

**FORMULA BIOREMEDIATOR BAKTERI INDIGEN LIMBAH CAIR NANAS
DALAM MENDEGRADASI SEDIMEN TAMBAK UDANG UNTUK
PENYUSUNAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK
BERBASIS *BIOENTREPRENEURSHIP***

TESIS



**OLEH
BENY SAPUTRA
NPM. 19230008**

**PENDIDIKAN BIOLOGI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2021**



**FORMULA BIOREMEDIATOR BAKTERI INDIGEN LIMBAH CAIR NANAS
DALAM MENDEGRADASI SEDIMEN TAMBAK UDANG UNTUK
PENYUSUNAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK
BERBASIS *BIOENTREPRENEURSHIP***

TESIS

**Diajukan
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
dalam Menyelesaikan Program Pascasarjana**

**BENY SAPUTRA
NPM. 19230008**

**PENDIDIKAN BIOLOGI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2021**

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 kontrol dan 5 perlakuan. Formula bioremediator dibuat berdasarkan karakteristik bakteri, kemampuan enzim bakteri mendegradasi bahan organik dalam pemenuhan unsur hara makro N, P, dan K, meliputi P1 (3 isolat bakteri), P2 (6 isolat bakteri), P3 (9 isolat bakteri), P4 (12 isolat bakteri), dan P5 (15 isolat bakteri), masing-masing 5 ulangan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kualitas pupuk organik dengan parameter kadar N, P, K, C-Organik, rasio C/N, pH, dan kadar air sedimen tambak udang sebagai parameter utama pupuk organik. Sebanyak 30 sampel masing-masing 50 gram setelah 30 hari difermentasi dianalisis di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Muhammadiyah Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula bioremediator bakteri indigen LCN memberi pengaruh terhadap degradasi sedimen tambak udang. Formula terbaik pada kadar N adalah P4 (3,44%), kadar P adalah P3 (2,38%), kadar K adalah P5 (2,70%), C-organik adalah P5 (32,34%), rasio C/N adalah P5 (9,47), pH adalah P5 (6,20, sedangkan formula bakteri LCN tidak berpengaruh terhadap kadar air. Berdasarkan validasi para ahli menunjukkan, ahli media 83%, ahli desain media 92%, dan ahli kebahasaan 88,3%. Hasil validasi dikategorikan layak, dan LKPD dapat digunakan untuk pembelajaran

Kata kunci: kualitas pupuk organik, bakteri indigen LCN, sedimen tambak udang

ABSTRACT

This research uses experimental methods to study a Completely Randomized Design (CRD) 1 control and 5 treatment. Bioremediator formula made based on the characteristics of the bacteria, the ability of the enzymes of the bacteria degrade the organic materials in the fulfillment of the macro-nutrients N, P, and K, covering the P1 (3 bacterial isolates), P2 (6 bacterial isolates), P3 (9 bacterial isolates), P4 (12 bacterial isolates), and P5 (15 bacterial isolates), each of the 5 replicates. The purpose of this study is to determine the effect of indigenous bacteria bioremediator formula on the quality of the organic fertilizer with the parameters of the levels of N, P, K, C-Organic, C/N ratio, pH, and water content of the sediment farmed shrimp as the main parameters of organic fertilizer. As many as 30 samples each 50 grams after 30 days fermented analyzed in the Laboratory of Analytical Chemistry, University of Muhammadiyah Malang. The results showed that the indigenous bacterial bioremediator formula had an effect on the degradation of shrimp pond sediments. The best formula on the N content is P4 (3,44%), the levels of P is P3 (2,38%), the levels of K is P5 (2,70%), C-organic is P5 (32,34%), C/N ratio is P5 (9,47), pH is P5 (6,20, while the formula of bacteria LCN no effect on water content. Based on the validation experts shows, media experts to 83%, the expert design media 92%, and the expert language of 88.3%. The results of the validation are categorized worth, and LKPD can be used for learning.

Keywords: organic fertilizer quality, LCN indigen bacteria, shrimp pond sediment

RINGKASAN

Saputra, Beny. 2021, *Formula Bioremediator Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas dalam Mendegradasi Sedimen Tambak Udang untuk Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Bioentrepreneurship*. Tesis. Program Pascasarjana Pendidikan Biologi. Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (1) Dr. Agus Sujarwanta, M.Pd., (2) Dr. Handoko Santoso, M.Pd.

Kata kunci: kualitas pupuk organik, bakteri indigen LCN, sedimen tambak udang

Salah satu permasalahan pada budidaya udang tambak adalah pengelolaan limbah padat (*biosolid*) sedimen tambak udang yang berasal dari kotoran udang, sisa pakan, udang yang mati dapat menurunkan kualitas air dan bersifat toksik belum sepenuhnya berjalan baik. Sumbangan protein dari pakan yang tidak dikonsumsi dan terbuang berubah menjadi amonia. Kandungan senyawa organik yang belum diambil manfaatnya dan dibuang di sekitar kolam tersebut berpotensi untuk dibuat pupuk organik yang kaya unsur hara makro dan mikro.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kualitas pupuk organik dengan mengukur parameter kadar N, P, K, C-Organik, rasio C/N, pH, dan kadar air sedimen tambak udang. Parameter tersebut menjadi acuan dan syarat teknis minimal pupuk organik padat sesuai dengan PERMENTAN Nomor 261 Tahun 2019 yakni unsur hara makro N, P, dan K menjadi syarat mutlak pupuk organik yang dibutuhkan tanaman, C-organik atau hidrat arang menjadi faktor penting dinamakan pupuk organik, rasio C/N dan pH menjadi indikator tingkat kematangan pupuk organik dan mempengaruhi proses dekomposisi, sedangkan kadar air dibutuhkan pada proses degradasi oleh bakteri dan menjadi syarat pupuk organik padat dengan persentase 10%-15%.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari kontrol dan 5 perlakuan meliputi P1 (3 isolat bakteri), P2 (6 isolat bakteri), P3 (9 isolat bakteri), P4 (12 isolat bakteri), P5 (15 isolat bakteri) masing-masing 5 ulangan. Penelitian dilakukan melalui 5 tahapan, (1) tahap persiapan alat dan bahan, (2) tahap pembuatan nutrisi agar dan nutrisi cair, (3) tahap inokulasi dan pembuatan starter formula bakteri indigen LCN, (4) tahap pengomposan, dan (5) tahap analisis laboratorium. Penelitian dilakukan di 3 tempat yakni Lab. IPA Terpadu UM Metro, Rumah Pupuk Purnakal PPs UM Metro, dan Lab. Kimia Analitik UM Malang. Sebanyak 30 sampel masing-masing 50 gram setelah 30 hari fermentasi dianalisis di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Muhammadiyah Malang untuk diketahui kualitas pupuk organik pada parameter kadar N, P, K, C-Organik, rasio C/N, pH, dan kadar air pupuk organik sedimen tambak udang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula bioremediator bakteri indigen LCN memberi pengaruh terhadap degradasi sedimen tambak udang. Formula terbaik kadar N adalah P4 (3,44%), kadar P adalah P3 (2,38%), kadar K adalah P5 (2,70%), C-organik adalah P5 (32,34%), rasio C/N adalah P5 (9,47), pH adalah P5 (6,20, sedangkan formula bakteri LCN tidak berpengaruh terhadap kadar air. Berdasarkan validasi para ahli menunjukkan, ahli materi 90,7%, ahli desain media 92%, dan ahli kebahasaan 88,3%. Hasil validasi dikategorikan layak, dan LKPD dapat digunakan untuk pembelajaran.

PERSETUJUAN

Tesis oleh **Beny Saputra** ini,
Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Metro, 2 Juni 2021

Pembimbing I



Dr. Agus Sujarwanta, M.Pd.
NIP. 19631005 198803 1 005

Pembimbing II



Dr. Handoko Santoso, M.Pd.
NIP. 19601223 198703 1 004

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Biologi



Dr. Hening Widowati, M.Si.
NIP. 19630524 199203 2 001

PENGESAHAN

Tesis oleh **Beny Saputra** ini,
Telah dipertahankan di depan tim penguji.
Pada tanggal 25 Juni 2021

Tim Penguji,



_____, Penguji I

Dr. Agus Sujarwanta, M.Pd.



_____, Penguji II

Dr. Handoko Santoso, M.Pd.

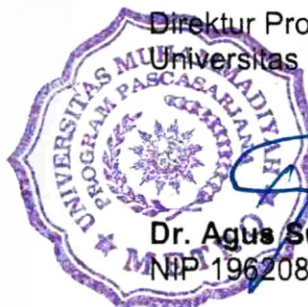


_____, Penguji Utama

Dr. Hening Widowati, M.Si.

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Muhammadiyah Metro



Dr. Agus Sutanto, M.Si.
NIP 19620827 198803 1 001

MOTTO

وَآيَةٌ لَهُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا
حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ

“Dan suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah bumi yang mati (tandus). Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan darinya biji-bijian, maka dari (biji-bijian) itu mereka makan”
(Q.S. Yaasin: 33)

بَادِرُوا بِالْأَعْمَالِ فِتْنًا كَقِطْعِ اللَّيْلِ الْمُظْلِمِ يُصْبِحُ الرَّجُلُ مُؤْمِنًا
وَيُمْسِي كَافِرًا أَوْ يُمْسِي مُؤْمِنًا وَيُصْبِحُ كَافِرًا يَبِيعُ دِينَهُ بِعَرَضٍ
مِنَ الدُّنْيَا

“Bersegeralah melakukan amalan sholih sebelum datang fitnah (musibah) seperti potongan malam yang gelap. Yaitu seseorang pada waktu pagi dalam keadaan beriman dan di sore hari dalam keadaan kafir. Ada pula yang sore hari dalam keadaan beriman dan di pagi hari dalam keadaan kafir. Ia menjual agamanya karena sedikit dari keuntungan dunia”
(HR. Muslim no. 118).

“Pertanyakanlah apa-apa yang kita pikir kita tahu, dan
Perlakukanlah pikiranmu seperti yang orang lain pikirkan
terhadap pikiranmu”

Beny Saputra

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, syukur kepada Alloh Subhanahu Wata'ala atas Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini tepat waktu. Bersama ini penulis persembahkan Tesis ini kepada:

1. Orang tua tercinta yang telah mendidik, merawat, menyayangi, dan memberi dukungan serta selalu memberi doa untuk kesuksesan anak-anaknya.
2. Istri dan anak-anak tercinta yang memberi semangat dan dukungan sepanjang masa.
3. Bapak Pembimbing dan Ibu Penguji serta seluruh Dosen Magister Pendidikan Biologi yang telah ikhlas dan berkenan memberikan bimbingan, mencurahkan ilmu, dan pikirannya yang bermanfaat untuk kami.
4. Kawan-kawan satu angkatan Magister Pendidikan Biologi Tahun 2019.
5. Almamater Universitas Muhammadiyah Metro.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji Syukur penulis ucapkan ke Hadirat Allah ﷻ yang memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “FORMULA BIOREMEDIATOR BAKTERI INDIGEN LIMBAH CAIR NANAS DALAM MENDEGRADASI SEDIMEN TAMBAK UDANG UNTUK PENYUSUNAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK BERBASIS *BIOENTREPRENEURSHIP*” dengan tepat waktu.

Penulis dalam menyusun Tesis ini menyadari terdapat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki sehingga Tesis ini masih banyak terdapat kekurangan. terselesaikannya Tesis ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta petunjuk dari banyak pihak. Untuk itu penulis berterima kasih kepada:

1. Drs. H. Jazim Ahmad, M.Pd., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Metro
2. Dr. Agus Sutanto, M.Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Metro, Dosen Pembimbing (Penelitian Payung Purnakal), dan Validator Materi LKPD Berbasis *Bioentrepreneurship* yang telah banyak berjasa membantu dan mengarahkan penulis.
3. Dr. Hening Widowati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro dan Dosen Penguji Utama.
4. Dr. Agus Sujarwanta, M.Pd., selaku Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama ini hingga Tesis ini tersusun dengan baik.
5. Dr. Handoko Santoso, M.Pd., selaku Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan masukan hingga penulisan Tesis ini tersusun dengan baik.
6. Dr. Muhfahroyin, M.T.A., selaku Validator Ahli Desain Media, yang telah membimbing dalam pembuatan media yang baik.
7. Dr. Sudirman A, M.Hum., selaku Validator Ahli Kebahasaan, yang telah membimbing penggunaan Bahasa yang baik dan benar sesuai PUEBI.
8. Bapak/ibu dosen program Pascasarjana Pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu serta memberikan motivasi dalam penyelesaian Tesis ini.
9. Dr. M. Ihsan Dacholfany, M.Ed., yang telah memberi fasilitas dan motivasi.
10. Laboratorium IPA Terpadu UM Metro, Rumah Pupuk Purnakal, sebagai tempat penelitian.
11. Bapak Sulimin, Ibu Suratmi, dan Mbak Asih, selaku pemilik tambak, yang telah memberi dukungan berupa bahan organik sedimen tambak udang.
12. Kak Lulu Desia MR, UIN Sunan Gunung Jati, Bandung, yang telah membantu dan memberi masukan tentang LKPD Berbasis *Bioentrepreneurship*.
13. Kak Nindi IW, yang telah membantu dan mendukung fasilitas ujian Tesis.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan Tesis ini

Atas segala kekurangan penulis meminta kritik dan saran yang bersifat membangun, sehingga nantinya dalam penyusunan karya tulis lainnya akan jauh lebih baik lagi.

Penulis

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Beny Saputra
NPM : 19230008
Prodi : Magister Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul:

"Formula Bioremediator Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas dalam Mendegradasi Sedimen Tambak Udang untuk Penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis *Bioentrepreneurship*" adalah karya orisinal penulis dan tidak mengandung unsur plagiat. Apabila dikemudian hari terdapat unsur plagiat dalam Tesis tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditentukan dan mempertanggungjawabkan secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Metro, 14 Juni 2021

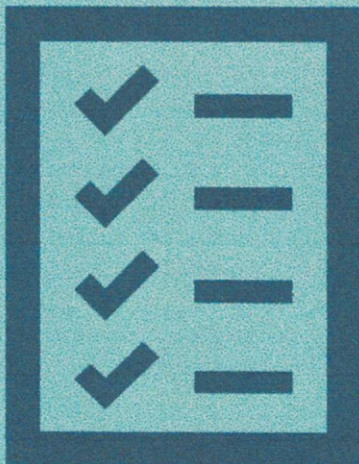


: pernyataan

Beny Saputra
NPM 19230008



UNIT PUBLIKASI ILMIAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
METRO



SURAT KETERANGAN **UJI KESAMAAN (*SIMILARITY CHECK*)**

Nomor: 2134/II.3.AU/F/UPI-UK/2021

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : BENY SAPUTRA
NPM : 19230008
Jenis Dokumen : TESIS

Judul :

FORMULA BIOREMEDIATOR BAKTERI INDIGEN LIMBAH CAIR NANAS DALAM MENDEGRADASI SEDIMEN TAMBAK UDANG UNTUK PENYUSUNAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK BERBASIS BIOENTREPRENEURSHIP

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamaan (*Similarity Check*) dengan menggunakan aplikasi *Turnitin*. Dokumen yang telah diperiksa dinyatakan telah memenuhi syarat bebas uji kesamaan (*similarity check*) dengan persentase kesamaan $\leq 20\%$. Hasil pemeriksaan uji kesamaan terlampir.

Demikian kami sampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Metro, 29 Juni 2021
Kepala Unit,

Swaditya Rizki, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0224018703

Alamat:

Jl. Ki Hajar Dewantara No.116
Iringmulyo, Kec. Metro Timur Kota
Metro, Lampung, Indonesia

Website: www.upi.ummetro.ac.id
E-mail: upi@ummetro.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR LOGO	ii
HALAMAN JUDUL	iii
ABSTRAK	iv
RINGKASAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	xi
SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (<i>SIMILARITY CHECK</i>)	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Kegunaan Penelitian	7
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
 BAB II KAJIAN LITERATUR	 9
A. Degradasi Sedimen Tambak Udang	9
1. Definisi dan Kriteria Pupuk Organik	9
2. Kandungan Unsur Hara dalam Pupuk Organik	12
3. Syarat Minimal Pupuk Organik Padat	19
4. Faktor yang Mempengaruhi Terbentuknya Pupuk Organik	20
B. Formula Bioremediasi Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas (LCN)	23
1. Bahan Baku Didegradasi Formula LCN	23
a. Sedimen Tambak Udang	23
b. Limbah Daun	27
c. Arang Sekam	30
2. Bioremediasi	32
3. Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas (LCN)	37
C. Penelitian Relevan	41
D. Sumber Belajar Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	43
E. Kerangka Pemikiran	52
F. Hipotesis Penelitian	55
 BAB III METODE PENELITIAN	 56
A. Desain Penelitian	56
B. Tahapan Penelitian	58
1. Populasi	58
2. Teknik Sampling	58
C. Definisi Operasional Variabel	59

D. Instrumen Penelitian	60
E. Metode Pengumpulan Data	68
F. Teknik Analisis Data	70
G. Analisis Validasi Sumber Belajar	81
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	86
A. Gambaran Umum	86
B. Hasil Penelitian	87
1. Deskripsi Data	87
2. Deskripsi Data Pendukung Hasil Pengamatan	93
3. Analisis Data	96
C. Pembahasan	129
D. Pemanfaatan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar	140
BAB V PENUTUP	148
A. Simpulan	148
B. Saran	149
DAFTAR LITERATUR	151
LAMPIRAN	160-278

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat	19
2. Klasifikasi Sedimen Dasar Berdasarkan Ukuran Diameter Butiran	24
3. Kandungan Unsur Hara pada Sampah dan Pupuk NPK	29
4. Standar Pembuatan Pupuk Kompos	30
5. Hasil Isolasi Bakteri Limbah Nanas	36
6. Kandungan Unsur Hara LCN	37
7. Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas	38
8. Konsorsia Bakteri Indigen LCN	40
9. Indikator Kelayakan Peyusunan LKPD	45
10. Aktivitas Peserta Didik dalam LKPD <i>Bioentrepreneurship</i>	51
11. Rancangan Percobaan	57
12. Pengamatan Unsur Nitrogen (N) (%)	68
13. Pengamatan Unsur Fosfor (P) (%)	68
14. Pengamatan Unsur Kalium (K) (%)	69
15. Pengamatan Rasio C/N (%)	69
16. Pengamatan Unsur C-Organik (%)	69
17. Pengamatan Kadar Air (%)	70
18. Pengamatan pH (%)	70
19. Kalkulasi Perhitungan Anava Satu Arah (<i>One way Anava</i>)	81
20. Indikator yang Diamati dalam Validasi	82
21. Kriteria Kelayakan Secara Deskriptif	84
22. Format Alternatif Angket	84
23. Range Persentase dan Kriteria Kelayakan Panduan Praktikum	85
24. Hasil Uji Normalitas Kadar Nitrogen (N) Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	97
25. Hasil Uji Normalitas Kadar Fosfor (P) Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	97
26. Hasil Uji Normalitas Kadar Kalium (K) Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	98
27. Hasil Uji Normalitas Kadar C-Organik Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	99
28. Hasil Uji Normalitas Rasio C/N Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	100
29. Hasil Uji Normalitas pH Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	100
30. Hasil Uji Normalitas Kadar Air Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	101

31. Hasil Uji Homogenitas Kadar Nitrogen Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	102
32. Hasil Uji Homogenitas Kadar Fosfor Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	102
33. Hasil Uji Homogenitas Kadar Kalium Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	103
34. Hasil Uji Homogenitas Kadar C-Organik Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	104
35. Hasil Uji Homogenitas Rasio C/N Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	104
36. Hasil Uji Homogenitas pH Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	105
37. Hasil Uji Homogenitas Kadar Air Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	105
38. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Kadar Nitrogen Sedimen Tambak Udang ...	106
39. Uji Multiple Comparison Kadar Nitrogen	107
40. Uji Lanjut Tukey HSD Kadar Nitrogen	108
41. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Kadar Fosfor Sedimen Tambak Udang ...	109
42. Uji Multiple Comparison Kadar Fosfor	110
43. Uji Lanjut Tukey HSD Kadar Fosfor	111
44. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Kadar Kalium Sedimen Tambak Udang ...	112
45. Uji Multiple Comparison Kadar Kalium	113
46. Uji Lanjut Tukey HSD Kadar Kalium	114
47. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Kadar C-Organik Sedimen Tambak Udang ...	115
48. Uji Multiple Comparison Kadar C-Organik	116
49. Uji Lanjut Tukey HSD Kadar C-Organik	117
50. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Rasio C/N Sedimen Tambak Udang ...	118
51. Uji Multiple Comparison Rasio C/N	119
52. Uji Lanjut Tukey HSD Rasio C/N	121
53. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada pH Sedimen Tambak Udang ...	122
54. Uji Multiple Comparison pH	122
55. Uji Lanjut Tukey HSD pH	124
56. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Formula Bioremediator Bakteri Indigen LCN pada Kadar Air Sedimen Tambak Udang ...	125
57. Hasil Validasi Ahli Materi	126

58. Hasil Validasi Ahli Desain Media	127
59. Hasil Validasi Ahli Kebahasaan	128
60. Pengembangan Aspek Pengetahuan, Sikap, dan Keterampilan	141
Berdasarkan Pendekatan Saintifik	
61. Pendekatan <i>Bioentrepreneurship</i> dalam Pembelajaran	143
62. Pengembangan Aspek Pengetahuan, Sikap, dan Keterampilan	144
LKPD Berbasis <i>Bioentrepreneurship</i>	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perubahan Suhu dan Jumlah Mikoba dalam Proses Pengomposan	11
2. Perangkap Sedimen (<i>Sediment Trap</i>) dan Sedimen yang Terkoleksi Limbah Daun	26
3. Limbah Daun	27
4. Mekanisme Hidrolisis Selulosa	28
5. Arang Sekam	31
6. Isolat LCN dan Jumlah Kemampuan Bakteri	39
7. Bagan Kerangka Pemikiran	54
8. Denah Rancangan Acak Lengkap Percobaan	56
9. Skema Pengambilan Sampel	58
10. Tahapan Penyiapan Sampel, Penimbangan, dan Pengambilan Sampel.	59
11. Pembuatan Nutrien Agar	63
12. Pembuatan Nutrien Cair	64
13. Inokulasi Bakteri Indigen LCN pada Nutrien Cair	65
14. Pembuatan Formula Konsorsia (Starter) 10 liter	66
15. Proses Penimbangan Bahan, Pencampuran, dan Penyemprotan	67
Formula	
16. Grafik Rata-rata Kadar Nitrogen (N) pada Pupuk Organik Sedimen	88
Tambak Udang	
17. Grafik Rata-rata Kadar Fosfor (P) pada Pupuk Organik Sedimen	89
Tambak Udang	
18. Grafik Rata-rata Kadar Kalium (K) pada Pupuk Organik Sedimen	89
Tambak Udang	
19. Grafik Rata-rata Kadar C-Organik pada Pupuk Organik Sedimen	90
Tambak Udang	
20. Grafik Rata-rata Rasio C/N pada Pupuk Organik Sedimen	91
Tambak Udang	
21. Grafik Rata-rata pH pada Pupuk Organik Sedimen Tambak Udang	92
22. Grafik Rata-rata Kadar Air pada Pupuk Organik Sedimen	93
Tambak Udang	
23. Grafik Rata-rata pH Hasil Pengamatan Hari ke-1, 14, dan 28	94
24. Grafik Rata-rata Kelembaban Hasil Pengamatan Hari ke-1, 14, dan 28..	95
25. Grafik Rata-rata Suhu Hasil Pengamatan Hari ke-1, 14, dan 28	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. SK Bimbingan Tesis	160
2. Kartu Bimbingan	161
3. Surat Pernyataan Selesai Revisi	166
4. SK Penelitian	167
5. <i>Logbook</i> Penelitian	168
6. Data Penelitian Universitas Muhamadiyah Malang	175
7. Tabel Data Penelitian	180
8. Data Pendukung Penelitian	184
9. Hasil Uji SPSS 16	189
10. Validasi Ahli Aspek Materi	217
11. Validasi Ahli Aspek Desain Media	220
12. Validasi Ahli Aspek Bahasa	223
13. Surat Pernyataan Validator	226
14. LKPD Berbasis <i>Bioentrepreneurship</i>	239
15. Surat Izin Penelitian	270
16. Surat Balasan Izin Penelitian	271
17. Dokumentasi Penelitian	272
18. Transkrip Nilai	276
19. SK Ujian Tesis	277
20. Riwayat Hidup	278