

**APPLICATION OF MICROORGANISMS LOCAL (MOL) BANANA
WEEVIL IN THE COMPOSTING OF EMPTY FRUIT BUNCHES OF
OIL PALM AS THE DEVELOPMENT OF LEARNERS
WORKSHEETS BIOLOGY CLASS X
SENIOR HIGH SCHOOL**

Amita Amwa¹, Darmawati² dan Yustina³

Email: amwaamita@gmail.com, +6285265695054, darmawati_msi@yahoo.com, hj_yustin@yahoo.com

**BIOLOGY EDUCATION
FACULTY OF TEACHER TRAINING AND EDUCATION
UNIVERSITY OF RIAU**

Abstract: *This study aims to determine the concentration of the most well Microorganisms Local (MOL) banana weevil in the composting of empty fruit bunches of oil palm. The research was conducted from February to June 2016. The results are used as development Worksheet Students (LKPD) Class X High School Biology. This research was done in 2 stages: stage composting using oil palm empty fruit bunches Local Microorganisms (MOL) banana weevil in the Laboratory of Biology of Natural PMIPA using the RAL consisting of 4 treatments and 3 replications. The development phase Worksheet Students (LKPD) development model ADDIE ((Analyze, Design, Development, Implementation and Evaluation), composting of empty fruit bunches of oil palm consists of preparation of tools and materials to be used, composting, observation of the composting process and stages completion. the parameters in this study is the C / N ratio of compost, the content of N, P and K compost as well as temperature, humidity and pH. The result showed that the treatment with a concentration of 4 ml MOL banana weevil is the best concentration in composting palm empty fruit bunches of oil. The results of the study and then developed as Worksheet Students (LKPD) class X Biology*

Keywords : *Microorganisms Local(MOL), Banana weevil, Empty fruit bunches of oil palm, development learners worksheet,*

APLIKASI MIKROORGANISME LOKAL (MOL) BONGGOL PISANG DALAM PEMBUATAN KOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) KELAS X BIOLOGI SMA

Amita Amwa¹, Darmawati² dan Yustina³

Email: amwaamita@gmail.com, +6285265695054, darmawati_msi@yahoo.com, hj_yustin@yahoo.com

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS RIAU**

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi paling baik Mikroorganisme Lokal (MOL) bonggol pisang dalam pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2016. Hasil penelitian digunakan sebagai pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Kelas X Biologi SMA. Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahapan yaitu tahap pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit menggunakan Mikroorganisme Lokal (MOL) bonggol pisang di Laboratorium Alam PMIPA Biologi menggunakan RAL yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Tahap pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan model pengembangan ADDIE ((*Analyze, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*)). Pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit terdiri dari persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, pembuatan kompos, pengamatan proses pengomposan dan tahap penyelesaian. Parameter pada penelitian ini adalah rasio C/N kompos, kandungan unsur N,P dan K kompos serta suhu, kelembaban dan pH. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang merupakan konsentrasi paling baik dalam pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit. Hasil penelitian kemudian dikembangkan sebagai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kelas X Biologi.

Kata kunci : Mikroorganisme lokal (MOL), Bonggol pisang, Tandan kosong kelapa sawit, Lembar Kerja Peserta Didik

PENDAHULUAN

Limbah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu aktivitas manusia atau proses alami yang belum mempunyai nilai ekonomi, tetapi justru memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Kegiatan pertanian salah satunya perkebunan kelapa sawit yang menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit. Saat ini ditemukan beberapa permasalahan yang cukup mengganggu seperti tumpukan tandan kosong kelapa sawit dan daya urai yang rendah. Pemilihan dekomposer yang digunakan untuk pelapukan tandan kosong kelapa sawit merupakan hal yang sangat penting, karena dekomposer menentukan keberhasilan pelapukan tandan kosong kelapa sawit menjadi pupuk organik yang siap digunakan untuk tanaman pertanian. Salah satu bioaktivator yang saat digunakan adalah Mikroorganisme Lokal (MOL) bonggol pisang. Limbah yang dapat dijadikan kompos berkaitan erat dengan konsep daur ulang limbah yang disajikan khususnya pada materi kelas X SMA yakni pada kompetensi dasar 3.10 menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan dan kompetensi dasar keterampilannya 4.10 yaitu memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan. Pembuatan kompos melalui daur ulang limbah pertanian akan lebih efektif jika dilakukan dengan praktikum secara langsung dan peserta didik akan lebih paham jika dilakukan praktikum sehingga tercapai indikator pencapaian kompetensi.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Aplikasi Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang dalam Pembuatan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Kelas X Biologi SMA”. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui konsentrasi Mikroorganisme Lokal (MOL) bonggol pisang yang paling baik dalam pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit dan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kelas X Biologi SMA. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat umumnya yang bekerja di bidang pertanian bahwa limbah pertanian yaitu tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi kompos dan dapat menjadi tambahan referensi yang baik dalam proses pembelajaran materi daur ulang limbah pertanian kelas X biologi SMA.

METODE PENELITIAN

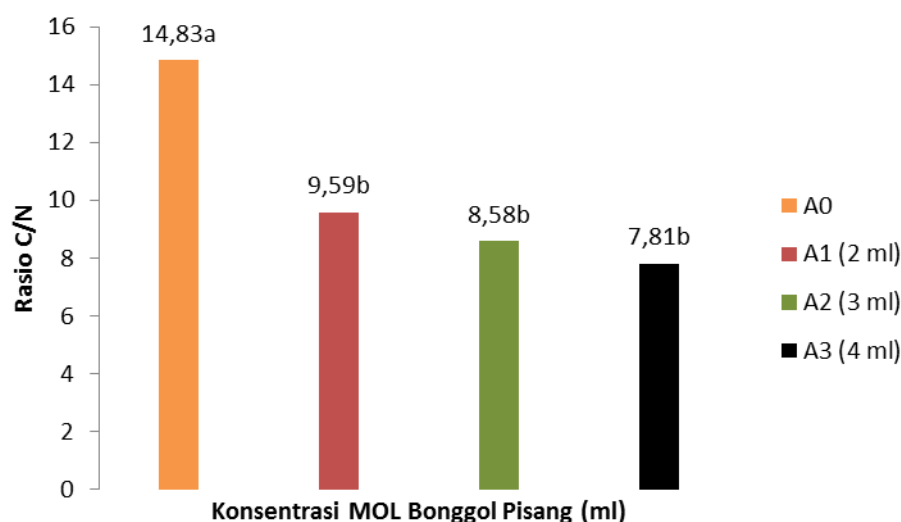
Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit dan pengembangan LKPD dari hasil penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Alam Program Studi Pendidikan Biologi FKIP dan Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Faperika Universitas Riau, dari bulan Februari-Juni 2016. Penelitian pembuatan kompos menggunakan RAL yang terdiri dari 4 perlakuan 3 ulangan. Subjek penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit yang dijadikan kompos menggunakan Mikroorganisme Lokal (MOL) bonggol pisang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, baskom, *soil tester*, termometer, parang, timbangan, sarung tangan, spidol permanen, lakban bening, pengaduk, terpal hitam dan benen bekas yang telah dipotong untuk mengikat terpal. Bahan yang digunakan EM-4, bonggol pisang, tandan kosong kelapa sawit, air kelapa, gula merah, kertas label.

Prosedur penelitian terdiri dari 4 tahap yaitu, persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit, pengamatan proses pengomposan dan tahap penyelesaian. Parameter dalam penelitian ini yaitu rasio C/N, kandungan unsur N,P dan K total, suhu, kelembaban dan pH. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Jenis penelitian pengembangan LKPD adalah penelitian yang menggunakan model ADDIE. Subjek penelitian ini adalah LKPD pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit. Data penelitian akan dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rasio C/N

Berdasarkan hasil analisis hasil varians rasio C/N kompos, pemberian konsentrasi MOL bonggol pisang, pemberian konsentrasi MOL bonggol pisang berpengaruh terhadap hasil pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit. Rerata rasio C/N kompos tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Rasio C/N Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. Huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT pada taraf 5%

Rasio C/N kompos yang paling tinggi dimiliki oleh kompos dengan perlakuan kontrol (14,83) sedangkan yang terendah dimiliki oleh kompos dengan konsentrasi MOL bonggol pisang sebanyak 4 ml (7,81) yang menunjukkan beda nyata melalui uji DMRT. Dari gambar 4.1 tersebut juga dapat dilihat bahwa rasio C/N pada konsentrasi 4 ml rasio C/N yang dimiliki rendah daripada perlakuan lainnya. Namun pada perlakuan dengan konsentrasi 2 ml, 3 ml dan 4 ml tidak menunjukkan beda nyata karena ketiga perlakuan memiliki rasio C/N yang hampir sama disebabkan mikroorganisme yang terdapat dalam bonggol pisang menguraikan tandan kosong kelapa sawit lebih cepat. Namun rasio C/N yang terendah dimiliki oleh perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi 4 ml pada

pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit dapat menurunkan rasio C/N karena dalam MOL bonggol pisang terdapat berbagai jenis mikroba pengurai sehingga dapat menunjang proses pengomposan yang dapat menguraikan bahan organik menjadi kompos. Jenis mikroorganisme yang telah diidentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus sp.*, *Aeromonas sp.*, *Aspergillus nigger*, *Azospirillum*, *Azotobacter* dan mikroba selulolitik (Ni Komang Budiyan dkk, 2016). Mikroorganisme yang berperan dalam menguraikan selulosa dalam proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit yaitu *Bacillus sp.*, *Aspergillus nigger* dan mikroba selulolitik. Proses penguraian lignoselulosa yang terdapat pada tandan kosong kelapa sawit yaitu mikrobia memproduksi dua sistem enzim ekstraselular, sistem hidrolitik, yang menghasilkan hidrolase dan berfungsi untuk degradasi selulosa dan hemiselulosa ; dan sistem oksidatif, yang bersifat lignolitik berfungsi mendepolimerasi lignin (Simanulangkit dkk, 2006). Sedangkan pada perlakuan kontrol yang memiliki rasio C/N yang tinggi dikarenakan tidak diberi MOL bonggol pisang sehingga aktivitas mikroba dalam menguraikan selulosa dan lignin pada tandan kosong kelapa sawit menjadi lambat.

Pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit menggunakan MOL bonggol pisang dapat menurunkan rasio C/N tandan kosong kelapa sawit. Rasio awal C/N tandan kosong kelapa sawit berkisar antar 50-60 (Roro, 2015). Rasio C/N yang cukup besar menunjukkan bahan sukar terdekomposisi, sedangkan rasio C/N yang terlalu rendah menunjukkan bahan yang mudah terdekomposisi. Pada pengomposan jika rasio C/N kompos yang dimiliki tinggi, maka kurang baik digunakan sebagai pupuk tanaman, sebaliknya jika rasio C/N rendah maka penyerapan unsur dapat digunakan tanaman karena bahan organik telah terurai oleh mikroba menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh tanaman (Sutanto, 2002).

Kandungan Unsur N, P dan K Total

Pada proses pembuatan kompos, kandungan unsur hara makro yang terkandung didalam kompos dapat menentukan kualitas kompos tersebut. Unsur hara makro yaitu N,P dan K (lampiran 5). Analisis unsur N, P dan K yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kandungan unsur N,P dan K Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit

Konsentrasi MOL Bonggol Pisang (ml)	Kadar zat dalam %		
	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Kontrol	2,14c	0,01b	0,14c
2	2,38c	0,01b	0,15c
3	2,56b	0,03b	0,18b
4	2,91a	0,5a	0,21a

Ket : huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa perlakuan yang memiliki nilai N terendah terdapat pada perlakuan kontrol (2,14) dan perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang memiliki N tertinggi (2,91). Untuk masing-masing perlakuan menunjukkan beda nyata untuk kandungan N, kecuali perlakuan dengan konsentrsi 2 ml

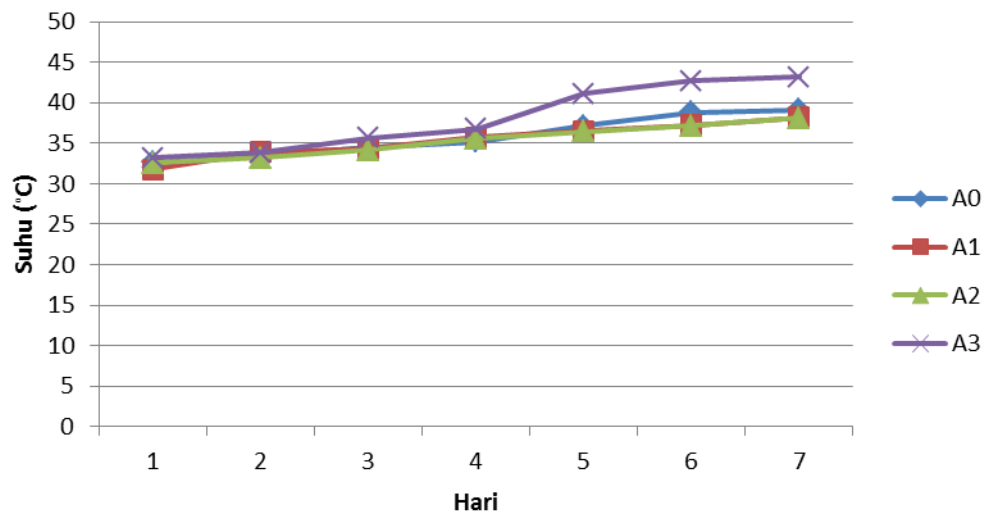
dan kontrol yang menunjukkan tidak berbeda nyata. Perlakuan kontrol hingga perlakuan 4 dengan konsentrasi 4 ml menunjukkan terjadinya kenaikan nilai N pada kompos tandan kosong kelapa sawit. Hal ini disebabkan nitrogen merupakan zat yang dibutuhkan bakteri penghancur untuk tumbuh dan berkembang biak, tingginya unsur N pada konsentrasi 4 ml dikarenakan proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme yang berada didalam bonggol pisang yang banyak mengubah amonia 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 (2011), timbunan bahan kompos yang kandungan nitrogennya terlalu sedikit/rendah tidak menghasilkan panas sehingga pembusukan bahan-bahan menjadi amat terlambat.

Unsur hara Fosfor juga penting bagi tanaman, fosfor diserap dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Dari hasil penelitian didapatkan perlakuan yang memiliki nilai P paling rendah terdapat pada konsentrasi 3 ml (0,01) dan tertinggi pada perlakuan 4 ml (0,5). Hal ini menunjukkan berbeda nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan konsentrasi 4 ml. Namun untuk perlakuan kontrol, perlakuan dengan konsentrasi 2 ml dan 3 ml menunjukkan tidak berbeda nyata. 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 fosfor meningkat.

Selain Nitrogen dan Fosfor, 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^+ . Dari tabel 1 kontrol memiliki nilai K yang rendah (0,14) dan konsentrasi 4 ml memiliki nilai K paling tinggi (0,21). Sama halnya dengan N dan P, kandungan K pada kompos tandan kosong kelapa sawit menunjukkan berbeda nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan konsentrasi MOL 3 ml dan 4 ml, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan kontrol dan konsentrasi MOL 2ml. 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. Nilai unsur hara N, P dan K yang didapat dari hasil penelitian memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik sebesar <5 %.

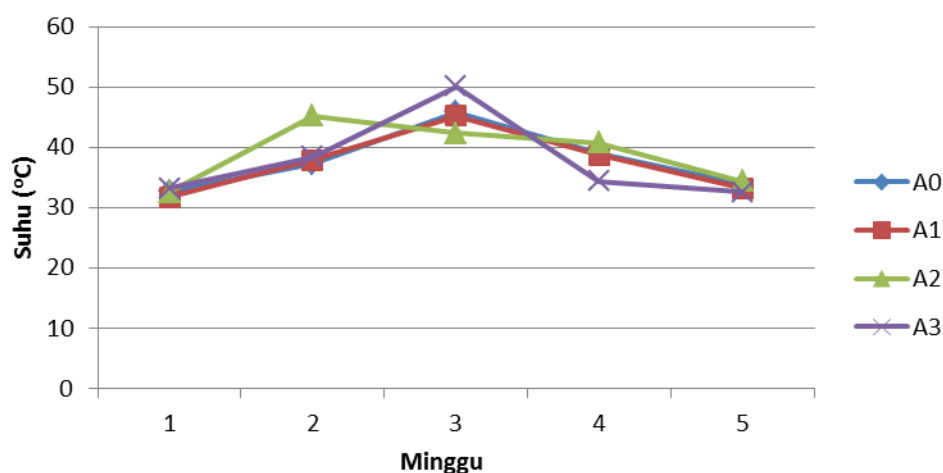
Suhu, Kelembaban dan pH

Rerata suhu yang diukur dari keempat sudut dan bagian tengah timbunan kompos dilakukan dalam seminggu sekali. Namun, di minggu pertama penelitian, peneliti melakukan pengukuran suhu setiap hari dikarenakan perubahan suhu yang fluktuatif. Perubahan suhu timbunan kompos dalam minggu pertama dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata perubahan suhu kompos selama satu minggu

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada hari pertama pengukuran, masing-masing perlakuan hampir memiliki rerata suhu timbunan kompos yang sama yaitu berkisar antara 31,73-33,20 °C. Proses pengomposan yang berlangsung pada tahap ini merupakan fase mesofilik. Tahap ini juga disebut tahap penghangatan dimana mikroorganisme hadir dalam bahan kompos yang masih beradaptasi dengan faktor lingkungan dan mikroorganisme yang dapat hidup yakni pada suhu 10-45 °C memiliki fungsi memperkecil ukuran bahan organik sehingga luas permukaan bahan bertambah dan mempercepat proses pengomposan (Andhika Cahaya dan Dody Adi Nugroho 2009). Peningkatan suhu yang terjadi selama 7 hari ini mengalami perubahan yang signifikan, ini menunjukkan bahwa terjadi aktivitas mikroba yang mulai bekerja secara maksimal dan proses pengomposan mulai berlangsung cukup baik. Semua perlakuan menunjukkan perubahan suhu yang cukup tinggi, namun pada perlakuan dengan konsentrasi 4 ml mikroorganisme lokal bonggol pisang menunjukkan kenaikan yang paling tinggi (43,18°C) dibandingkan perlakuan lainnya. Berbeda dengan perlakuan kontrol dan perlakuan dengan konsentrasi 2 ml yang mana keduanya masih terus mengalami kenaikan namun belum menunjukkan suhu puncaknya. Hal ini terjadi karena mikroorganisme dengan konsentrasi MOL bonggol pisang yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya lebih cepat menguraikan bahan organik dalam proses pengomposan. Rerata suhu timbunan kompos keempat perlakuan untuk lebih lanjutnya dapat dilihat ada gambar 3.

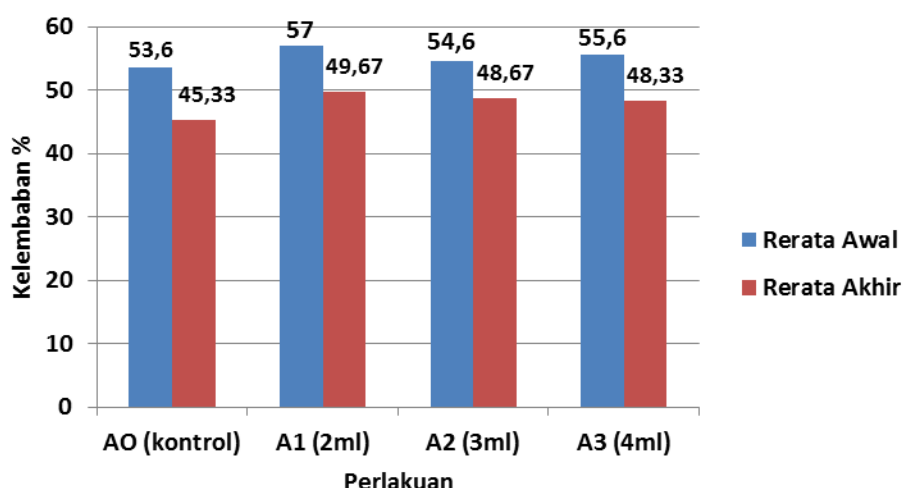


Gambar 3. Rerata perubahan suhu kompos selama 4 minggu

Grafik diatas menunjukkan setelah terjadi fase mesofilik , perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang dan konsentrasi 2 ml mengalami tahap termofilik pada minggu kedua proses pengomposan sebelum akhirnya mengalami penurunan suhu pada minggu keempat hingga suhu timbunan kompos stabil. Fase termofilik adalah fase dengan temperatur 40-60°C dimana mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik (Sutedjo dkk., 1991). Fase termofilik menandakan mikroorganisme mulai aktif dalam menguraikan bahan organik dan terjadinya proses penguraian mikroba yang menghasilkan panas pada kompos. Suhu yang meningkat disebabkan adanya panas hasil metabolisme mikroba. Panas yang dihasilkan oleh mikroba merupakan hasil dari respirasi (Wahyuno dan Sahwa, 2008). Setelah suhu puncak, keempat perlakuan menunjukkan penurunan suhu yang berkisar 32,60-34,33 °C. Hal ini dikarenakan aktivitas yang dilakukan oleh mikroba dalam proses pengomposan mulai menurun. Penurunan jumlah dan aktivitas mikroba menyebabkan suhu tidak meningkat lagi dan relatif stagman (Sri Wahyono dkk, 2011). Pada fase pematangan kompos tingkat lanjut , yaitu pembentukan kompleks liat humus (Isroi, 2008).

Suhu paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang yakni 32,6 °C, namun pada suhu inilah yang mendekati suhu air tanah (30-32 °C). Kriteria tersebut sesuai dengan syarat yang dimiliki oleh SNI (2004). Suhu akhir yang paling tinggi adalah perlakuan kontrol dan perlakuan dengan konsentrasi 3ml MOL bonggol pisang.

Kelembaban juga merupakan salah satu parameter penting yang mendukung kematangan kompos. Kelembaban dari tumpukan kompos diukur pada awal penelitian dan di akhir penelitian. Perbedaan kelembaban di awal penelitian dan di akhir penelitian dapat dilihat pada gambar 4 berikut.

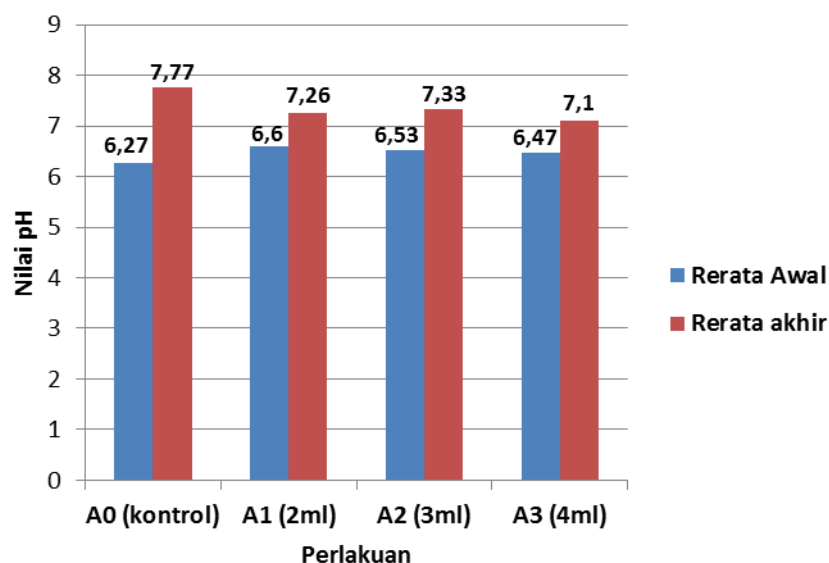


Gambar 4. Rerata Kelembaban Kompos di Awal dan Akhir Penelitian

Gambar diatas menunjukkan rerata presentase kelembaban timbunan kompos tertinggi pada awal penelitian terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 2 ml MOL bonggol pisang (57%) dan kelembaban terendah di awal penelitian terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 53,6%. Rendahnya kelembaban kompos pada perlakuan ini tidak terlalu berbeda jauh dengan perlakuan lainnya. Kisaran kelembaban kompos tersebut masih dikatakan berada pada kondisi optimum kadar air tumpukan limbah padat dalam proses pengomposan sekitar 40-60% (Sri Wahyono., 2011).

Kelembaban kompos di akhir penelitian yang paling tinggi masih tetap pada perlakuan dengan konsentrasi 2 ml (49,67%) dan kelembaban yang terendah dimiliki oleh perlakuan kontrol. Kelembaban yang dimiliki oleh semua perlakuan menunjukkan berbeda signifikan yaitu antara 45,33-49,67%. Kelembaban yang dimiliki oleh semua perlakuan mendekati kelembaban kompos yang baik menurut SNI 19-7030-2004 sebesar 50%. Kelembaban berbanding terbalik dengan suhu artinya semakin tinggi suhu, maka akan semakin rendah kelembabannya atau begitu sebaliknya. Penurunan kadar air karena adanya proses hidrolisis selama pengomposan yaitu terjadi peruraian karbohidrat menjadi komponen gula yang lebih sederhana dan selanjutnya CO_2 , uap air dan energi (Sutanto, 2002). Menurut Mukti (2008) bahwa penurunan kelembaban juga disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme yang mengurai senyawa organik dalam bahan kompos.

pH merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk melihat tingkat kematangan kompos sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (lampiran 8). Pada gambar 4 di bawah ini merupakan data perubahan pH kompos pada awal penelitian dan akhir penelitian selama 4 minggu.



Gambar 5. Rerata pH Kompos di Awal dan Akhir Penelitian

Hasil pengukuran pH semua perlakuan menunjukkan perubahan ke arah kestabilan pH dari awal hingga akhir penelitian. Standar kualitas kompos dari parameter pH menurut SNI yaitu minimum 6,80 dan maksimum 7,49.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH untuk semua perlakuan mengalami peningkatan di akhir penelitian. Peningkatan nilai pH kompos disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam kandungan MOL bonggol pisang yang memberikan masukan ion OH^- dari hasil proses dekomposisi bahan kompos tadi. Hasil proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan ion OH^- sehingga menunjang peningkatan kebasaaan yang selanjutnya meningkatkan nilai pH kompos tersebut (Buckman dan Brady, 1982).

Hasil pengukuran pH kompos di awal penelitian menunjukkan nilai terendah pada perlakuan kontrol (6,27) sedangkan pH tertinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 2 ml MOL bonggol pisang (6,6). Pada akhir penelitian nilai pH yang terendah (7,1) ditunjukkan oleh perlakuan dengan konsentrasi 4 ml MOL bonggol pisang, dimana nilai ini berada dikisarn pH standar SNI kompos dan hampir sama dengan pH tanah. pH kompos yang mendekati pH tanah akan optimum dalam penyediaan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman sedangkan pada pH 7 ke atas akan terjadi reduksi bahan kompos menjadi gas amoniak yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Hanafiah (2005) menyatakan bahwa umumnya mikroba penghancur berperan dalam proses penguraian bahan organik dan umumnya mikrobia tersebut dapat berkembang dan aktif pada pH netral-alkalis (6,5-8,5), sedangkan proses mineralisasi dan nitrifikasi optimum pada pH sekitar 7,0.

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Kelas X Biologi SMA

Penelitian ini menggunakan model Pengembangan ADDIE yang terdiri atas 4 tahapan, yaitu *Analyze*, *Design*, *Developmen* dan *Implementation*. Namun penelitian ini dibatasi sampai tahap *development*.

Hasil validasi pengembangan LKPD berbasis pendekatan *PjBL* untuk penanganan limbah/ daur ulang limbah pertanian diperoleh dari 5 (lima) orang validator,

yang terdiri atas 2 dosen Pendidikan Biologi dan 3 orang guru IPA SMA. Pengembangan LKPD ini meliputi tiga aspek yaitu aspek isi, aspek pedagogik dan aspek perancangan. Hasil validasi LKPD pada aspek perancangan terdiri atas 6 item penilaian, dimana pada aspek isi ini validator melakukan penilaian terhadap tampilan dan keterbacaan LKPD.

Tabel 2. Hasil validasi LKPD Pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit untuk aspek perancangan

No	Aspek perancangan	Validator					Rata-rata	Ktg
		1	2	3	4	5		
1	Komponen LKPD sesuai dengan format LKPD	4	3	3	3	4	3.4	V
2	Bahasa pada LKPD mudah dipahami	4	2	3	3	3	3.0	V
3	Alat dan bahan pada LKPD sesuai topik kegiatan	4	3	3	3	3	3.2	V
4	Petunjuk kerja pada LKPD jelas, mudah dipahami dan sesuai topik kegiatan	4	2	3	3	4	3.2	V
5	Gambar pada LKPD jelas dan mendukung kegiatan	3	3	3	3	3	3	V
6	Tujuan pembelajaran pada LKPD telah sesuai dengan kegiatan yang akan dilakukan	4	3	3	3	4	3.4	V
Rata-rata Skor		3.8	2.6	3.0	3.0	3.5	3.18	
Kategori		V	KV	V	V	V	V	

Keterangan: SV= sangat valid, V= valid, KV= kurang valid, TV=tidak valid

Hasil analisis Tabel 2 dapat diketahui skor rata-rata LKPD untuk aspek perancangan adalah 3.18 dengan kategori valid. Skor item tertinggi untuk aspek perancangan pada LKPD adalah item 1 dan 6 dengan skor 3.40 yaitu komponen LKPD sesuai dengan format LKPD dan tujuan pembelajaran pada LKPD telah sesuai dengan kegiatan yang akan dilakukan.

Hasil validasi selanjutnya mengenai aspek pedagogik. Berikut ini merupakan tabel hasil validasi LKPD pada aspek pedagogik yang terdiri atas 5 item penilaian, dimana pada aspek pedagogik ini validator memberikan penilaian mengenai pendekatan *Project Based Learning (PjBL)* yang diterapkan pada LKPD.

Tabel 3. Hasil validasi LKPD Pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit untuk aspek pedagogik

No	Aspek Pedagogik	Validator					Rata-rata	Ktg
		1	2	3	4	5		
7	Materi pada LKPD relevan dengan KI dan KD 3.10	4	3	3	3	3	3.2	V
8	Materi pada LKPD sesuai dengan indikator pembelajaran	4	3	3	3	3	3.2	V
9	Kalimat pertanyaan pada LKPD jelas, sederhana dan mudah dipahami	4	2	3	3	3	3.0	V
10	Teori singkat pada LKPD mudah dipahami	3	3	3	3	3	3.0	V
11	Sesuai dengan tahapan model <i>PjBL</i>							
	1. Pertanyaan mendasar							
	2. Perencanaan proyek/persiapan	4	3	3	4	4	3.6	SV
	3. Monitoring							
	4. Menguji hasil							
	5. Evaluasi pengalaman							
Rata-rata skor		3.8	2.8	3.0	3.2	3.2	3.22	
Kategori		SV	KV	V	V	V	V	

Keterangan: SV= sangat valid, V= valid, KV=kurang valid, TV= tidak valid

Hasil analisis Tabel 3 dapat diketahui skor rata-rata LKPD 1 untuk aspek pedagogik adalah 3.22 dengan kategori valid. Skor item tertinggi untuk aspek pedagogik pada LKPD adalah item no 11 dengan skor 3.6 yaitu kegiatan yang dilakukan sudah sesuai dengan pendekatan *Project based Learning (PjBL)*. Hal ini tergambar dari kegiatan yang terdapat pada LKPD sesuai dengan tahapan sintaks *Project based Learning (PjBL)*.

Aspek yang akan divalidasi selanjutnya adalah aspek isi. Berikut ini merupakan tabel hasil validasi LKPD pada aspek isi yang terdiri dari 4 item penilaian, dimana pada aspek isi ini validator memberikan penilaian terhadap kesesuaian LKPD dengan KI dan KD yang telah ditetapkan pemerintah.

Tabel 4. Hasil validasi LKPD Pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit untuk aspek isi

No	Aspek Isi	Validator					Rata-rata	Ktg
		1	2	3	4	5		
12	Sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi	4	3	3	3	4	3.4	V
13	LKPD disertai latihan berupa pertanyaan	4	2	3	3	3	3.0	V
14	Kegiatan dan pertanyaan pada LKPD sesuai dengan tingkat kemampuan siswa	4	3	3	3	3	3.2	V
15	Pertanyaan sesuai dengan model sintaks pembelajaran <i>PjBL</i>	4	3	3	3	3	3.2	V
Rata-rata		4.0	2.75	3.0	3.0	3.25	3.2	
Ktg		SV	KV	V	V	V	V	

Keterangan: SV: sangat valid, V: valid, KV: kurang valid, TV: tidak valid

Hasil analisis Tabel 4 dapat diketahui skor rata-rata untuk LKPD aspek isi adalah 3.20 dengan kategori valid. Skor item tertinggi untuk aspek isi pada LKPD yakni item 12 dengan skor 3.4. Hal ini menggambarkan bahwa secara umum aspek isi pada LKPD . Hal ini tergambar dari materi yang disajikan pada LKPD tidak keluar dari KI dan KD yang telah ditetapkan pemerintah dan tujuan pembelajaran tetap mengacu pada KI KD.

Secara umum penilaian yang diberikan oleh 5 validator terhadap seluruh aspek baik aspek perancangan, aspek pedagogik dan aspek isi. Perolehan skor rata-rata 3,2 menyatakan bahwa LKPD ini valid, sehingga LKPD ini dapat digunakan oleh siswa SMA dalam pembelajaran Biologi pada materi Penanganan Limbah/Daur Ulang Limbah. Berdasarkan saran-saran yang telah diberikan validator, maka peneliti melakukan revisi terhadap LKPD ini guna penyempurnaan LKPD yang telah dirancang. Adapun LKPD yang dicantumkan dalam penelitian ini adalah hasil revisi berdasarkan saran dari kelima validator. Oleh karena itu, LKPD yang telah dikembangkan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran di SMA.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Aplikasi Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang berpengaruh dalam pembuatan kompos tandan kosong kelapa sawit yang sesuai standar SNI 19-7030-2004, perlakuan dengan konsentrasi 4 ml Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol pisang merupakan konsentrasi yang terbaik dalam menghasilkan kompos tandan kosong kelapa sawit dan hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKPD kelas X Biologi SMA dengan kategori valid sehingga dapat dipergunakan dalam pembuatan produk daur ulang limbah yaitu pembuatan kompos yang berasal dari limbah pertanian. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan perlu dilakukan aplikasi ke tanaman untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan tanaman setelah pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckman, H. O. and N. C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. PT Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Garfindo Persada. Jakarta.
- Indriani, Y. H. 2011. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Yogyakarta. Persada. Jakarta.
- Isroi. 2008. Kompos. Makalah Disampaikan pada Acara *Study Research* Siswa SMU Negeri 81 Jakarta. 1-2 Februari 2008. BPBPI. Bogor.
- Mukti, W. A. 2008. Produksi Kompos Pelepah Pisang (*Musa paradisiaca* Linn) dengan Variasi Kadar *Effective Microorganism* dan Kotoran Sapi. *Skripsi S1*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta
- Ni Komang Budiyan, Ni Nengah Soniari, dan Ni Wayan Sri Sutari. 2016. Analisis Kualitas Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 5 (1)
- R. D. M. Simanungkalit, Didi Artdi Suriadkarta, Rasti Saraswati, Diah Setyorini dan Wiwik Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya lahan Pertanian. Bogor
- Roro Kesumaningwati. 2015. Penggunaan Mol Bonggol Pisang (*Musa Paradisiaca*) Sebagai Dekomposer Untuk Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Ziraa'ah*. 40 (1)
- Sri Wahyono, Firman L. Sahwan dan Feddy Suryanto. 2011. *Membuat Pupuk Organik Granul dari Aneka Limbah*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sutedjo, M. M., A. G. Kartasapoetra and R. D. S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.