

APPLICATION BIOACTIVATOR EM-4 AND BOISCA IN MAKING LIQUID ORGANIC FERTILIZER AS DEVELOPMENT STUDENTS WORKSHEET (LKM) ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY

Wulan Indri Safitri*, Imam Mahadi dan Sri Wulandari

e-mail: wulanindrisafitri@gmail.com, phone: 085265216560

I_mahadi@yahoo.com, phone: 081371555774

wulandari_sri67@yahoo.com, phone: 081378131800

Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau, Pekanbaru 28293

Abstract: *The research was conducted to determine the effect of bio-activator EM-4 and Boisca in the manufacture of liquid organic fertilizer. This research was conducted from March to June 2015. The results are used for the development of LKM (StudentsWorksheet) on the concept of environmental biotechnology. This study consisted of two phases: the manufacture of Liquid Organic Fertilizer and stage of development of LKM. Phase manufacture of Liquid Organic Fertilizer use research "True-Experimental Research" with completely randomized design (RAL), which consists of 4 treatments and 3 replications. While LKM refers to the development stage of research approaches Research and Development (R & D) by using ADDIE models developed from the research of liquid organic fertilizer. Parameters of this study is ratio C / N, Elements N, P and K, temperature and pH. The data obtained and analyzed statistically using analysis of variance. If significantly different continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at significance level of 5%. LKM development while data obtained from the validation sheet is validated by 3 validator and analyzed descriptively. The results showed that the application of bio-activator EM-4 and Boisca affect the outcome of liquid organic fertilizer where the best treatment being owned by a treatment with a combination of EM-4 and Boisca. Results of the study was developed as LKM (StudentsWorksheet) is the composting material on the concept of environmental biotechnology. LKM were developed to obtain a valid category so that LKM can be used in the manufacture of compost material.*

Keywords: *Bioactivator, liquid organic fertilizer, LKM, environmental biotechnology*

**APLIKASI BIOAKTIVATOR EM-4 DAN BOISCA
DALAM PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR SEBAGAI
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)
BIOTEKNOLOGI LINGKUNGAN**

Wulan Indri Safitri*, Imam Mahadi dan Sri Wulandari

e-mail: wulanindrisafitri@gmail.com, phone: 085265216560

I_mahadi@yahoo.com, phone: 081371555774

wulandari_sri67@yahoo.com, phone: 081378131800

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Riau, Pekanbaru 28293

Abstrak: Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh bioaktivator EM-4 dan Boisca dalam pembuatan pupuk organik cair. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret hingga Juni 2015. Hasil penelitian digunakan untuk pengembangan LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) pada konsep Bioteknologi lingkungan. Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pembuatan Pupuk Organik Cair dan tahap pengembangan LKM. Tahap pembuatan Pupuk Organik Cair menggunakan penelitian “*True-Experimental Research*” dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Sedangkan tahap pengembangan LKM mengacu pada pendekatan penelitian *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan model ADDIE yang dikembangkan dari hasil penelitian pembuatan pupuk organik cair. Parameter penelitian ini yaitu Rasio C/N, Unsur N, P dan K, Suhu dan pH. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varians. Bila berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Sedangkan data pengembangan LKM diperoleh dari lembar validasi yang divalidasi oleh 3 validator dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bioaktivator EM-4 dan Boisca berpengaruh terhadap hasil pupuk organik cair dimana perlakuan terbaik dimiliki oleh perlakuan dengan kombinasi antara EM-4 dan Boisca. Hasil dari penelitian dikembangkan sebagai LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) yaitu pada materi pembuatan kompos pada konsep Bioteknologi lingkungan. LKM yang dikembangkan memperoleh kategori valid sehingga LKM dapat digunakan pada materi pembuatan kompos.

Kata kunci : Bioaktivator, pupuk organik cair, LKM, Bioteknologi lingkungan

PENDAHULUAN

Bioteknologi merupakan mata kuliah yang disajikan pada mahasiswa program studi Pendidikan Biologi FKIP UR dengan jumlah kredit 3 SKS. Terdapat beberapa pokok bahasan pada mata kuliah ini salah satunya pokok bahasan bioteknologi lingkungan, dimana terdapat konsep mengenai pembuatan kompos. Sejauh ini pembuatan kompos yang dilakukan kebanyakan tentang pembuatan kompos atau pupuk dalam bentuk padat sedangkan pupuk bentuk cair masih minim pengaplikasiannya, padahal menurut Sukanto hadisuwito (2007) pupuk ini memiliki beberapa kelebihan yaitu unsur hara yang terkandung di dalam pupuk organik cair lebih mudah diserap oleh tanaman, praktis digunakan, proses pembuatannya relatif mudah dan singkat serta biaya pembuatan tidak terlalu besar

Eceng gondok dan jerami padi adalah salah satu limbah yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, padahal kedua bahan organik tersebut dapat memberikan nilai tambah di bidang pertanian dengan membuat pupuk. Menurut Rathiqah (dalam Delta setya Nugroho, 2011) eceng gondok memiliki kandungan NPK (dalam % berat kering) masing-masing adalah 1.18 N, 1.09 P, 1.40 K, Kadar C organik 17.29 dan rasio C/N sebesar 14.65, sedangkan jerami padi memiliki komponen serat kasar dalam dinding sel jerami yaitu 30-51 % selulosa, 6-28 % hemiselulosa dan lignin 4-10 % bahan kering (Doyle dalam Ari Syahputra, 2009).

Dalam pembuatan pupuk selain memanfaatkan limbah juga dibutuhkan bioaktivator yang berfungsi mempercepat proses pengomposan. Selama ini bioaktivator yang digunakan oleh mahasiswa FKIP Biologi UR adalah bioaktivator EM-4, padahal masih banyak tersedia bioaktivator lainnya, seperti Boisca. Menurut Damayanti sinaga (2010) fungsi Boisca memang sama dengan aktivator lainnya, tetapi lebih praktis dalam aplikasinya, selain itu Boisca adalah salah satu bioaktivator yang dapat mempercepat proses pengomposan khususnya dalam pembuatan pupuk organik cair.

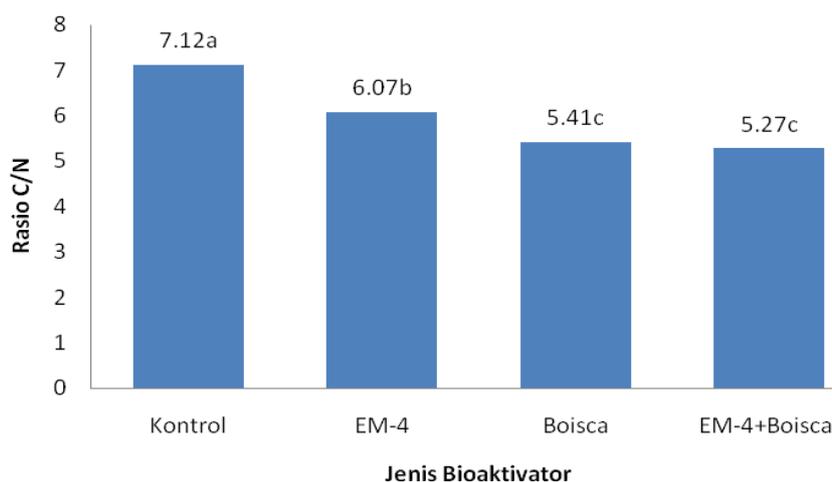
Setiap kegiatan praktikum tidak terlepas dari penuntun praktikum yang berisi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) begitu juga dengan praktikum pembuatan kompos cair, karena menurut Imam mahadi (2014) mahasiswa lebih cepat memahami konsep bioteknologi melalui praktikum dibandingkan hanya mengkaji teori bioteknologi saja. Sehingga perlu adanya pengayaan bahan praktikum mata kuliah bioteknologi. Pada praktikum pembuatan kompos ini, dosen mata kuliah Bioteknologi telah menyusun dan menulis LKM untuk memandu kegiatan praktikum tersebut, namun LKM tersebut memiliki kekurangan dan belum sesuai dengan pedoman penulisan UPMF (Unit Penjaminan Mutu Fakultas) 2014. Namun, sudah ada Silvy Rachmadani Octavia (2014) yang telah mengembangkan LKM tersebut melalui penelitian yang dilakukannya. Tetapi, LKM yang telah dikembangkan hanya pada pembuatan kompos padat dan bioaktivator yang efektif dalam pembuatan kompos padat. Oleh karena itu peneliti ingin menghasilkan pupuk organik cair dari bahan organik eceng gondok dan jerami padi yang sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik dan hasil penelitian dapat dikembangkan menjadi lembar kerja mahasiswa (LKM) pada topik pembuatan kompos yang sesuai dengan format UPMF.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Maret sampai Juni 2015 yang terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pembuatan Pupuk Organik Cair dan tahap pengembangan LKM. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Alam Program Studi Pendidikan Biologi FKIP (pelaksanaan tahap pembuatan pupuk organik cair) dan Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Faperika (pelaksanaan analisis unsur hara C, N, P dan K) Universitas Riau. Tahap pembuatan Pupuk Organik Cair menggunakan penelitian “*True-Experimental Research*” dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Sedangkan tahap pengembangan LKM mengacu pada pendekatan penelitian *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan model ADDIE yang dikembangkan dari hasil penelitian pembuatan pupuk organik cair. Parameter penelitian ini yaitu Rasio C/N, Unsur N, P dan K, Suhu dan pH. Data yang yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varians. Bila berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Sedangkan data pengembangan LKM diperoleh dari lembar validasi yang divalidasi oleh 3 validator dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengukuran Rasio C/N, unsur N, P dan K, Suhu dan pH. Hasil pengukuran Rasio C/N pupuk organik cair dapat dilihat pada gambar.1 berikut ini



Gambar 1. Rerata Rasio C/N pupuk organik cair. Huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT pada taraf 5%

Rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam satu bahan. Rasio C/N menentukan kecepatan penguraian sampah organik pada saat pengomposan. Dari gambar 1 rasio C/N yang paling tinggi dimiliki oleh pupuk organik cair dengan perlakuan kontrol (7,12) dan yang paling rendah pada perlakuan kombinasi EM-4 dan Boisca (5,27). Dari gambar 1 tersebut juga dapat dilihat bahwa rasio C/N

pupuk organik cair pada perlakuan dengan bioaktivator lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa bioaktivator. Tidak adanya penambahan bioaktivator pada perlakuan kontrol mengakibatkan jumlah mikroba yang mempercepat pengomposan pada perlakuan ini sedikit sehingga aktivitas mikroba pengurai menjadi rendah dan kadar C/N tetap tinggi. Hal ini terjadi karena proses pengomposan memerlukan mikroba pengurai dimana dalam mikroba tersebut dapat diperoleh dari penambahan bioaktivator. Menurut Hetty Manurung dan Endang Dwi Resmi (2010) Bioaktivator merupakan bahan yang terdiri dari enzim, asam humat dan mikroorganisme yang berfungsi untuk mempercepat proses pengomposan.

Dari ketiga perlakuan yang menggunakan bioaktivator diketahui bahwa bioaktivator dengan kombinasi antara EM-4 dan Boisca menunjukkan rasio C/N yang paling rendah dan mendekati persyaratan teknis minimal pupuk organik. Hal ini dikarenakan kedua bioaktivator mengandung banyak mikroorganisme yang bekerja dalam proses pengomposan, jika keduanya digabungkan maka akan mempercepat proses pengomposan sehingga mampu menurunkan rasio C/N.

Berdasarkan uji lanjut DMRT, masing-masing perlakuan menunjukkan beda nyata terhadap hasil pembuatan pupuk organik cair, kecuali perlakuan Boisca dengan EM-4 + Boisca namun berbeda nyata pada perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan terdapat kandungan mikroorganisme dengan genus yang sama yang dimiliki oleh kedua bioaktivator.

Kualitas pupuk organik cair dapat ditentukan dari rasio C/N, namun tidak mutlak sebagai indikator kualitas pupuk organik cair. Menurut Wehandaka pancapalaga (2011), kualitas hasil pembuatan pupuk organik cair pada prinsipnya ditentukan oleh bahan baku, mikroorganisme pengurai, rasio C/N, produk akhir dan pengemasan. Jika rasio C/N tinggi berarti bahan pembuatan pupuk belum terurai secara sempurna dan sukar terdekomposisi serta kurang baik digunakan sebagai pupuk tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2005), menyatakan bahwa pupuk dengan rasio C/N tinggi tidak baik bagi tanaman dan pada saat pengaplikasian langsung ke tanaman akan terjadi kompetisi antara tanaman dengan mikroba dalam penyerapan unsur-unsur hara tersedia dalam tanah. Sebaliknya jika rasio C/N kompos rendah berarti unsur hara yang terikat pada pupuk telah dilepaskan melalui proses mineralisasi sehingga dapat digunakan oleh tanaman.

Kualitas pupuk organik cair dapat juga ditentukan dengan kandungan unsur hara yang berupa unsur hara makro yaitu N, P dan K. Analisis unsur N, P dan K di laboratorium dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini

Tabel 1. Rerata kandungan unsur N, P dan K Pupuk organik cair

Jenis Bioaktivator	Kadar zat dalam %		
	Nitrogen	Posfor	Kalium
Kontrol	0,584	0,257	0,067
EM-4	1,082	0,297	0,092
Boisca	1,531	0,357	0,104
EM-4+Boisca	1,942	0,479	0,129

Dari tabel dapat dilihat bahwa perlakuan yang memiliki nilai N terendah terdapat pada perlakuan kontrol (0,584) dan tertinggi pada perlakuan EM-4 + Boisca (1,942). Nitrogen merupakan zat yang dibutuhkan bakteri penghancur untuk tumbuh dan berkembangbiak, tingginya unsur N pada perlakuan kombinasi EM-4 dan Boisca

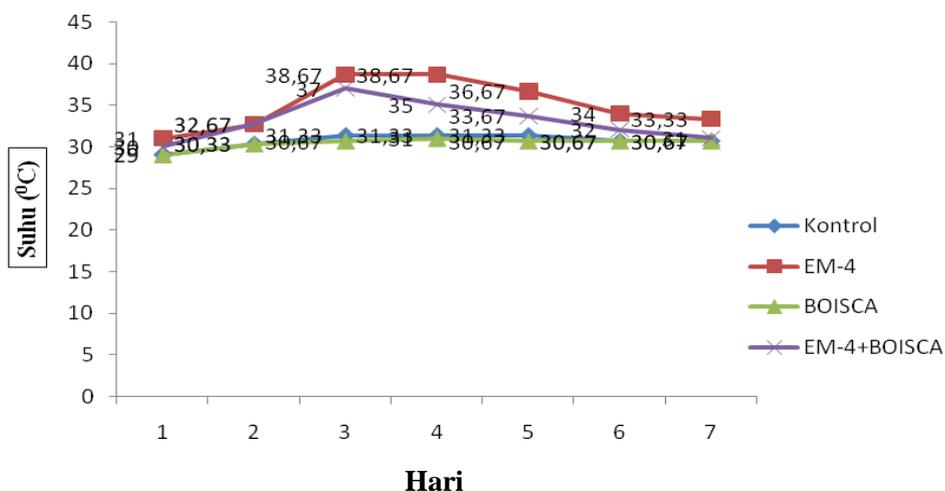
dikarenakan proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme yang mengubah ammonia menjadi nitrat dan rendahnya nilai N pada kontrol dikarenakan tidak adanya penambahan bioaktivator sehingga tidak adanya penambahan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan kompos. Menurut Indriani (2004), timbunan bahan kompos yang kandungan nitrogennya terlalu sedikit/rendah tidak menghasilkan panas sehingga pembusukan bahan-bahan menjadi amat terlambat.

Unsur hara Posfor juga penting bagi tanaman, posfor diserap dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Dari hasil penelitian didapatkan perlakuan yang memiliki nilai P paling rendah terdapat pada kontrol (0,257) dan tertinggi pada perlakuan EM-4 + Boisca (0,479). Tingginya nilai P seiring dengan tingginya nilai N karena menurut Yuli andriani (2011), semakin tinggi nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak posfor akan meningkat, sehingga kandungan posfor meningkat. Pada kontrol mikroorganisme yang mempercepat dekomposisi bahan kompos berada dalam jumlah yang sedikit karena tidak adanya penambahan mikroorganisme yang diperoleh dari bioaktivator, sehingga konsumsi posfor nya sedikit.

Selain Nitrogen dan Posfor, Kalium juga merupakan unsur hara makro yang penting dimana kalium memiliki fungsi dalam mengaktifkan 60 enzim tanaman dan berperan penting dalam sintesis karbohidrat dan protein. Kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ . Menurut Yuli andriani (2011), didalam proses dekomposisi bahan kompos terdapat pembentukan asam-asam organik yang akan menyebabkan daya larut unsur-unsur hara seperti Ca, P dan K menjadi lebih tinggi sehingga akan banyak K^+ bagi tanaman. Dari tabel 4.1 kontrol memiliki nilai K yang rendah (0,067) dan perlakuan EM-4 + Boisca memiliki nilai K paling tinggi (0,129)

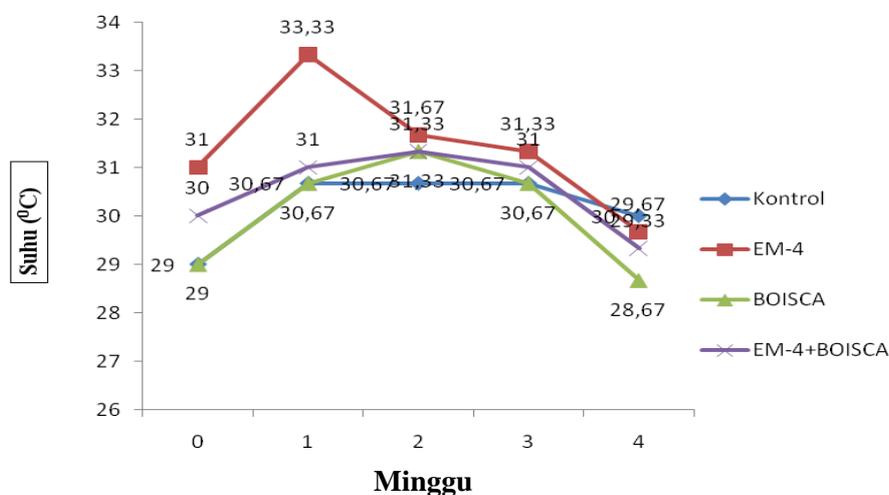
Nilai unsur hara N, P dan K yang didapat dari hasil penelitian memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik sebesar $<5\%$.

Kualitas dan kematangan kompos tidak hanya dilihat dari RasioC/N, ketersediaan unsur hara namun dapat dilihat juga dari suhu dan pH. Untuk rerata suhu timbunan diukur dalam seminggu sekali, namun di minggu pertama penelitian pengukuran suhu dilakukan setiap hari dikarenakan perubahan suhu yang fluktuatif. Perubahan suhu timbunan pupuk organik cair dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Rerata perubahan suhu timbunan pupuk organik cair dalam minggu ke-1

Dapat dilihat dari grafik di atas, keempat perlakuan memiliki rerata suhu timbunan yang berkisar antara 29 – 31 °C. Pada tahap ini proses pengomposan berada pada tahap mesofilik, yaitu tahap penghangatan dimana mikroorganisme hadir dalam bahan kompos secara cepat dan temperatur meningkat. Mikroorganisme pada tahap mesofilik ini dapat hidup pada suhu 10-45 °C dan bertugas memperkecil ukuran partikel bahan organik sehingga luas permukaan bahan bertambah dan mempercepat proses pengomposan (Andhika Cahaya dan Dody Adi Nugroho, 2009). Suhu timbunan kompos pada minggu pertama terus menunjukkan perubahan, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroba pengurai bekerja secara maksimal dan proses pengomposan berlangsung cukup baik. Dari keempat perlakuan, pupuk organik cair dengan perlakuan EM-4 menunjukkan kenaikan yang paling tinggi (38,7 °C) pada hari ketiga, kemudian kenaikan suhu tertinggi kedua pada perlakuan EM-4 + Boisca (37 °C) pada hari ketiga. Suhu ini merupakan suhu puncak dari kedua perlakuan. Hal ini berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada kedua perlakuan tersebut Namun hal ini tidak terjadi pada perlakuan Boisca dan kontrol, dimana keduanya masih terus mengalami kenaikan suhu namun belum menunjukkan suhu puncaknya. Hal ini berarti mikroorganisme yang terkandung pada EM-4 lebih cepat bekerja dan menguraikan bahan organik dalam proses pengomposan. Rerata suhu timbunan kompos keempat perlakuan dalam setiap minggunya dapat dilihat pada gambar 3 berikut



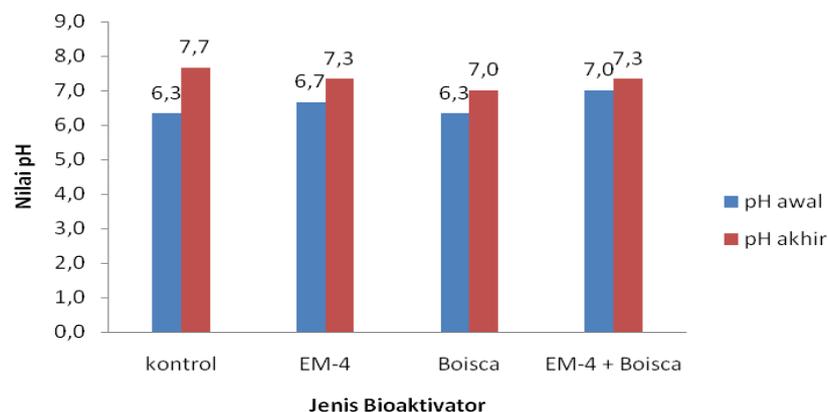
Gambar 3. Rerata perubahan suhu Timbunan pupuk organik cair selama 4 minggu

Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa setelah fase mesofilik, perlakuan EM-4 memasuki fase termofilik pada minggu pertama ditunjukkan dari perubahan suhu yang telah mencapai suhu puncak. Fase termofilik adalah fase dengan temperatur 40-60 °C. Fase ini ditandai dengan mikroorganisme mulai aktif mengurai bahan organik dan terjadinya proses penguraian mikroba yang menghasilkan panas pada kompos. Rendahnya suhu kompos yang dihasilkan dikarenakan sedikitnya volume tumpukan sehingga panas yang terakumulasi rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sri komarayati (2007) yang menyatakan bahwa tumpukan yang terlalu pendek menyebabkan panas cepat menguap yang disebabkan karena tidak ada bahan material yang digunakan untuk menahan panas dan menghindari pelepasan panas. Selain itu

volume cairan pada pengomposan pupuk organik cair ini lebih banyak. Untuk perlakuan Boisca dan EM-4 +Boisca belum mengalami fase termofilik pada minggu pertama.

Setelah suhu puncak, keempat perlakuan menunjukkan penurunan suhu 30,7 – 29,3 °C. pada suhu ini merupakan tahap pendinginan atau fase pematangan dimana konsentrasi material organik pada proses pengomposan sudah menipis jumlahnya. Menurut Nursyakhia hajama (2014), penurunan jumlah dan aktivitas mikroba menyebabkan suhu tidak meningkat lagi dan relatif stagnan.

Ada tidaknya aktivitas mikroorganisme yang dilihat dari suhu tidak terlepas dari perubahan nilai pH yang terjadi pada saat pengomposan. Berikut adalah data perubahan pH awal dan akhir penelitian pada gambar 4 berikut



Gambar 4. Rerata perubahan pH pupuk organik cair di awal dan akhir penelitian

Perubahan pH dari awal ke akhir penelitian menunjukkan perubahan ke arah stabil dan memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik . Menurut persyaratan teknis minimal pupuk organik kisaran pH 4-8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat perlakuan mengalami peningkatan di akhir penelitian. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme dalam bioaktivator yang memberikan masukan ion OH⁻ dari hasil proses dekomposisi bahan pupuk organik.

Pengukuran pH pupuk organik cair di awal penelitian menunjukkan nilai terendah pada perlakuan kontrol dan Boisca (6,3) dan nilai tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan EM-4 + Boisca (7,0) namun di akhir penelitian nilai pH mengalami perubahan. Hal ini sesuai dengan Prahesti dan Dwipayanti (2011) bahwa tingginya pH di awal disebabkan oleh aktivitas kelompok bakteri lainnya, misalkan bakteri metanogen yang mengonversikan asam-asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti metana, amoniak, dll.

Sedangkan perlakuan kontrol di akhir pengamatan memiliki pH paling tinggi (7,7), hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak mendapat tambahan bioaktivator. Tingginya pH pada perlakuan ini menyebabkan mikroorganisme yang ada tidak dapat berkembang untuk mencapai pH tanah yang netral. Menurut Hanafiah (2005) menyatakan bahwa umumnya mikroba penghancur berperan dalam proses penguraian bahan organik dan umumnya mikroba tersebut dapat berkembang dan aktif pada pH netral-alkalis (6,5-8,5), sedangkan proses mineralisasi dan nitrifikasi optimum pada pH sekitar 7,0. Namun pH dari keempat perlakuan sudah memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik.

Hasil penelitian ini dikembangkan menjadi LKM pada konsep Bioteknologi lingkungan. Pengembangan LKM dari hasil penelitian mengacu pada tahapan pengembangan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan. Tahapan-tahapan tersebut dijadikan dasar dalam merancang dan mengembangkan LKM. Pembahasan pada setiap tahapan ADDIE dapat dilihat di bawah ini.

1. *Analyze*

Pada tahap analisis peneliti melakukan *needs assessment* (analisis kebutuhan) yang mencakup analisis kurikulum berdasarkan RKPP (Rencana Kegiatan Program Pembelajaran) mata kuliah Bioteknologi Lingkungan, sub topik pembuatan kompos yang telah dirancang oleh dosen matakuliah bioteknologi. Berdasarkan analisis tersebut, pengembangan LKM disesuaikan dengan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) pada subtopik ini, yaitu SK: Mahasiswa mampu memahami proses-proses dalam Bioteknologi serta penerapannya dalam kehidupan dan KD: Mendeskripsikan proses dan hasil Bioteknologi pada cabang Bioteknologi lingkungan. Berdasarkan dari analisis tersebut, maka diperoleh spesifikasi indikator dan tujuan pembelajaran yang digunakan untuk merancang LKM pembuatan pupuk organik cair. Disamping menyesuaikan SK dan KD pada sub topik pembuatan kompos ini, dilakukan juga wawancara mengenai ketersediaan LKM pada sub topik ini kepada dosen matakuliah yang bersangkutan, untuk mengetahui apakah LKM yang biasa digunakan pada kegiatan praktikum perlu adanya pengayaan. Setelah dilakukan analisa ketersediaan LKM yang sudah ada akan lebih baik apabila dilakukakn pengayaan LKM berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

2. *Design*

Pada tahap *design* dilakukan perancangan skenario materi pokok, indikator dan indikator pencapaian kompetensi berdasarkan tahap sebelumnya dan dilakukan perancangan LKM pembuatan pupuk organik cair berdasarkan analisis kurikulum yang telah dilaksanakan. Format LKM yang dirancang disesuaikan dengan format penyusunan LKM yang mengacu kepada Unit Penjaminan Mutu Fakultas (2014). Adapun komponen penyusunan LKM terdiri atas : Judul (materi), tujuan, Alat dan bahan, teori/wacana, kegiatan (merupakan kegiatan yang akan dikerjakan oleh mahasiswa), kesimpulan dan latihan. Judul LKM disesuaikan dengan judul sub topik yang akan dibahas yaitu pembuatan pupuk organik cair. Tujuan disesuaikan dengan tujuan kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan. Komponen alat dan bahan disesuaikan dengan kebutuhan dalam kegiatan praktikum. Teori/wacana merupakan ringkasan singkat yang disesuaikan dengan tujuan praktikum yang akan dicapai. Kegiatan merupakan langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama kegiatan praktikum berlangsung sesuai dengan perintah kegiatan pada LKM. kesimpulan berupa kesimpulan dari hasil kegiatan yang dilakukan dan latihan merupakan beberapa buah pertanyaan yang berkaitan dengan kegiatan serta soal latihan yang berkaitan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

3. *Development*

Pada tahap *Development* rancangan LKM yang telah dibuat dijadikan perangkat yang utuh. Jumlah LKM yang dikembangkan 1 topik yaitu pembuatan pupuk organik cair. Setelah LKM yang dirancang selesai selanjutnya konten LKM akan divalidasi oleh

tim validator yaitu oleh dosen dibidang pendidikan dan dosen dibidang bioteknologi. Adapun LKM yang dikembangkan dari hasil penelitian ini terdapat pada.

Untuk menilai kevalidan dan kelayakan dari LKM yang telah dikembangkan, maka dilakukan validitas LKM oleh 3 orang dosen. 2 orang dosen merupakan dosen pengampu mata mata kuliah Bioteknologi dan 1 orang dosen dari bidang Pendidikan yang paham dengan cara penyusunan suatu LKM. Adapun hasil validasi dari ketiga validator ditampilkan sebagai rerata pada tabel 2 di bawah ini

Tabel 4.2. Rerata validitas LKM pembuatan pupuk organik cair

Komponen yang Diamati	Rerata Penilaian			Rerata Ketiga Validator
	V1	V2	V3	
Topik	3,00	4,00	3,00	3,33
Materi	3,33	3,33	3,33	3,33
Tujuan pembelajaran	3,00	4,00	4,00	3,67
Alat dan bahan	3,00	3,00	3,00	3,00
Petunjuk mengerjakan	3,67	3,00	3,00	3,22
Pertanyaan/masalah	3,60	3,20	3,20	3,33
Rerata Tiap Validator	3,27	3,42	3,26	3,31
Kategori Validitas				Valid

Keterangan:

V : Validator

Berdasarkan pada Tabel 2 pada komponen topik menunjukkan rerata skor 3,33 yang berarti topik pada praktikum telah sesuai dengan pokok bahasan. Judul LKM yang dicantumkan merupakan bentuk dari topik LKM. Judul LKM dapat membantu mahasiswa mengetahui garis besar kegiatan yang akan dilakukan (Savitri Herdianawati, 2013).

Pada komponen materi, LKM yang dikembangkan oleh peneliti mendapatkan rerata skor 3,33. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disebut juga teori dalam LKM yang dicantumkan telah sesuai dengan tujuan praktikum dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Teori dalam LKM berupa artikel yang berhubungan dengan pokok bahasan pembuatan kompos yang sangat bergantung pada tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Depdiknas (2004) menyatakan materi dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet dan jurnal hasil penelitian. Pada materi pembuatan kompos ini, peneliti mengambil sumbernya dari data penelitian peneliti sendiri.

Untuk komponen tujuan pembelajaran, rerata skor dari ketiga validator adalah 3,67. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran dalam LKM dengan kegiatan praktikum yang dilakukan telah sesuai.

Komponen alat dan bahan, ketiga validator memberikan rerata skor 3, dimana skor ini mendapat skor terendah. Hal ini dikarenakan menurut salah satu validator alat dan bahan masih kurang lengkap dan perlu dipisahkan alat dan bahan untuk tahap I dan tahap II.

Komponen petunjuk mengerjakan mendapat rerata skor 3,22 yang berarti petunjuk mengerjakan yang dicantumkan oleh peneliti dalam LKM telah sesuai dengan kegiatan yang akan dilaksanakan, susunan kalimatnya mudah dimengerti dan kegiatan yang

dilakukan telah menunjukkan pendekatan ilmiah . Petunjuk mengerjakan dalam LKM ini adalah berupa cara kerja. Cara kerja yang dicantumkan haruslah mudah dimengerti oleh mahasiswa yang akan melaksanakan kegiatan praktikum tersebut sehingga praktikum yang dilaksanakan dapat sesuai dengan yang instruksi yang diminta. Namun, menurut validator bidang pendidikan, beliau menyarankan langkah-langkah ilmiah tidak perlu dicantumkan.

Komponen terakhir yaitu pertanyaan atau masalah didapatkan rerata skor 3,33 dari ketiga validator. Hal ini menunjukkan bahwa pertanyaan atau masalah yang dicantumkan oleh peneliti pada LKM ini telah dirumuskan dengan jelas, menggunakan kata-kata yang mudah dipahami dan sesuai dengan tujuan praktikum.

Dari keenam komponen yang telah dijelaskan di atas, diperoleh rerata skor total 3,31 dengan kategori valid untuk validitas LKM yang dilakukan oleh ketiga validator. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugiyono (2010) yang menyatakan bahwa rerata skor validitas yang berkisar antara 3-3,4 termasuk dalam kategori valid. Dari hasil validitas tersebut, ketiga validator memberikan kesan umum bahwa LKM ini dapat digunakan dalam perkuliahan dengan beberapa perbaikan/penyempurnaan

Berdasarkan saran-saran yang telah diberikan validator, maka peneliti melakukan revisi terhadap LKM ini guna penyempurnaan LKM yang telah dirancang. Dengan demikian, LKM yang telah dikembangkan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran mata kuliah Bioteknologi.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kombinasi Bioaktivator EM-4 dan Boisca adalah bioaktivator terbaik dalam menghasilkan pupuk organik cair dari limbah jerami padi dan eceng gondok dan hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKM topik pembuatan kompos pada pokok bahasan Bioteknologi Lingkungan mata kuliah Bioteknologi dengan kategori valid sehingga dapat dipergunakan pada praktikum pembuatan kompos.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan perlu dilakukan uji tanam untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan tanaman setelah pemberian pupuk organik cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhika Cahaya T. S. dan Dody Adi Nugroho. 2009. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Makalah Penelitian Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ari Syahputra. 2009. Produksi Gas Bio dari Campuran Kotoran Sapi Perah dengan Kompos Jerami Padi pada Rasio C/N yang Berbeda. Skripsi tidak dipublikasikan. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Damayanti Sinaga. 2010. Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan Boisca sebagai Starter. Skripsi tidak dipublikasikan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Delta Setya Nugroho. 2011. Kajian pupuk organik eceng gondok terhadap pertumbuhan dan hasil bayam putih dan bayam merah (*Amaranthus tricolor l*). Skripsi tidak dipublikasikan. Fakultas pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Depdiknas. 2004. *Pedoman Penyusunan Lembar Kegiatan Siswa dan Skenario Pembelajaran Sekolah Menengah Atas*. Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta
- Hanafiah. 2005. *Dasar-dasarilmu tanah*. PT raja Grafindo persada. Jakarta.
- Hetty Manurung dan Endang Dwi Resmi. 2010. Uji Efektivitas Bioaktivator Orgadec dan EM-4 terhadap Pembentukan Kompos dan Penurunan Kadar C/N Limbah daun Ketapang (*Terminalia catappa* Linn). *Bioprospek*. 7 (2) : 46-57.
- Indriani. 2004. *Membuat kompos secara kilat*. Penebar swadaya. Jakarta.
- Imam Mahadi. 2014. Evaluasi Penambahan Jumlah SKS (praktikum) Mata Kuliah Bioteknologi pada Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Kompetensi Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Biologi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. *Biogenesis*. 10 (2) : 1-7.
- Nursyokia hajama. 2014. Studi pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan aktivator EM-4 dan MOL serta prospek pengembangannya. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas hasanuddin. Makassar.
- Savitiri Herdianawati, Herlina Fitrihidajati dan Tarzan Purnomo. 2013. Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Inkuiri Berbasis Berpikir Kritis pada Materi Daur Biogeokimia Kelas X. *Jurnal BioEdu*. 2(1): 99-104.
- Sri komarayati. 2007. Kualitas arang kompos limbah industry kertas dengan variasi penambahan arang serbuk gergaji. *Ilmu tanah dan teknologi kayu tropis*. 5 (2).
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Sukanto Hadisuwito. 2007. *Membuat pupuk kompos cair*. Agromedia. Jakarta.
- UPMF Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau. 2014. *Pedoman Kegiatan Penyusunan Perangkat Pembelajaran Dosen FKIP Universitas Riau*. Universitas Riau. Pekanbaru
- Wehandaka Pancapalaga. 2011. Pengaruh rasio penggunaan limbah ternak dan hijauan terhadap kualitas pupuk cair. *Gamma*. 7 (1) : Hal 61-68.
- Yuli Andriani Hidayati. 2011. Kualitas pupuk cair hasil pengolahan feses sapi potong menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Ilmu ternak*. 11(2).