaksanakan evaluasi formatif terhadap bahan ajar; serta merevisi bahan ajar dalam bentuk *handout* sesuai hasil evaluasi formatif.

Analisis data hasil penelitian eksperimen adalah Analisis Varian (ANOVA) untuk menguji hipotesis mengenai kajian pembuatan nata de nira siwalan dan uji lanjut DMRT. Analisis data hasil penelitian pengembangan adalah analisis deskriptif baik kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa masukan, tanggapan, saran, dan kritik perbaikan yang terdapat pada angket. Sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk mengolah data hasil



penilaian lembar validasi oleh ahli materi dan bahan ajar dalam bentuk persentase

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang akan diuraikan pada bagian ini dibagi menjadi dua yaitu hasil penelitian eksperimen dan hasil pengembangan.

1.1. Hasil Penelitian Eksperimen

Kadar serat lapisan nata de nira siwalan dengan variasi gula pasir dan gula siwalan dengan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 5%, 10%, dan 15% disajikan pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1. Rerata Hasil Pengujian Kadar Serat Nata pada Perlakuan Macam Gula dan Konsentrasi

Perlakuan		Kadar Serat Lapisan Nata de Nira Siwalan (%) pada Ulangan ke-					Σ (%)	Rerata (%)
Macam gula	Konsentrasi	1	2	3	4	5		
Gulapasin	5%	3,98	4,08	4,12	4,07	3,39	20,20	4,04
	10%	5,63	5,54	5,40	5,59	5,38	27,56	5,51
	15%	6,02	5,91	5,64	5,92	5,84	29,35	5,87
Gulasiwalan	5%	4,56	4,29	4,35	4,55	4,58	22,35	4,47
	10%	5,32	5,22	5,40	5,64	5,05	26,65	5,33
	15%	5,75	5,81	5,64	5,87	5,72	28,82	5,76

Hasil uji ANAVA menunjukkan bahwa dari sumber macam gula, diperoleh nilai p-level lebih kecil dari α 0,05 ($p < 0,05$) dengan sig 0,003. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis penelitian diterima, artinya terdapat pengaruh yang signifikan macam gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat lapisan nata. Hasil uji lanjut DMRT_{0,05} menunjukkan bahwa perlakuan dengan gula siwalan memberikan pengaruh paling tinggi terhadap rerata kadar serat nata yang dihasilkan dibandingkan dengan gula pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar serat lapisan nata yang dibuat dengan penambahan gula pasir dan gula siwalan. Nata de nira siwalan dengan penambahan gula siwalan memiliki kadar serat yang lebih tinggi daripada yang diberikan tambahan gula pasir. Hal ini didukung hasil penelitian Suparti, dkk (2007) bahwa jenis gula mempengaruhi kadar serat selulosa yang dihasilkan pada lapisan nata.

Nurhayati (2006), serat merupakan salah satu golongan jenis zat gizi yang sangat diperlukan bagi kesehatan manusia. Serat dalam nata menurut Kristiawan (2013) merupakan golongan serat yang tidak larut dalam air, yang berbentuk selulosa. Selulosa atau serat nata merupakan serat yang dihasilkan dari proses metabolisme bakteri *Acetobacter xylinum*. Sintesis selulosa terjadi sebagai rangkaian reaksi kimia yang

dimulai dengan bahan glukosa yang disintesis dengan bantuan enzim. Faktor yang menentukan pembentukan selulosa atau serat nata oleh bakteri *Acetobacter xylinum* ialah macam gula.

Hasil penelitian yang telah membuktikan bahwa perlakuan dengan penambahan gula siwalan menghasilkan nata dengan kadar serat yang lebih tinggi disebabkan oleh kandungan gula dalam gula siwalan lebih tinggi daripada gula pasir. Kandungan sukrosa dalam gula siwalan ialah 76,85%, sedangkan dalam gula pasir hanya 71,89%.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi gula berpengaruh signifikan terhadap kualitas nata yang terbuat dari nira siwalan berdasarkan kadar serat nata. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula semakin tinggi kadar serat yang dihasilkan. Hal ini terbukti dengan rerata kadar serat lapisan nata meningkat dengan bertambahnya konsentrasi gula. Hal ini didukung hasil penelitian Nurhayati (2006) dan Sridjajati (2007) yang menunjukkan bahwa konsentrasi gula berpengaruh terhadap kadar serat yang dihasilkan pada lapisan nata.

Hasil penelitian dengan sumber interaksi antara jenis gula dan konsentrasi menunjukkan adanya perbedaan pada kualitas nata yang terbuat dari nira siwalan berdasarkan kadar serat lapisan nata yang terbentuk. Hal ini menunjukkan variasi macam gula yang ditambahkan yaitu gula



pasir dan gula siwalan serta konsentrasi gula berpengaruh signifikan terhadap kadar serat lapisan nata yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir dan gula siwalan yang ditambahkan pada proses pembuatan nata de nira siwalan, semakin tinggi kadar serat nata yang dihasilkan. Pembuatan nata de nira siwalan dengan penambahan gula pasir konsentrasi 15% dan penambahan gula siwalan konsentrasi 15% paling tinggi kadar seratnya.

1.2. Hasil Pengembangan Handout Bioteknologi

Hasil penelitian tentang kajian kualitas nata de nira siwalan dengan penambahan gula siwalan dan gula pasir dalam beberapa konsentrasi selanjutnya dijadikan dasar dalam pengembangan *handout* Bioteknologi untuk kelas XII MA/SMA. *Handout* disusun untuk mata pelajaran Biologi pada Standar Kompetensi (SK) ke-5 yaitu: "Memahami prinsip-prinsip dasar Bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas" Kompetensi Dasar (KD) 5.1 yaitu "Menjelaskan arti, prinsip dasar, dan jenis-jenis Bioteknologi" dan KD 5.2 "Menjelaskan dan menganalisis peran Bioteknologi serta implikasi hasil-hasil Bioteknologi pada Salingtemas".

Handout yang dikembangkan terdiri dari pendahuluan, informasi pendukung, petunjuk praktikum pembuatan nata de nira siwalan, serta pelengkap. *Susunan handout* tersebut adalah sebagai berikut.

- a. Pendahuluan yang berisi: (1) materi yang diajarkan; (2) kompetensi yang akan dicapai; (3) tujuan pembelajaran; (4) petunjuk penggunaan *handout*; serta (5) kegunaan mempelajari *handout*.
- b. Informasi pendukung yang berisi: (1) prinsip dasar Bioteknologi; (2) macam Bioteknologi; (3) pemanfaatan Bioteknologi; (4) pemanfaatan mikroorganisme dalam Bioteknologi; (5) mengenal nata de coco; (6) prospek pemanfaatan nira siwalan sebagai bahan dasar nata de nira siwalan; (7) peranan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam proses fermentasi nata de nira siwalan; serta (8) beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi nata de nira siwalan.
- c. Petunjuk praktikum pembuatan nata de nira siwalan yang berisi: (1) teori dasar; (2) tujuan kegiatan (3) alat-alat; (4) bahan; serta (5) langkah kerja.

- d. Pelengkap yang berisi evaluasi dan pengembangan.

Panduan penyusunan KTSP yang dikeluarkan oleh BSNP (2006) menyatakan bahwa kurikulum untuk semua tingkat satuan pendidikan dapat memasukkan pendidikan berbasis keunggulan lokal dan global. Pendidikan berbasis keunggulan lokal dan global adalah pendidikan yang memanfaatkan keunggulan lokal dan global. Pendidikan berbasis keunggulan lokal dan global adalah pendidikan yang memanfaatkan keunggulan lokal dan kebutuhan daya saing global dalam aspek ekonomi, budaya, bahasa, teknologi informasi dan komunikasi, ekologi dan lain-lain yang semuanya bermanfaat bagi pengembangan kompetensi peserta didik. Materi yang berbasis keunggulan lokal ini tercermin dalam pendahuluan *handout* yang telah disusun yang mengungkapkan potensi siwalan yang besar di Kabupaten Pamekasan khususnya di desa Kertagenah Laok kecamatan Kadur.

Materi tentang pembuatan nata de nira siwalan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang potensi pemanfaatan nira siwalan dalam pembuatan nata sebagai salah satu usaha untuk meningkatkan nilai guna nira siwalan yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Materi dalam *handout* ini juga mengembangkan keterampilan siswa dalam melakukan pembuatan nata de nira siwalan, meningkatkan kreatifitas dan kemandirian siswa sebagaimana ditunjukkan pada bagian pengembangan.

1.3. Hasil Validasi Bahan Ajar dalam Bentuk Handout

Handout yang telah disusun kemudian divalidasi oleh validator ahli materi Mikrobiologi dan ahli bahan ajar dengan instrumen yang telah dikembangkan dari Perangkat Pembelajaran KTSP SMA Panduan Umum Pengembangan Bahan Ajar yang dikeluarkan oleh Direktorat PSMA Depdiknas (2008) dan dimodifikasi sesuai dengan tujuan penelitian dan format *handout* menurut Andi Prastowo (2011).

Handout divalidasi oleh ahli Mikrobiologi yang terdiri dari dua tahap. Tahap pertama dilakukan oleh satu orang ahli Mikrobiologi dari Jurusan Biologi F. MIPA UM Malang Prof. Dr. Dra Utami Sri Hastuti, M.Pd dan tahap kedua dilakukan



oleh dua orang ahli yaitu Prof.Dr.Dra Utami Sri Hastuti, M.Pd dan Dr. Endang Suarsini, M.Ked. Hasil validasi ahli materi pada tahap pertama menunjukkan bahwa hasil penelitian oleh validator sebesar 97,06% untuk aspek format *handout*, 100% untuk aspek kelayakan isi, 87.5% untuk aspek kebahasaan, 93.75% untuk aspek penyajian, 87.5% untuk aspek kegrafisan, serta 100% untuk aspek manfaat. Hasil validasi pada tahap kedua disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Tahap II oleh Ahli Materi

Komponen Penilaian	Mikrobiologi		Rerata (%)
	Hasil penilaian (%)		
	Validator 1	Validator 2	
Format	98,53	97,06	97,79
Kelayakan isi	100,0	90,00	95,00
Kebahasaan	87,50	75,00	81,25
Penyajian	100,0	87,50	93,75
Kegrafisan	100,0	87,50	93,75
Manfaat	100,0	100,0	100,0
Rata-rata	97,67	89,51	93,59

Hasil penilaian pada Tabel 2, kemudian dianalisis persentase penilaiannya <p> sehingga diperoleh nilai <p> oleh ahli Mikrobiologi sebesar 93,59% yang masuk dalam kualifikasi sangat baik sehingga tidak perlu dilakukan revisi secara mendasar, namun tetap dilakukan perbaikan/revisi sesuai dengan komentar dan saran yang telah diberikan oleh validator.

Selain dari aspek materi, *handout* Bioteknologi divalidasi oleh validator ahli bahan ajar yaitu Dr. Anselmus JE. Toenliu, M.Pd yang merupakan dosen di FIP UM Malang. Hasil penilaian *handout* oleh validator ahli bahan ajar secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi *Handout* oleh Ahli Bahan Ajar

Komponen Penilaian	Hasil Penilaian (%)
Kelayakan isi	100,0
Kebahasaan	83,30
Penyajian	100,0
Kegrafisan	93,75
Manfaat	100,0
Rata-Rata	95,45

Hasil penilaian oleh ahli bahan ajar pada Tabel 3 kemudian dianalisis untuk dicari persentase penilaiannya <p>. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa besarnya persentase penilaian <p> oleh ahli bahan ajar sebesar 95,45% yang masuk dalam

kualifikasi sangat baik sehingga tidak perlu dilakukan revisi secara mendasar.

Hasil penilaian baik oleh ahli materi Mikrobiologi maupun ahli bahan ajar menunjukkan bahwa *handout* Bioteknologi berbasis potensi lokal hasil pengembangan telah layak diimplementasikan dalam pembelajaran.

SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan macam dan konsentrasi gula terhadap kualitas nata de nira siwalan berdasarkan kadar serat lapisan nata. Selain itu, *handout* Bioteknologi dengan judul “Pembuatan Nata de Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.)” telah layak digunakan dalam membantu kegiatan belajar siswa kelas XII MAN Pamekasan dengan kualifikasi sangat baik berdasarkan hasil validasi oleh ahli Mikrobiologi dan kualifikasi sangat baik oleh ahli bahan ajar.

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian ini antara lain: (1) bagi guru, terutama pengajar materi Bioteknologi, perlu mengimplementasikan *handout* hasil penelitian ini dengan mempertimbangkan potensi lokal untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah; (2) bagi siswa, perlu mengembangkan keterampilan dalam membuat nata dengan bahan dari berbagai macam buah-buahan dari lingkungan sekitar siswa secara mandiri; serta (3) bagi masyarakat di Kabupaten Pamekasan, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk usaha meningkatkan pemberdayaan potensi daerah dan pendapatan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2009. *Image of Acetobacter xylinum*. http://somphto.trustpast.alibaba.com/yiewingphoto/107232348/ACETOBACTER_XYLI- NUM.jpg.html [diakses 8 Desember 2011].
- Arviyanti, E. dan N., Yulimartani. 2010. *Pengaruh Penambahan Air Limbah Tapioka pada Pro-ses Pembuatan Nata*. (eprints.undip.ac.id/34-68) [diakses 25 Mei 2013].



- Amir, S. 2012. *Pengembangan Handout Berbasis Kontekstual untuk Pembelajaran Kimia Materi Unsur Transisi sebagai Sumber Belajar Mandiri Peserta Didik Kelas XII SMA*. (<http://eprints.uny.ac.id>) [diakses 25 April 2013].
- Bakhrudin. 2012. *Pengembangan Bahan Ajar dan Media Pembelajaran*. (burhanuddin.net/2012/pengembangan-bahan-ajar-dan-media), [diakses pada 25 April 2013].
- BSNP. 2006. *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Budiarti, R.S. 2008. Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter xylinum* terhadap Ketebalan dan Rendemen Selulosa Nata de Soya. *Biospecies*. 1(1): 19-24, (<http://online-journal.unja.ac.id>) [diakses pada 28 April 2013].
- Budiharta. 2006. *Menyadap Lontar Menenggak Rupi-ah*. UPT BKTKR Purwodadi. (<http://www.kr-purwodadi.lipi.go.id>) [diakses pada 2 Februari 2012].
- Burhanuddin. 2005. *Prospek Pengembangan Usaha Koperasi dalam Produksi Gula Aren*. (www.smecca.com/kajian/files.hslkajian/kajian_gula_aren.pdf) [diakses 20 Februari 2012].
- Depdiknas. 2007. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat PSMA.
- Dick, W., Carey, L. 1978. *The Systematic Design of Instruction*. USA: Scott Foresman and Company.
- Nainggolan. 2009. *Kajian Pertumbuhan Bakteri Acetobacter sp dalam Kombucha-Rosela Merah (Hibiscus sabdariffa) pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda*. Disertasi. Medan: Universitas Sumatera Utara. (repositori.usu.ac.id) [diakses 2 Desember 2011].
- Nurhayati, S. 2006. Kajian Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Nata de Soya. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi* 7 (1): 40-47, diakses tanggal 23 Oktober 2012.
- Nuroniah, S.H., Rostiwati, T., dan Bustomi, S. 2010. *Sintesa Hasil Penelitian Lontar (Borassus flabellifer) sebagai Sumber Energi Bioetanol Potensial*. Bogor: Kementerian Kehutanan.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press.
- Sungkono. 2009. *Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran*. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*. 1(5). Mei 2009.
- Sutarminingsih. 2004. *Peluang Usaha Nata de Coco*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suwastono. 2011. *Pengembangan Pembelajaran E-Learning Berbasis Moodle pada Mata Kuliah Penginderaan Jauh S-1 Jurusan Geografi Uni versitas Negeri Malang*. Tesis. Tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Wahyudi. 2003. *Memproduksi Nata de Coco*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah dan Kejuruan Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah Depdiknas.

DISKUSI

- a. Listika Yusi Risnani (Universitas Muhammadiyah Purwokerto): Dari presentasi pada kesimpulan dinyatakan bahwa handout layak digunakan ?

Jawab : Penelitian saya menggunakan model Dick and Cary yang di modifikasi menjadi 7 langkah sesuai kebutuhan saya. Pengembangan handout berhenti pada revisi produk tidak di ujikan pada kelompok kecil. Dari pengembangan handout yang saya kerjakan kemudian di validasi oleh ahli materi mikrobiologi dan ahli bahan ajar dengan kesimpulan handout layak digunakan dengan kualitas sangat baik. Jadi, pada penelitian saya memang tidak sampai diujikan pada kelompok kecil dan uji lapangan.

- b. Ardian Anjar Pngestuti S.Pd : Judul penelitiannya adalah Pengembangan Handout Bioteknologi Tentang Pembuatan Nata De Nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) Sebagai Bahan Ajar Berbasis Potensi Lokal Bagi Kelas XII MAN Pamekasan, tetapi pada presentasi dominan dibahas eksperimennya.
- Jawab** : Pengembangan *handout* bersifat sangat spesifik karena berdasarkan hasil eksperimen. Jadi, pembahasan diawal memang membahas eksperimen, kemudian dilanjutkan dengan pengembangan handout.

