

THE EFFECT OF FEEDING FERMENTED VEGETABLE WASTE OF MUSTARD GREENS AND CABBAGE TO THE GROWTH OF CATFISH (*Pangasius sp.*) AS A LEAFLET DESIGN FOR BIOTECHNOLOGY LEARNING IN HIGH SCHOOLS

Okky Priawan¹, Yustina², Darmawati³

Email: okky.priawan5864@student.unri.ac.id, hjyustina@gmail.com, darmawatiiskandar15@gmail.com
Phone Number: +6282239695010

*Department Of Biology Education
Teacher Training And Education Faculty
Riau University*

Abstract: *This study aims to determine the effect of feeding fermented vegetable waste of mustard greens and cabbage of use different percentage of feed to growth of catfish (*Pangasius sp.*) and produce leaflet for class XII biology learning on biotechnology materials. This research was conducted at the Binakrida Street, Simpang Baru Subdistrict, Binawidya District, Pekanbaru City in March-July 2020. The research was conducted in 2 stages, namely: experimental research the effect of feeding fermented vegetable waste of mustard greens and cabbage to growth of catfish and potential analysis stage and leaflet design from experimental research results. The experimental research was designed with a Randomized Block Design consisting of 5 treatments and 3 replications. The feed used is artificial feed containing fermented vegetable waste of mustard greens and cabbage with different percentage of feed, the treatment consists of T1 (15%), T2 (30%), T3 (45%), T4 (60%). The test parameters are the specific growth rate, feed efficiency, survival rate, and water quality. Based on the ANOVA test (analysis of variances), it shows that the feeding fermented vegetable waste of mustard greens and cabbage has a significant effect on the growth of catfish ($p < 0.05$) and T2 treatment produces the best growth with a 2.11% specific growth, 63,36% feed efficiency, 100% survival rate, and water quality that can support the growth of catfish. Based on the analysis of the potential results of experimental research, it can be used as a biology learning leaflet design for biotechnology material in high school.*

Key Words: *Mustard and Cabbage Vegetable Waste Flour, Fermentation, Catfish Growth, Learning Leaflet Design*

PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG LIMBAH SAYUR SAWI DAN KUBIS FERMENTASI TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN PATIN (*Pangasius* sp.) SEBAGAI RANCANGAN *LEAFLET* PADA MATERI BIOTEKNOLOGI SMA

Okky Priawan¹, Yustina², Darmawati³

Email: oky.priawan5864@student.unri.ac.id, hjyustina@gmail.com, darmawatiiskandar15@gmail.com
Nomor HP: +6282239695010

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi (TLSSKF) dengan persentase yang berbeda dalam pakan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.) dan menghasilkan rancangan bahan ajar *leaflet* pembelajaran Biologi kelas XII pada materi bioteknologi. Penelitian dilakukan di Jalan Binakrida, Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru dan perancangan *leaflet* dilaksanakan di Kampus Pendidikan Biologi, FKIP UNRI pada bulan Maret-Juli 2020. Penelitian dilakukan dengan 2 tahap yaitu penelitian eksperimen pengaruh pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi terhadap pertumbuhan ikan patin dan tahap analisis potensi dan perancangan bahan ajar *leaflet* dari hasil penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen didesain dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 3 kelompok ulangan. Pakan yang digunakan adalah pakan buatan yang mengandung tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dengan persentase berbeda: Perlakuan P0 (Pakan pabrikan Matahari Sakti), P1 (15% TLSSKF), P2 (30% TLSSKF), P3 (45% TLSSKF), dan P4 (60% TLSSKF). Parameter uji adalah laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, tingkat kelulushidupan, dan kualitas air. Berdasarkan Uji ANOVA (*analysis of variances*) menunjukkan pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan ikan patin ($p < 0,05$) dan perlakuan P2 menghasilkan pertumbuhan yang terbaik dengan laju pertumbuhan spesifik 2,11%, efisiensi pakan 63,36%, tingkat kelulushidupan 100%, dan kualitas air yang dapat mendukung pertumbuhan ikan patin. Berdasarkan analisis potensi hasil penelitian eksperimen dapat dijadikan rancangan *leaflet* pembelajaran biologi pada materi bioteknologi kelas XII SMA.

Kata Kunci: Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis, Fermentasi, Pertumbuhan Ikan Patin, Rancangan *Leaflet* Pembelajaran

PENDAHULUAN

Ikan patin merupakan jenis ikan air tawar yang sangat potensial untuk dibudidayakan sehingga produksinya tahun 2017 sebesar 3.000.000 ton/tahun meningkat pada tahun 2018 menjadi 4.500.000 ton/tahun (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2019). Ikan patin memiliki kelebihan antara lain: mudahnya proses budidaya, pertumbuhannya relatif cepat, tahan terhadap berbagai jenis penyakit dan cekaman lingkungan (Jadmiko Darmawan, *et al.*, 2016). Kendala pembudidaya ikan patin saat ini yaitu mahalnya harga pakan karena dapat menghabiskan 60-70% biaya operasional (Siti Aliyah, *et al.*, 2019). Berdasarkan permasalahan tersebut, upaya yang dapat dilakukan dalam pengolahan dan pengadaan pakan yaitu menggunakan sumber bahan pakan alternatif seperti limbah sayur sawi dan kubis.

Berdasarkan hasil observasi yang peneliti lakukan di Pasar Pagi Arengka Jalan Soekarno-Hatta dari lima lapak pedagang yang menjual sayur sawi dan kubis dapat menghasilkan limbah sayur sawi dan kubis sebanyak 5-10 kg/hari. Jumlah tersebut sangat melimpah dan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan jika tidak dimanfaatkan, sehingga berpotensi digunakan sebagai alternatif bahan baku pakan ikan. Hasil penelitian Samuel Sitorus (2019) menyatakan bahwa limbah sayur sawi dan kubis yang dikeringkan dan ditepungkan lalu difermentasi menggunakan *Rhizopus* sp. memiliki kandungan protein mencapai 19,91 %.

Pemanfaatan limbah sayur sawi dan kubis untuk meningkatkan kandungan nutrisi dengan fermentasi menggunakan *Rhizopus* sp. merupakan penerapan ilmu bioteknologi konvensional dibidang lingkungan dan peternakan. Bioteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang pemanfaatan makhluk hidup dan sisa-sisa yang dihasilkan makhluk hidup untuk menghasilkan produk berupa barang dan jasa. Dalam kurikulum 2013, konsep bioteknologi dipelajari di kelas XII Sekolah Menengah Atas (SMA).

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan salah satu guru biologi di SMAN 8 Pekanbaru, pada materi pembelajaran mengenai bioteknologi lingkungan di sekolah yang berkaitan dengan pemanfaatan limbah sayur hanya pembuatan pupuk kompos dan biogas. Hal tersebut terjadi karena kurangnya inovasi pada bahan ajar pendukung. Bahan ajar yang digunakan hanya buku pelajaran yang kurang memberikan pengetahuan spesifik. Maka dari itu, guru biologi harus kreatif dan inovatif dalam melaksanakan pembelajaran dengan mengembangkan pembelajaran yang memuat potensi dan keunikan lokal sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2013, untuk menarik minat dan motivasi siswa dalam belajar diperlukan suatu inovasi bahan ajar. Maka hasil dari penelitian ini akan akan dirancang menjadi suatu bahan ajar berupa *leaflet* pada pembelajaran Biologi SMA kelas XII pada materi bioteknologi konvensional.

Leaflet merupakan salah satu bahan ajar cetak yang terdapat informasi atau pesan-pesan yang akan disampaikan pada pembaca berupa lembaran yang dilipat 3 dengan ukuran kertas A4 (Deni Susana, 2017). Kelebihan *leaflet* yaitu menarik untuk dilihat, mudah dimengerti, merangsang imajinasi, lebih ringkas dalam penyampaian isi informasi (Erma Indriyana, 2017), sehingga menghemat waktu dan siswa akan lebih mudah mengetahui pokok materi yang diberikan guru. *Leaflet* khususnya pada materi bioteknologi lingkungan dan peternakan ini diharapkan dapat memberikan motivasi dan meningkatkan keterampilan siswa untuk mengolah dan menghasilkan sebuah produk yang berasal dari limbah menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi dengan menerapkan prinsip ilmu bioteknologi konvensional

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 kelompok ulangan sehingga terdapat 15 unit percobaan. Pengelompokan pada masing-masing perlakuan dilakukan dengan menghomogenkan biomassa awal ikan patin pada setiap *box container* dengan biomassa awal 18 gr/5 ekor ikan setelah aklimatisasi. Adapun perlakuan yang diberikan adalah persentase penggunaan tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dalam pakan ikan patin yang dimodifikasi dari penelitian Samuel Sitorus (2019) sebagai berikut: Perlakuan P0 (Pakan pabrikan Matahari Sakti), P1 (15% TLSSKF), P2 (30% TLSSKF), P3 (45% TLSSKF), dan P4 (60% TLSSKF).

Penelitian eksperimen pengaruh pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.) dilaksanakan di Jalan Binakrida, Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru dan perancangan *leaflet* dilaksanakan di Kampus Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau. Penelitian berlangsung dimulai dari bulan Maret-Juli 2020.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: alat-alat tulis, baskom, *blender*, DO meter, kamera, oven, pH meter, penggiling pakan ikan, saringan, *seedling net*, termometer, timbangan digital, tangguk, dan wadah penelitian yang digunakan berupa *box container* dengan ukuran 0,32 x 0,22 x 0,23 m sebanyak 15 unit. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah sayur sawi dan kubis yang telah diolah menjadi tepung dan difermentasi menggunakan *Rhizopus* sp., tepung kedelai, tepung ikan, tepung terigu, vitamin dan mineral mix, minyak ikan, dan ikan uji penelitian yang digunakan adalah ikan patin (*Pangasius* sp.) dengan bobot 3-5 g sebanyak 80 ekor. Setiap *box container* percobaan diisi ikan patin sebanyak 5 ekor.

Pengambilan sampel ikan uji dan bahan pakan uji dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Prosedur penelitian eksperimen terdiri dari persiapan wadah penelitian, pembuatan tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi, pembuatan pakan uji, dan pemeliharaan ikan uji. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dan deskriptif. Analisis data secara statistik menggunakan program aplikasi SPSS versi 25. Data hasil pengamatan pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan nisbi, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, rasio konversi pakan dan tingkat kelulushidupan dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah itu data dianalisis menggunakan *Analysis of Variances* (ANOVA). Jika hasil analisis menunjukkan perlakuan berbeda nyata yang mana nilai signifikansi $< 0,05$, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5% untuk mengetahui pengaruh perbedaan perlakuan. Hasil pengamatan kualitas air disajikan secara deskriptif sesuai dengan SNI 7471.2:2009 dan buku Budidaya Ikan Konsumsi Di Air Tawar karya Kordi K. dan Ghufuran M. H. (2013).

Tahap perancangan *leaflet* dari hasil penelitian eksperimen menggunakan 2 tahap yaitu tahap *analyze* dan *design*. Tahap analisis yang dilakukan adalah analisis kurikulum, analisis hasil penelitian dan analisis silabus kemudian menentukan kompetensi dasar (KD). Tahap perancangan dilakukan dengan menentukan materi pokok, menentukan indikator pencapaian kompetensi (IPK). Setelah itu merekonstruksi silabus yang telah dikeluarkan kemendikbud 2018, merancang RPP sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 dengan pendekatan saintifik menggunakan model PjBL dan penulisan konten atau isi *leaflet* dan perancangan grafis yang diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan merupakan peningkatan pertumbuhan bobot ikan patin seiring dengan waktu pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik merupakan persentase besarnya pertumbuhan bobot ikan patin setiap harinya. Adapun persentase laju pertumbuhan spesifik ikan patin dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Patin

Perlakuan Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis Fermentasi	Parameter
	Laju Pertumbuhan Spesifik (%)
P0 (Pakan pabrikan)	2,16 c
P1 (15%)	1,58 b
P2 (30%)	2,11 c
P3 (45%)	1,37 a
P4 (60%)	1,21 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Berdasarkan hasil uji ANOVA, persentase pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi yang berbeda dalam campuran pakan berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan patin dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan uji lanjut DMRT menunjukkan hasil perlakuan P0 dan perlakuan P2 tidak berbeda nyata, perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P0, P2, P3, P4, dan perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan P4.

Perlakuan P2 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik ikan patin yang hampir sama dengan perlakuan kontrol (P0). Nutrisi pakan yang digunakan untuk pertumbuhan sudah mencukupi dan penambahan TLSSKF sebanyak 30% dalam pakan merupakan komposisi yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan patin. Kandungan serat kasar pada perlakuan P2 tidak menghambat pencernaan kandungan nutrisi pakan yang lain seperti protein dan lemak karena sehingga dapat menghasilkan energi yang digunakan untuk pertumbuhan. Semakin efisien pemberian pakan, maka protein yang diserap oleh tubuh ikan untuk meningkatkan laju pertumbuhan akan semakin tinggi (Samuel Sitorus, 2019).

Perlakuan P4 menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang rendah, karena berlebihannya persentase TLSSKF yang diberikan sehingga meningkatkan serat kasar pada pakan. Faktor morfologi, anatomi dan fisiologi sistem pencernaan pada ikan patin sangat mempengaruhi laju pertumbuhannya. Ketika pakan dicerna diusus akan lebih banyak dikeluarkan dalam bentuk feses karena pencernaan serat kasar membutuhkan saluran pencernaan yang panjang, tetapi usus ikan patin tergolong pendek (Haraningtias, *et al.*, 2018) dan tidak tersedianya enzim selulase (Dwiyanto Oktavianto, *et al.*, 2014) menyebabkan pencernaan berlangsung tidak optimal digunakan sebagai sumber energi sehingga memperlambat laju pertumbuhan ikan. Kandungan serat kasar yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya cerna protein, menghambat konsumsi pakan, dan meningkatkan produksi feses sehingga kebutuhan energi untuk metabolisme dan

pemeliharaan tubuh kurang terpenuhi serta menghasilkan laju pertumbuhan ikan patin yang lebih lambat (Dadan Kardana, *et al.*, 2012).

Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan merupakan nilai persentase efisiensi pemanfaatan pakan yang dikonsumsi untuk menghasilkan biomassa ikan. Adapun efisiensi pakan yang telah diuji DMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Efisiensi Pakan Ikan Patin

Perlakuan Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis Fermentasi	Parameter
	Efisiensi Pakan (%)
P0 (Pakan pabrikan)	54,41 c
P1 (15%)	47,41 b
P2 (30%)	63,36 d
P3 (45%)	39,01 a
P4 (60%)	38,01 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%,

Berdasarkan hasil uji ANOVA, persentase pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi yang berbeda dalam campuran pakan berpengaruh nyata terhadap efisiensi pakan ikan patin dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Berdasarkan uji lanjut DMRT efisiensi pakan ikan patin menunjukkan perlakuan P2 berbeda nyata dengan perlakuan P0, perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dan perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4.

Pada perlakuan P2 dapat menghasilkan efisiensi pakan ikan patin yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Semakin tinggi nilai efisiensi pakan untuk menghasilkan satu kilogram daging penggunaan pakan semakin sedikit, maka dapat dikategorikan bahwa pakan yang diberikan baik untuk ikan (Rambo, *et al.*, 2018; Kordi K. dan Ghufuran M.H, 2013). Hal tersebut menunjukkan penggunaan TLSSKF dalam pakan dengan komposisi yang tepat sesuai kebutuhan ikan patin akan membantu meningkatkan efisiensi pakan pada perlakuan P2. Perlakuan P2 lebih lebih menguntungkan daripada pakan perlakuan P4, karena jumlah pakan yang dibutuhkan lebih sedikit tapi menghasilkan bobot tubuh ikan yang optimal.

Efisiensi pakan dipengaruhi oleh sifat fisik pakan. Sifat fisik pakan yang dapat diamati yaitu daya apung (*floating rate*) dan daya tahan pakan terhadap air (*water stability*). Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan P2 memiliki kualitas daya apung dan daya tahan terhadap air yang baik karena tidak mudah hancur. Jika pakan mudah hancur dan sulit ditemukan ikan maka mempengaruhi efisiensi pakan karena pakan tidak dimakan oleh ikan. Menurut Diko Khairil Harianto *et al.* (2016) penambahan bahan fermentasi yang berlebihan mengakibatkan tingkat kelembaban pakan semakin tinggi, pori-pori pakan lebih besar dan daya serap terhadap air lebih cepat sehingga pakan lebih mudah hancur.

Pada perlakuan P4 menghasilkan efisiensi pakan 38,01%, lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal tersebut diduga ikan kurang menyukai

karena kualitas fisik pakan yang kurang baik, mudah hancur sehingga tidak dimakan karena sulit ditemukan. Kualitas fisik pakan yang kurang baik menurunkan tingkat konsumsi pakan selama pemeliharaan yang hanya mencapai 138,26 g sedangkan pada perlakuan perlakuan P2 mencapai 191,95 g.

Tingkat Kelulushidupan

Pengamatan untuk mengetahui tingkat kelulushidupan ikan patin yang diberi perlakuan dilakukan setiap hari. Data hasil perhitungan tingkat kelulushidupan ikan patin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Kelulushidupan Ikan Patin

Perlakuan Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis Fermentasi	Parameter
	Tingkat Kelulushidupan (%)
P0 (Pakan pabrikan)	100
P1 (15%)	100
P2 (30%)	100
P3 (45%)	100
P4 (60%)	100

Tingkat kelulushidupan ikan uji pada semua perlakuan yaitu 100% . Tingginya tingkat kelulushidupan ikan patin pada perlakuan kontrol yang sama dengan perlakuan yang diberi pakan campuran TLSSKF menunjukkan bahwa penambahan tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dapat diterima dengan baik oleh ikan patin untuk menjaga kelangsungan hidupnya dan tidak menimbulkan dampak yang negative.

Selama pemeliharaan yang mempengaruhi tingkat kelulushidupan ikan patin, yaitu faktor biotik (kualitas air, pakan, persaingan/kompetitor, penanganan manusia dan kepadatan penebaran) dan faktor abiotik (sifat fisika dan kimia dalam perairan) (Yustina, *et al.*, 2019). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa wadah pemeliharaan dan kualitas air yang digunakan sesuai dengan lingkungan hidup ikan patin karena wadah pemeliharaan berupa *box container* memiliki ukuran yang cukup besar dan dapat menampung air dengan jumlah yang cukup untuk mendukung pergerakan ikan, selain itu kualitas air yang baik karena dilakukan pergantian air setiap 7 hari sekali dan pembersihan wadah pemeliharaan dari kotoran. Wadah pemeliharaan dan kualitas air yang baik tentunya mempengaruhi nafsu ikan untuk memakan pakan yang diberikan sehingga memberikan suasana yang mendukung untuk mampu menstimulus bagi pertumbuhan dan perkembangan bobot tubuh ikan yang optimal sehingga mempengaruhi tingkat kelulushidupannya.

Persaingan yang terjadi di dalam wadah pemeliharaan bisa saja dapat terjadi, misalnya memperebutkan makanan. Tetapi pada penelitian ini jumlah pakan yang diberikan cukup untuk memenuhi kebutuhan ikan uji dengan *feeding rate* sebesar 5% dari bobot ikan patin (Syahrizal, *et al.*, 2018). Selain itu, tidak terdapatnya persaingan yang berasal dari lingkungan luar karena peneliti mengkondisikan lingkungan sekitar aman dari hewan-hewan pengganggu sehingga tidak memberikan dampak yang merugikan bagi tingkat kelulushidupan ikan patin.

Kepadatan penebaran ikan patin pada saat pemeliharaan dapat dikatakan rendah karena ikan yang ditebar pada masing-masing wadah pemeliharaan hanya berjumlah 5 ekor sehingga mendukung interaksi yang positif terhadap ikan uji. Kepadatan penebaran ikan yang rendah tidak akan mengganggu proses fisiologis dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang tentunya mempengaruhi kesehatan dan fisiologis ikan seperti peningkatan pemanfaatan pakan, meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (Muhammad Sugihartono dan David, 2014).

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor fisika dan kimia yang dapat mempengaruhi lingkungan media pemeliharaan sehingga dapat mempengaruhi proses metabolisme ikan patin. Pada penelitian ini parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Data hasil pengukuran kisaran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas Air

Perlakuan Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis Fermentasi	Parameter		
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	pH	DO (mg/l)
P0 (Pakan pabrikan)	27-31	5,93-6,91	4,3-5
P1 (15%)	27-30	5,56-6,60	4,1-4,9
P2 (30%)	27-31	5,92-6,94	4,3-5
P3 (45%)	27-31	5,18-6,12	4,2-4,7
P4 (60%)	27-31	5,13-5,98	4,1-4,6

Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif menggunakan kriteria kualitas air untuk menurut Kordi K. dan M. Ghufuran H., (2013) dan SNI 7471.2:2009. Suhu yang didapat selama penelitian berkisar antara 27-31 $^{\circ}\text{C}$, berada pada kisaran yang optimal untuk mendukung pertumbuhan menurut Kordi K. dan M. Ghufuran H., (2013) dan sudah sesuai dengan SNI 7471.2:2009. Suhu yang ada pada penelitian merupakan suhu yang ideal, karena jika suhu terlalu panas akan mempengaruhi kelarutan oksigen. Saat suhu meningkat, laju metabolisme ikan meningkat sehingga menyebabkan respirasi ikan meningkat dan kadar oksigen di dalam air dapat menurun secara drastis. Suhu makin naik maka reaksi kimia akan semakin cepat, sedangkan konsentrasi gas dalam air akan semakin menurun termasuk oksigen. Akibatnya akan membuat reaksi toleran atau tidak toleran (sakit sampai kematian) karena kerusakan insang permanen (Goriang Putra Wangni, *et al.*, 2019). Pada penelitian ini suhu yang ideal karena lokasi penelitian yang ternaung dengan bangunan sehingga paparan sinar matahari tidak mengenai air secara langsung, sinar matahari mengenai air pada pukul 12.00-16.00 WIB sehingga tidak menyebabkan suhu air berubah secara drastis, selain itu terdapat pelindung berupa waring yang digunakan untuk mengurangi paparan sinar matahari.

Pada parameter pH, kisaran pH yang didapatkan selama penelitian 5,13-6,94. Kisaran pH yang didapatkan cukup baik dan masih dapat diterima ikan patin dan berada pada nilai batas menurut Kordi K. dan M. Ghufuran H., (2013) dan sudah sesuai dengan SNI 7471.2:2009. pH air mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan perkembangan tubuh ikan, pada pH rendah (keasaman tinggi) kandungan oksigen terlarut akan berkurang,

sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik dan selera makan akan berkurang dan selera makan akan berkurang, pertumbuhan ikan akan terhambat dan ikan rentan terkena bakteri dan parasit, bahkan bisa terjadinya kematian pada ikan, sebaliknya terjadi pada suasana basa (Goriang Putra Wangni, *et al.*, 2019).

Pada parameter oksigen terlarut (DO), DO yang didapatkan berkisar 4,1-5 mg/l. DO yang didapat secara keseluruhan pada masing-masing perlakuan berada pada kisaran yang optimal untuk mendukung pertumbuhan menurut Kordi K. dan M. Ghufuran H., (2013) dan sudah sesuai dengan SNI 7471.2:2009. Ikan membutuhkan oksigen dalam menghasilkan energi dari pakan yang dikonsumsi untuk menghasilkan aktivitas seperti pergerakan, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya. Oleh karena itu, ketersediaan oksigen bagi ikan menentukan lingkaran aktivitas ikan, rasio konversi pakan, dan laju pertumbuhan bergantung pada oksigen (Kordi K. dan M. Ghufuran H., 2013). DO yang didapatkan cukup baik tetapi belum berada pada kisaran DO yang optimal, kurang optimalnya DO yang ada diduga karena pada penelitian ini tidak digunakan aerator untuk membantu menyediakan oksigen di dalam air.

Potensi Hasil Penelitian untuk Rancangan *Leaflet* pada Materi Bioteknologi SMA

Hasil penelitian mengenai pengaruh pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.) dapat digunakan untuk perancangan salah satu bahan ajar berupa *leaflet* pada matapelajaran Biologi materi Bioteknologi kelas XII SMA. Pembahasan pada setiap tahapan yang telah dilakukan oleh peneliti dapat dilihat berikut ini:

Tahap *Analyze*

Tahap yang pertama dilakukan peneliti adalah tahap analisis. Adapun beberapa analisis yang dilakukan sebagai berikut.

Analisis Silabus

Silabus yang dianalisis yaitu silabus 2018 yang dikeluarkan oleh Kemendikbud sebagai langkah awal untuk mengetahui apa yang akan dipelajari peserta didik sesuai tuntutan kurikulum 2013 sehingga membantu dalam menentukan masalah dasar pada perancangan *leaflet*.

Analisis Hasil Penelitian Terhadap Kompetensi Dasar dan Materi Pembelajaran

Tahap ini dilakukan analisis hasil penelitian yang dapat diintegrasikan pada Kompetensi Dasar (KD) dan materi pembelajaran. Hasil dari analisis kompetensi dasar yang dipilih untuk dijadikan bahan ajar *leaflet* adalah KD 3.10. menganalisis prinsip-prinsip bioteknologi dan penerapannya sebagai upaya peningkatan kesejahteraan manusia dan 4.10. menyajikan laporan hasil percobaan penerapan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional berdasarkan *scientific method* kelas XII khusus untuk materi

produk bioteknologi konvensional. Hal ini disebabkan pengayaan pada materi tersebut dapat dijadikan pembelajaran berbasis riset yang selanjutnya dipadukan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan keterampilan proses peserta didik. Peneliti memfokuskan kepada pembahasan hasil penelitian eksperimen dan pembuatan pakan ikan yang memanfaatkan limbah sayur sawi dan kubis.

Data hasil penelitian yang akan digunakan dalam pengayaan *leaflet* yaitu data mengenai tentang persentase pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi yang terbaik untuk mendukung pertumbuhan ikan patin berdasarkan parameter pertumbuhan bobot mutlak ikan, pertumbuhan nisbi, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, dan rasio konversi pakan. Peserta didik akan membuat pakan ikan patin berdasarkan komposisi pakan perlakuan P2 (pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis 30%).

Analisis Konstruk dan Grafis

Pada tahap konstruk dilakukan analisis terhadap format *leaflet* berdasarkan format yang dikeluarkan Depdiknas tahun 2008. Hasil yang didapatkan dari analisis format *leaflet* terdapat kekurangan dalam pengintegrasian dengan hasil penelitian seperti tidak adanya identitas, indikator pencapaian kompetensi (IPK), petunjuk belajar, pembahasan hasil penelitian, dan kegiatan praktikum siswa, sehingga perlu dilakukan rekonstruksi untuk memperkaya format isi *leaflet*.

Selanjutnya, dilakukan analisis grafis yaitu desain tampilan, tata letak, warna, dan ilustrasi. Tampilan *leaflet* yang bentuknya persegi panjang berarti normal, tepat dan fungsional. Tata letak *leaflet* yang harus diperhatikan adalah proporsionalitas terhadap desain rancangan *leaflet*. Warna dan ilustrasi yang dipilih dapat membuat siswa tertarik *leaflet*.

Tahap Design

Perancangan (design) *Leaflet* terdiri dari 2 tahap yaitu perancangan perangkat pembelajaran meliputi silabus dan RPP dan perancangan *leaflet*. Materi yang dipilih untuk dibuat sebagai rancangan *leaflet* adalah Bioteknologi. Pada materi pokok tersebut, sub materi yang akan dilaksanakan adalah praktikum pembuatan pakan ikan menggunakan bahan campuran tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dengan kompetensi dasar KD 3.10. dan 4.10. Materi yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah pada pertemuan ke III RPP (Rencana Perangkat Pembelajaran) dirancang untuk satu kali pertemuan 2 x 45 menit (lampiran 10). RPP yang dirancang akan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Penggunaan model ini sesuai dengan kegiatan proyek yang akan dilaksanakan oleh peserta didik. Kegiatan proyek dapat dilaksanakan diluar jam pelajaran, sehingga waktu pelajaran dapat dimanfaatkan lebih optimal

Tabel 5. Rincian Materi yang Dikembangkan pada Perangkat Pembelajaran

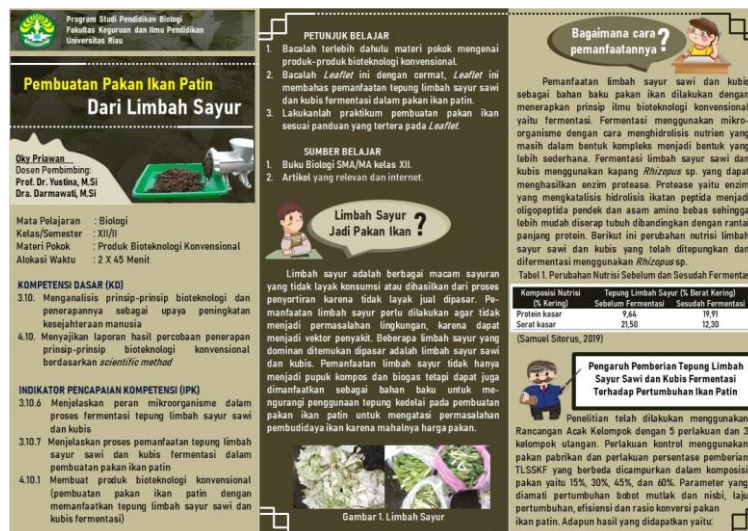
Pertemuan	Materi	Kegiatan
III	Menjelaskan peran mikro-organisme dalam proses fermentasi tepung limbah sayur sawi teknis dan kubis dan membuat produk bioteknologi konvensional (Praktikum pembuatan pakan ikan)	Diskusi, tanya jawab tentang pelaksanaan proyek, mengerjakan <i>Leaflet</i> , posttest

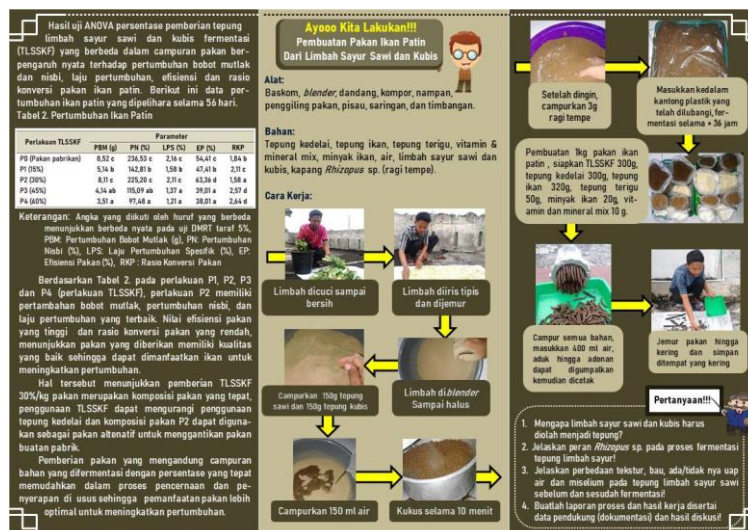
Format *leaflet* yang dirancang oleh peneliti mengacu pada Depdiknas (2008) yang selanjutnya dilakukan beberapa modifikasi guna memperkaya rancangan *leaflet*. Adapun desain *leaflet* modifikasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Format Desain *Leaflet* Modifikasi

1. Judul
2. Identitas
3. Kompetensi Dasar
4. Indikator Pencapaian Kompetensi
5. Petunjuk Belajar
6. Sumber Belajar
7. Informasi Pendukung (Wacana, Alat, Bahan dan Cara Kerja)
8. Tugas Peserta Didik

Berikut merupakan hasil rancangan *leaflet* dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2. Hasil Rancangan Leaflet

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa pemberian tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dengan persentase yang berbeda dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.) dengan hasil pertummbuhan terbaik pada perlakuan P2 (30% tepung limbah sayur sawi dan kubis fermentasi) pada parameter pengamatan laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, tingkat kelulushidupan, dan kualitas air. Hasil penelitian eksperimen dapat dijadikan bahan ajar leaflet pada materi bioteknologi konvensional kelas XII SMA.

Rekomendasi

Adapun rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah agar pakan buatan dari limbah sayur sawi dan kubis fermentasi dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk mengatasi permasalahan mahalnnya harga pakan pabrikan. Selain itu, leaflet dari hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam mendukung proses pembelajaran pada materi bioteknologi konvensional kelas XII SMA

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan DRPM TA 2021, Skim PDUPT. Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Bapak Nadiem Anwar Makarim, BA. M.B.A, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau dan semua pihak yang telah berpartisipasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiyan Oktavianto, Untung Susilo dan Slamet Priyanto. 2014. Respon Aktivitas Amilase dan Protease Ikan Patin (*Pangasius* sp.) terhadap Perbedaan Temperatur Air. *SCRIPTA BIOLOGICA* 1(4) : 14-18
- Deni Susana. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar *Leaflet* Terhadap Penugasan Materi Biologi Kelas X SMA Negeri 16 Bandar Lampung Tahun Pelajaran 2016/2017. Skripsi dipublikasikan. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, Departemen Pendidikan Nasional.
- Diko Khairil Harianto, Ade Dwi Sasanti, dan Mirna Fitriani. 2016. Pengaruh Perbedaan Lama Waktu Penyimpanan Pakan Berprobiotik Terhadap Kualitas Pakan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 4(2) :117-127.
- Erma Indriyana. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar *Leaflet* Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VIII Di SMP PGRI 6 Bandar Lampung. Skripsi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. UIN Raden Intan. Lampung.
- Goriang Putra Wangni, Sugeng Prayogo, dan Sumantriyadi. 2019. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada Suhu Media Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan* 14(2): 21-28
- Haraningtias, Sri Utami, dan Cicilia Novi Primiani. 2018. Anatomi Dan Biometri Sistem Pencernaan Ikan Air Tawar Famili Cyprinidae Di Telaga Ngebel Ponorogo *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS III* 319-331
- Ida Handayani, Erwin Nofyan, dan Marini Wijayanti. Optimasi Tingkat Pemberian Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 2(2) :175-187

- Jadmiko Darmawan, Evi Tahapari, Wahyu Pamungkas. 2016. Performa Benih Ikan Patin Siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dan pasupati (*Pangasius* sp.) dengan padat Penebaran yang Berbeda pada Pendederan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ikhtologi Indonesia* 16 (3): 243-250
- Kordi K. dan Ghufrani M. H. 2013. *Budidaya Ikan Konsumsi Di Air Tawar*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2018. (Online). <https://kkp.go.id/setjen/satudata/artikel/9669-kelautan-dan-perikanan-dalam-angka-2018-telah-terbit>. (diakses 31 Agustus 2019)
- Muhammad Sugihartono dan David. 2014. Respon Kelangsungan Hidup Larva Terhadap Padat Tebar Ikan Tambakan (*Hellostoma temminckii* C.V). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 14(4): 103-107.
- Rambo, Ayi Yustiati, Yayat Dhahiyat, Rita Rostika. 2018. Pengaruh Penambahan Tepung Biji Turi Hasil Fermentasi pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 9 (1): 95-103
- Samuel Sitorus. 2019. Pemanfaatan Tepung Limbah Sayur Sawi dan Kubis yang Difermentasi Dengan *Rhizhopus* sp. dalam Pakan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan* 6: 1-15
- Siti Aliyah, Titin Herawati, Rita Rostika, Yuli Andriani, dan Irfan Zidni. 2019. Pengaruh Kombinasi Sumber Protein Pada pakan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypoptalmus*) Di Keramba Jaring Apung Waduk Cirata. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 10(1): 117-123
- Syahrizal, Safratilofa dan Ana Mariana Sopiana. 2018. Urgensi Perbedaan Waktu Fermentasi EM4, (*Effective Microorganisms*) pada Bahan Pakan untuk Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau* 3 (1): 1-11
- Yustina, Nursal, Indra Suharman, Afri Riandra, Oky Priawan dan Windasari. 2019. Implementasi Sains Teknologi Engineering dan Matematika (STEM) Berbasis Kewirusahaan Budidaya Lele Dumbo dengan Media Bioflok dan Pakan Bungkil Inti Sawit (BIS) di SMP Purnama Pekanbaru. *UNRI Conference Sains: Communication Engagement* 1: 401-410