

**UJI KANDUNGAN ZAT ORGANIK PADA LIMBAH TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT SEBAGAI REFERENSI TAMBAHAN MATA KULIAH
EKOLOGI DAN PROBLEMATIKA LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

RAKIBAH

NIM. 160207110

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M/1442 H**

**Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong
Kelapa Sawit Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi Dan
Problemтика Lingkungan**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh:

Rakibah
NIM. 160207110

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Nulia Zahara, S. Pd.I., M. Pd.
NIDN. 2021098803

Pembimbing II,

Cut Ratna Dewi, S.Pd.I., M.Pd.
NIDN. 198809072019032013

**UJI KANDUNGAN ZAT ORGANIK PADA LIMBAH TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI REFERENSI
MATA KULIAH EKOLOGI DAN PROBLEMATIKA
LINGKUNGAN**

SKRIPSI

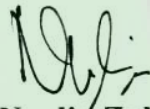
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Progam Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal:

Kamis, 5 Agustus 2021
26 Zulhijjah 1442 H

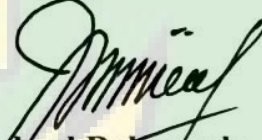
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Nurlia Zahara, M.Pd
NIDN. 2021098803

Sekretaris,



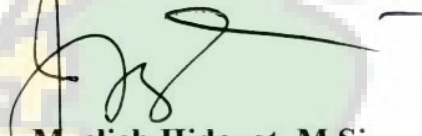
Syahrul Rahmanda, S.Pd
NIP. -

Penguji I



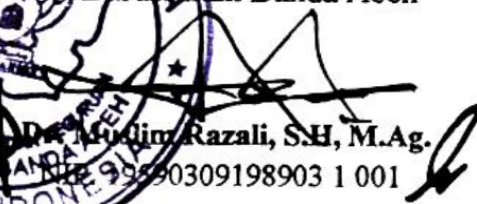
Cut Ratna Dewi, M.Pd
NIP. 198809072019032013

Penguji II,



Muslich Hidayat, M.Si
NIP. 197903022008011008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh


Adnan Muslim Razali, S.H., M.Ag.
NIP. 19590309198903 1 001



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rakibah
NIM : 160207110
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Uji Kandungan Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber izin atau tanpa izin pemilik karya.
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 6 juli 2021

Yang menyatakan,



Rakibah

ABSTRAK

Limbah merupakan bahan sisa yang sudah tidak digunakan lagi, Limbah dapat menjadi salah satu faktor utama dalam pencemaran lingkungan. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah pabrik pengolahan kelapa sawit yang banyak dihasilkan setiap hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zat organik yang terdapat dalam pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan untuk menyajikan uji kelayakan referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan dari hasil penelitian kandungan zat organik tandan kosong tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Penelitian dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri (BARISTAND), Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu secara *purposive sampling* yang berarti pengambilan sampel secara sengaja dengan menentukan kriteria. Teknik pengumpulan data adalah untuk menjawab rumusan masalah yang pertama adalah dilakukan pengujian kandungan zat organik yaitu kandungan Nitrogen(N), Fosfor(p) dan Kalium(K). Analisis data dalam penelitian ini secara kualitatif, dan untuk mengetahui uji kelayakan modul pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian, kandungan zat organik yang terkandung dalam pupuk padat tandan kosong kelapa sawit, yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium. Hasil uji kelayakan modul pembelajaran diperoleh hasil presentase kelayakan media sebanyak 83% dengan kriteria sangat layak digunakan. Sedangkan presentase materi sebanyak 66,5% dengan kriteria layak digunakan sebagai media pembelajaran. Hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai modul pembelajaran mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan.

Kata Kunci: Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, Pupuk organik padat, Ekologi dan problematika lingkungan.

KATA PENGANTAR



Segala Puji bagi Allah SWT berkat dan kasih sayang-Nya penulis telah dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Kandungan Zat Organik Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan”. Shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya yang telah membawa risalah Islam bagi seluruh ummat manusia. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Nurlia Zahara, S. Pd.I, M. Pd. selaku pembimbing I serta Penasehat Akademik (PA) yang telah banyak membantu dalam segala hal baik membimbing, memberi saran dan nasehat kepada penulis mulai dari awal sampai dengan penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Cut Ratna Dewi, S. Pd.I, M. Pd. selaku Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan ide, saran, dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Muslim Razali, SH., M.Ag selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

4. Bapak Samsul Kamal, M. Pd selaku ketua Program Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Uin Ar-raniry.
5. Bapak/Ibu Dosen, staff akademik, asisten dan laboran laboratorium Program Prodi Pendidikan Biologi Uin Ar-raniry.
6. Ibu Nurlaila ST,MT selaku Manajer BARISTAND yang sudah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian.
7. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.

Terimakasih yang tak terhingga dan teristimewa kepada Ayahanda tercinta Abdul Jalil dan Ibunda tercinta Hindon dengan segala pengorbanan, keikhlasan, kesabaran, dukungan serta kasih sayang yang telah dicurahkan sepanjang hidup penulis, do'a dan semangat tidak henti sehingga memberikan penulis kekuatan dan semangat dalam menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Serta segenap keluarga besar tercinta Abg Uriansyah. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga pembaca. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Taufik dan Hidayah-Nya Kepada kita semua.

Darussalam, 6 Juli 2021
Penulis,

Rakibah

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	ii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I : PENDAHULUAN.....	 1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Operasional.....	8
 BAB II : KAJIAN PUSTAKA.....	 11
A. Pengertian Limbah.....	11
B. Definisi Limbah	13
C. Limbah Padat Kelapa Sawit.....	14
D. Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi Dan Problematika Lingkungan	18
E. Modul Pembelajaran.....	21
 BAB III : METODE PENELITIAN.....	 24
A. Rancangan Penelitian.....	24
B. Objek Penelitian	23
C. Tempat dan waktu penelitian.....	24
D. Alat Dan Bahan	25
E. Prosedur Penelitian	25
F. Teknik Pengumpulan Data	29
G. Parameter Penelitian	30
H. Teknik Analisis Data	30
 BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 32
A. Hasil Penelitian.....	32
B. Pembahasan	37
 BAB V : PENUTUP	 43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	44
 DAFTAR PUSTAKA.....	 45
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	48
RIWAYAT HIDUP PENELITI	

DAFTAR GAMBAR

Gambar

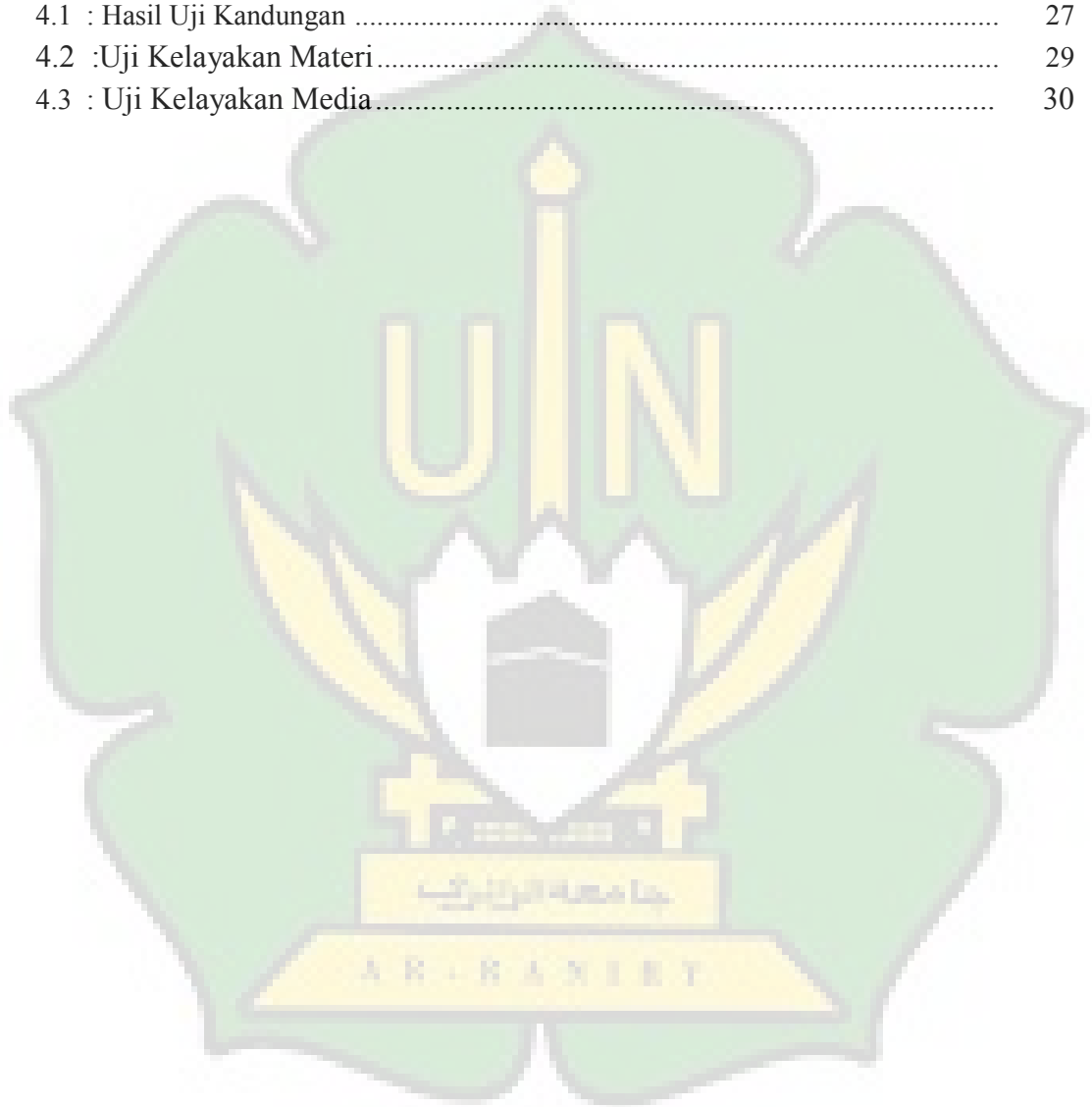
2.1 : Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	15
2.2 : Pupuk Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	17
3.1 : Contoh Cover Modul Pembelajaran	34



DAFTAR TABEL

Tabel

3.1 : Alat Dan Bahan.....	25
3.2 : Kriteria Kelayakan buku.....	26
4.1 : Hasil Uji Kandungan	27
4.2 :Uji Kelayakan Materi	29
4.3 : Uji Kelayakan Media.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keputusan Pembimbing.
2. Surat Izin Penelitian dari Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
3. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian
4. Lembar Validasi Materi
5. Lembar Validasi Media



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Limbah merupakan sisa hasil produksi dari usaha aktifitas manusia yang dianggap tidak bermanfaat lagi, tidak bernilai ekonomi serta dapat mencermari lingkungan.¹ Salah satu limbah yang sering ditemui adalah Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki potensi besar menjadi sumber biomassa selulosa dengan kelimpahan cukup tinggi dan sifatnya yang terbarukan, TTKS merupakan hasil samping dari pengolahan minyak kelapa sawit yang pemanfaatnya masih terbatas sebagai pupuk. Media bagi pertumbuhan jamur serta tanaman. Limbah kelapa sawit jumlahnya sangat melimpah, setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar (TBS), akan dihasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23% TKKS atau sebanyak 230 Kg TKKS.²

Kandungan organik dalam kompos menunjukkan banyaknya bahan organik yang terdapat dalam kompos selama proses pelapukan berlangsung semakin intensif pelapukan bahan organik berlangsung, maka akan semakin sedikit keberadaan karbon organik dalam suatu bahan. Hubungan antara organik dan dosis EM4 yang di lihat dari ang ka signifikansi sebesar 0,044 yang lebih

¹Deiisy L Nusantara, "Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Secara Biologis dengan Media Lumpur Aktif", *Jurnal Lingkungan*, Vol. 13, No. 6,(2012), h. 454-460

²Netty Kamal, *Karakterisasi Dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit*, (Bandung: ITENAS,2009), h.61-68

kecil dari 0.05 artinya ada hubungan yang signifikan antara nilai organik dan dosis EM4.³

Kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS), adalah kompos yang berasal dari limbah organik hasil pabrik kelapa sawit yang digunakan sebagai pupuk organik sehingga dapat dimanfaatkan untuk ketersediaan unsur hara bagi tanah dan tanaman, pemanfaatan pupuk organik yang dikombinasikan dengan anorganik akan mendukung proses pertumbuhan mulai dari kecambah (vegetatif), sampai dengan pertumbuhan generatif.⁴ Pada saat ini tandan kosong kelapa sawit digunakan sebagai bahan organik bagi penanaman kelapa sawit secara langsung maupun tidak langsung, pemanfaatan secara langsung ialah dengan menggunakan tandan kosong sebagai mulsa sedangkan secara tidak langsung dengan cara mengomposkan terlebih dahulu sebelum di gunakan sebagai pupuk organik. Pengambilan bahan organik kelapa sawit ke tanah akan menjaga kelestarian kandungan bahan organik lahan kelapa sawit dan kandungan hara dalam tanah.⁵

Limbah padat kelapa sawit memberikan pengaruh yang nyata serta meningkatkan pada parameter panjang tongkol persampel, diameter tongkol, berat tongkol pertanaman dan berat tongkol per plot pada tanaman jagung manis pada

³Penti Suryani, dkk, Analisis Mutu Kimia dan Organoleptik Pupuk Organik Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Dosis EM4 Berbeda, *Jurnal Agroteknologi*, Vol, 9, No. 2, (2019), h. 13-20

⁴ Budi Haryawan, Pemberian Kompos Tandan kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan Jagung (*zea mays*), *Jurnal JOM Faperta*, Vol. 2 No. 2 (2015)h.16-20

⁵ Fauzi, Widyastuti, *Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil Dan Limbah Usaha Dan Pemasaran*,(Jakarta: Penebar Swadaya,2012), h. 20

pemberian dosis limbah padat kelapa sawit 34 ton.⁶ Pemanfaatan limbah padat pabrik kelapa sawit dalam media tanam berpengaruh nyata meningkatkan tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, luas daun, bobot segar dan bobot keringkelapa sawit di *pre nurseri*, pemanfaatan limbah pada terbaik dalam media tanam adalah limbah padat 50% dan *top soil* ultisol 50%.⁷

TKKS dulunya hanya di bakar dan sekarang telah dilarang karena adanya kekhawatiran pencemaran lingkungan. Salah satu dalam mengatasi masalah tersebut dengan memanfaatkan TKKS menjadi pupuk kompos, tujuan mengambil TKKS ini agar tidak mencemari lingkungan dan mempermudah masyarakat dalam bertani agar bisa memanfaatkan TKKS ini sebagai pupuk organik dan lebih mudah di serap oleh tanaman, menghemat biaya, dan penggunaan kompos membantu konservasi lingkungan dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia yang dapat menyebabkan degradasi.

Allah berfirman di dalam Al-qur'an Surah Al-a'raf ayat 58

• وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًّا كَذَلِكَ
نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ .

Artinya: *dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.*

⁶Arjunius Sitepu, Andiwirman, Respon Pertumbuhan Produksi Jagung Manis(*Zea mays* var. *Saccharata* Sturt) Terhadap Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit Dan NPK, *Jurnal Jom feperta*, Vol, 4 No. 2 (2017)h. 1-16

⁷Panjaitan, carlos, *Pengaruh Pemanfaatan Kompos Solid Dalam Media Tanam dan Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) di Pre Nurseri*, (Medan: Universitas Sumatra Utara,2010) , h.10

Menurut tafsir departemen agama RI menjelaskan tanah di muka bumi ini ada yang baik dan subur, bila di curah hujan sedikit saja, dapat menumbuhkan berbagai macam tanaman dan menghasilkan makanan yang berlimpah ruah dan ada pula yang tidak baik, meskipun telah di curahi hujan yang lebat, namun tumbuh-tumbuhan tetap hidup merana dan tidak dapat menghasilkan apa-apa. Kandungan tafsir tersebut berhubungan dengan ilmu biologi yang fokus ke tanaman. Dimana kita tahu bahwa tanaman secara umum membutuhkan media tanam berupa tanah yang subur, tanah yang subur akan membuat tanaman tumbuh secara bertahap.⁸

Ekologi dan problematika lingkungan merupakan salah satu mata kuliah yang wajib diambil oleh mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh II. Matakuliah ini mempunyai bobot 2(1) SKS dengan 1 SKS digunakan untuk kegiatan praktikum di lapangan. Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang hubungan timbal balik dengan benda tak hidup dalam satu lingkungan agar dapat mempertahankan kehidupannya.⁹ Materi didalam mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan mengupas salah satu yaitu mengenai pencemaran tanah, pencemaran air dan pencemaran udara. Dan nantinya akan dibahas dalam sumber penyebab pencemaran lingkungan, baik dampak yang ditimbulkan dan upaya dalam penyelesaian masalah lingkungan, masalah yang di darat,laut, dan udara. Salah satu contoh pencemaran didarat adalah pencemaran sampah.

⁸ Anggun zuhaida, dkk, Deskripsi Saintifik Pengaruh Tanah Pada Pertumbuhan Tanaman Studi Terhadap QS. Al-A'raf Ayat 58, *Jurnal Thabiea*, Vol, 1, No. 2, (2018), h. 61-69

⁹ Sihan, Hukum Lingkungan Pembangunan Edisi Ke 2, (Jakarta : Erlangga, 2004). H. 16

Hasil wawancara dengan salah satu dosen pengampu mata kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan Pendidikan Biologi Tarbiyah UIN AR-Raniry, bahwa selama ini sudah banyak penelitian tentang limbah padat dan cair tetapi untuk uji kandungan zat organik limbah pupuk kompos sendiri masih kurang dan mengenai pengolahan limbah referensinya masih minim, jika di lakukan penelitian mengenai uji kandungan zat organik pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit dapat menghasilkan referensi yang lebih kreatif untuk mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan.¹⁰

Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa leting 2015/2016, diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan masih terbatas dan tidak terlalu mendetail mengenai setiap contoh uji kandungan zat organik limbah pupuk kompos.¹¹ Pentingnya penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi bahan uji (pupuk kompos) dan yang dapat menimbulkan pengaruh pertumbuhan dan perkembangan, Penelitian mengenai limbah sawit tandan kosong sampai dengan saat ini memang sudah banyak dilakukan seperti penelitian Salminadi Mirfa dengan skripsinya yaitu (pemanfaatan air leri dan limbah tahu cair pada media tandan kosong kelapa sawit pada media perumbuhan jamur merang) di mana dapat di hasilkan tinggi badan buah jamur merang 21 cm dan berdiameter 18,63 cm.

¹⁰Wawancara dengan Salah Satu Dosen Pengampu Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan, pada Tanggal 22 Juli 2020.

¹¹Hasil wawancara dengan mahasiswa leting 2015 dan 2015 di Banda aceh.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh medha baskara, dalam jurnalnya tentang “pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut (*Zea mays certina*)” di dapatkan hasil kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pulut meliputi panjang tanaman pada 28,42, dan 56 hari setelah tanam.¹² Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “**Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan**”.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa sajakah zat organik yang terdapat dalam pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS)?
2. Bagaimanakah uji kelayakan modul pembelajaran kandungan zat organik limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pada referensi matakuliah ekologi dan problematika lingkungan?

¹²Medha Baskara, dkk, pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut (*Zea mays certina*), *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol, 8, No. 2, (2020), h.58-65

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui zat organik yang terdapat dalam pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
2. Untuk menyajikan uji kelayakan referensi mata kuliah ekologi dan problematika dari hasil penelitian kandungan zat organik tandan kosong tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian merupakan gambaran dan harapan peneliti pada hasil akhir dari penelitian tersebut, penelitian ini dapat diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah ilmu pengetahuan pendidikan pada umumnya, dan khususnya tentang uji kandungan zat organik pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika, Serta dapat dijadikan sebagai salah satu bahan rujukan untuk mengadakan penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktik

Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak, yaitu:

- a. Bagi Prodi Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dokumentasi bahan rujukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kreatifitas pihak prodi dalam rangka mengembangkan bahan ajar referensi matakuliah ekologi dan problematika lingkungan.
- b. Bagi dosen, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan bacaan serta dapat memberikan manfaat bagi dosen pengasuh matakuliah ekologi dan problematika lingkungan sebagai bahan masukan dalam memahami pengaruh Limbah Tandan kompos tandan kosong kelapa sawit. Bagi pembaca, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan atau sebagai referensi untuk penelitian yang selanjutnya.
- c. Bagi mahasiswa Pendidikan Biologi, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan khususnya tentang pembuatan pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit.

3. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalah pahaman param pembaca dalam memahami karya ilmiah ini, maka perlu kiranya penulis memberikan penjelasan terkait istilah penting dalam proposal skripsi ini, yaitu:

1. Uji kandungan zat organik

Uji kandungan adalah suatu pengujian yang terdapat pada zat organik yang ada pada pupuk kompos. Pengamatan kompos meliputi kandungan kimia diuji di laboratorium untuk mengetahui N, P, K.¹³

2. Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah pabrik pengolahan kelapa sawit yang banyak dihasilkan setiap hari, tandan kosong yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tandan buah segar (ampas) yang tadinya sudah diambil manfaatnya untuk pengolahan minyak sawit setelah itu tandan (ampas) diolah menjadi pupuk organik. TKKS merupakan bahan organik yang mengandung unsur hara N, P, K. Agar limbah ini menjadi bermanfaat dan Kompos Tankos memiliki beberapa keunggulan antara lain dapat memperbaiki struktur tanah menjadi gembur, membantu kelarutan unsur-unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman, bersifat homogen dan mengurangi risiko sebagai pembawa hama tanaman.¹⁴

3. Referensi Ekologi dan Problematika Lingkungan

Referensi merupakan sumber acuan atau rujukan dalam suatu materi atau pokok pembahasan dalam suatu pembelajaran, referensi yang dimaksud dalam

¹³ Hendhata Agusta,dkk, Pengaruh Tingkat Kematangan Kompos Tandan Kompos Tandan Kosong Sawit dan Mulsa Limbah Padat Kelapa Sawit Terhadap Produksi Tanaman Tomat pada Tanah Ultisol, *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, Vol, 10, No. 2, (2013), h. 91-99

¹⁴ Muhammad Hatta, Jafri dan Dadan Permana, Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pupuk Organik Pada *Intercropping* Kelapa Sawit Dan Jagung, *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, Vol. 17, No.1, Maret 2014: 27-35

penelitian ini adalah modul pembelajaran sehingga Referensi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah modul pembelajaran.¹⁵

4. Modul pembelajaran

Merupakan paket belajar mandiri yang meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan dirancang secara sistematis untuk membantu mahasiswa mencapai tujuan belajar. modul pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional, dan terarah untuk digunakan oleh mahasiswa disertai dengan pedoman penggunaannya.¹⁶

5. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah percobaan untuk mendapatkan data awal kualitas produk oleh ahli yang dapat memberikan penilaian terhadap kelayakan struktur, sedangkan kelayakan teoritis multimedia interaktif ditinjau dari aspek kelayakan materi dan kelayakan media. Uji kelayakan dalam penelitian ini yaitu pengujian kandungan zat organik pupuk kompos pada tandan kosong kelapa sawit, dan uji kelayakan dalam penelitian ini meliputi uji kelayakan modul pembelajaran.¹⁷

¹⁵ Rezkey Mulyavan, *Panduan Pembuatan Modul*, (Bogor: IPB, 2004), h.1-2

¹⁶ Dikmenjur, *Kerangka Penulisan Modul*. (Jakarta: Dikmenjur Depdiknas, 2004), h. 1-2

¹⁷ Rizqi,dkk, Kelayakan Teoritis Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Materi Mutasi Untuk SMA, *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, Vol, 2, No. 2, (2013), h. 134

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Limbah

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga, yang dikenal sebagai sampah), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis.¹⁸ pengertian limbah menurut undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 adalah suatu usaha atau kegiatan lebih erat kaitannya dengan pencemaran, karena limbah inilah yang menjadi substansi pencemaran lingkungan karena itu pengolahan limbah sangat dibutuhkan agar tidak mencemari lingkungan.¹⁹

1. Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya

Berdasarkan wujudnya limbah di golongan menjadi 3 wujud yaitu padat cair dan gas, di antaranya:

a. Limbah padat

Limbah padat atau sampah bahan sisa, baik bahan-bahan yang sudah tidak berguna lagi (barang bekas) maupun bahan yang sudah di ambil bagian utama yang dari segi ekonomis, sampah adalah bahan buangan

¹⁸ Marthini S. Fanggi, dkk, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Keseluruhan Metina Kecamatan Rote-Ndao," *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.IV, No. 2, (2015), h. 160

¹⁹ Putri Nilakandi Perdanawati Pitoyo, dkk, "Kinerja Pengolahan Limbah Hotel Peserta Proper dan Non Proper di Kabupaten Badung, Provinsi Bali," *Jurnal Ecotrophic*, Vol. 10, No. 1,(2016), h.33.

yang tidak ada harganya dan dari segi lingkungan, sampah dalam bahan buangan yang tidak berguna dan banyak menimbulkan masalah pencemaran dan gangguan pada kelestarian lingkungan.

b. Limbah cair

Limbah cair adalah sisa dari suatu atau kegiatan yang berwujud cair.²⁰ Limbah cair pada dasarnya adalah air yang mengandung polutan, polutan inilah yang menjadikan air tersebut tidak dapat digunakan lagi untuk berbagai keperluan limbah cair umumnya akan dikumpulkan limbah cair ini akan mengalami proses pengolahan ataupun dibuang ke perairan atau lingkungan.

c. Limbah gas

Limbah gas adalah limbah (zat buangan) yang berwujud gas. Limbah gas dapat di lihat dalam bentuk asap. Limbah gas selalu bergerak , sehingga penyebaran luas. Contoh dari limbah gas gas adalah aktifitas transportasi, industri dan kegiatan rumah tangga.²¹

2. Jenis Limbah Berdasarkan Sifatnya

Limbah dapat digolongkan berdasarkan sifatnya yang merusak atau mempengaruhi kenyamanan manusia, sifat limbah di antaranya:

²⁰ Lilis Endang Sunarsih, *Penanggulangan Limbah*, (Yogyakarta: Deepublish, 2017) h.4

²¹ Tanto Pratondo Utomol dan Marimin, *Sistem Penanganan Limbah Gas Pabrik Karet Remah, Proceeding, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*, (2002), h. 82

- a. Limbah biasa adalah jenis limbah yang tidak menyebabkan kerusakan secara serius skala kecil dan jangka panjang. Limbah organik termasuk ke dalam limbah biasa.
- b. Limbah B3 atau limbah bahan berbahaya dan beracun adalah limbah yang dapat menyebabkan kerusakan meski pada skala kecil dalam waktu jangka pendek atau jangka panjang. Limbah yang termasuk limbah B3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih karakteristik²² berikut, yaitu: mudah meledak, mudah terbakar, dan bersifat reaktif.

B. Pengertian Pupuk

1. Definisi pupuk

Pupuk diartikan sebagai bahan yang diberikan melalui tanah, permukaan batang, ataupun melalui daun yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen.²³ Pupuk merupakan bahan yang mengandung sejumlah nutrisi yang diberikan oleh tanaman, pemupukan merupakan upaya pemberian nutrisi kepada tanaman untuk menunjang kelangsungan hidupnya, pupuk dapat di buat dari bahan organik dan anorganik.²⁴

2. Klasifikasi Pupuk

a. Pupuk Anorganik

²² Gatot P. Soemartono, *Hukum Lingkungan*, (Jakarta: Sinar Grafika, 1996,) h. 143

²³ Roidah, Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah, *Agroforesti*, Fakultas Pertanian Universitas Tukungagung Bonorowo, Vol, 1 No. 1(2013). H.34

²⁴ Sutejo S, *Ilmu Memupuk*, (Jawa Barat : Bina Cipta, 1990), h.3

Pupuk Anorganik merupakan pupuk yang dibuat oleh pabrik pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia (anorganik) dan senyawa kimia yang mudah terlarut dan siap diserap tanaman tanpa memerlukan proses penguraian dan berkadar hara yang tinggi. Misalnya pupuk urea berkadar N45-46%(setiap 100 kg urea terdapat 45-46 kg hara nitrogen).²⁵

b. Pupuk Organik

Pupuk organik berasal dari sisa tanaman merupakan pupuk yang berasal dari sisa tanaman atau hewan yang telah mengalami rekayasa berbentuk padat atau cair yang di gunakan untuk memasok bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.²⁶ pupuk organik adalah pupuk yang memiliki kandungan senyawa organik Pupuk organik berasal dari bahan-bahan organik seperti sayuran, buah-buahan, dan hewan.²⁷

C. Limbah Padat Kelapa Sawit

1. Definisi Limbah Padat Kelapa Sawit

Komponen utama limbah pada kelapa sawit ialah selulosa dan lignin, sehingga limbah ini di sebut dengan limbah *lignoselulosa* (komponen utama tumbuhan), dalam penelitian ini diambil tandan kosong kelapa sawit karena banyak masyarakat yang kurang mengerti tentang cara pembuatan pupuk kompos.

²⁵Racman Susanto, *Penerapan Pertanian Organik*, (Yogyakarta: Kanisius, 2002), h. 95

²⁶Direktorat Sarana Produksi, *Pupuk Terdaftar, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan*, (Jakarta: Departemen Pertanian, 2006).

²⁷Sarief, *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*, (Bandung: Penebar Swadaya, 2003),h. 46

Limbah padat kelapa sawit merupakan salah satu pupuk organik yang berbentuk padat yang mengendap di dasar bak pengendapan dalam sarana pengolahan limbah dan harus di buang dan di kelola untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Limbah padat pabrik yang telah di diamkan selama 8 minggu mampu membantu pertumbuhan tanaman kelapa sawit walaupun terdekomposisi secara sempurna. Penggunaan limbah padat secara komersial direkomendasikan sebagai pengganti pupuk anorganik dan menghemat biaya pemupukan perhektarnya.²⁸

2. Pemanfaatan limbah padat kelapa sawit (TKKS) sebagai pupuk kompos

Pembuatan kompos juga berpengaruh pada penambahan berbagai macam activator. Pembuatan kompos juga memperhatikan keadaan sifat tanah dan penambahan EM-4 dengan mencampurkannya dengan variasi bahan yang beragam berupa pupuk kandang air kelapa dan TKKS, pada tanaman yang di beri pupuk kompos TKKS ini lebih bagus di bandingkan dengan pupuk biasa dan berpengaruh nyata pada meningkatkan tinggi bibit, diameter daun, dan luas daun. Adapun gambaran tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat dibawah ini.²⁹

²⁸Salmina, *Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang*, (Sumatera Barat: STKIP PGRI, 2012), h. 34-40

²⁹ Andi Haryanti, Norsamsi, Dkk, *Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit*, *Jurnal Konversi*, Vol, 3 No, 2 (2014), h. 20-28



Gambar 2.1 Tandan kosong kelapa sawit (TKKS).³⁰

Tanaman kelapa sawit berakar serabut, perakarannya sangat kuat karena tumbuh ke bawah dan kesamping membentuk akar primer, sekunder, tertier, dan kuarter. Akar primer tumbuh ke bawah di dalam tanah sampai batas permukaan air tanah. Akar primer tumbuh kebawah di dalam tanah sampai batas permukaan air tanah bahkan akar tertier dan kuarter menuju ke lapisan atas atau ke tempat yang banyak mengandung unsur hara. Akar tertier dan kuarter merupakan bagian perakaran yang paling dekat dengan permukaan tanah dengan kedalaman 1 cm di dalam tanah.³¹ Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil, yaitu batang tidak mempunyai cambium dan umumnya tidak bercabang. Batang berfungsi sebagai penyangga tajuk serta menyimpan dan mengangkat bahan makanan. Pertumbuhan batang tergantung pada jenis tanaman.

³⁰, Laboratorium Teknologi Pengelolaan Limbah Padat dan B3, (Surabaya: Seminar Nasional, 2012), h. 1-6

³¹ Fauzi Yan, dkk, *Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2004), h. 23-25.

Menurut Pahan, Klasifikasi tanaman kelapa sawit, dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Sub kingdom : Viridiplantae
 Division : Embryophyta
 Class : Angiospermae
 Ordo : Monocotyledonae
 Family : Arecaceae
 Subfamily : Cocoidae
 Genus : Elaeis
 Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

3. Cara Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pencemaran yang ditimbulkan dari industri kelapa sawit dan potensi bahan organik yang terkandung dalam limbah kelapa sawit menuntut suatu perkebunan kelapa sawit untuk mengelola limbahnya. Langkah tersebut upaya untuk mengurangi dampak negatif dengan mengelolanya dengan menjadikan limbah tandan kosong menjadi pupuk kompos. Proses mengawali pembuaatan pupuk kompos tandan kosong terlebih dahulu di cincang halus untuk mempercepat dekomposisi selanjutnya larutan EM-4 dibuat menjadi komposisi air dan gula setelah dicampurkan pada bahan organik yang tandan kosong kelapa sawit lalu dimasukkan ke tempat yang di tutup rapat sampai bahan organik tersebut menjadi

organik yang matang dengan ciri berwarna hitam.³² Berikut adalah gambar pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit.



Gambar 2.2 Pupuk Tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

D. Pemanfaatan Hasil Penelitian sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan

Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan merupakan Mata Kuliah Keahlian (MKK) yaitu pengetahuan program studi dan profesi menurut program studi pada Fakultas dalam lingkungan Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry, khususnya program studi Pendidikan Biologi.³³ Mata kuliah ini, umumnya membahas tentang sejarah perkembangan ilmu lingkungan, konsep-konsep dasar mengenai lingkungan dan permasalahan lingkungan, stratifikasi kependudukan, ekologi dalam ilmu lingkungan, ekonomi dan sosial budaya dalam ilmu lingkungan, konsep daya dukung dan daya lenting lingkungan, azas-azas lingkungan, etika lingkungan, sumber daya, pembangunan berkelanjutan dan

³² Joko Warsito, Dkk, Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Jurnal Akademika Kimia*, Vol. 5 No. 1 (2016), h. 8-15

³³ *Panduan Program S1 dan D3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2008/2009*, h. 38

berwawasan lingkungan, pencemaran lingkungan, pemecahan masalah lingkungan dengan pendekatan ekologis, ekonomis dan sosial budaya.³⁴

Adapun tujuan dari mata kuliah tersebut adalah untuk memberikan kemampuan kepada mahasiswa dalam:

1. Memahami konsep-konsep dasar mengenai lingkungan
2. Memahami dan menganalisis permasalahan lingkungan yang ada, baik dalam skala lokal, regional, maupun global.
3. Memahami pentingnya konsep pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dalam menghadapi semua kegiatan Yang berkaitan dengan lingkungan.
4. Mengetahui alternatif pemecahan masalah lingkungan dengan pendekatan ekologis dan sentuhan teknologis.

Referensi merupakan segala sesuatu baik media yang dapat memudahkan, menguatkan segala sesuatu dalam proses belajar mengajar. Dosen pasti menginginkan tujuan pengajaran dengan baik dalam proses belajar mengajar, dalam hal ini terdapat komponen yang saling berkaitan satu sama lain, komponen- komponen tersebut adalah pengajar, peserta didik, materi yang diajarkan dan referensi (Media).³⁵

Media adalah suatu sarana komunikasi berupa koran, radio, grafik, gambar atau poster dan lain-lain. Media memiliki peran dalam suatu pembelajaran, karena fungsi, manfaat dan jenis-jenis media yang sangat mendukung jalannya proses

³⁵ Unik Ambar Wati, *Pelaksanaan Pembelajaran yang Kondusif dan Efektif*, Diakses pada tanggal 11Desember 2017 dari situs [http://staff.uny.ac.id/files/pelaksanaan %20pembelajaranpdf](http://staff.uny.ac.id/files/pelaksanaan%20pembelajaranpdf).

belajar mengajar. Media pembelajaran digunakan sebagai alat bantu dalam menyampaikan informasi pada proses belajar mengajar.³⁶

Salah satu mata kuliah yang memerlukan pendalaman materi melalui kegiatan pembelajaran adalah mata kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan. Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan merupakan mata kuliah yang tidak di dampingi dengan kegiatan praktikum.³⁷ Penerapan hasil penelitian sebagai tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan pada materi pencemaran lingkungan khususnya tentang pencemaran pada tanah yang disebabkan oleh limbah, dibuat dalam bentuk modul. Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh mahasiswa, dan juga merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

E. Modul Pembelajaran

Modul merupakan media pembelajaran yang digunakan sebagai alat bantu dalam menyampaikan informasi dalam proses pembelajaran.³⁸ Salah satu mata kuliah yang memerlukan pendalaman materi melalui kegiatan belajar mengajar yaitu tentang pencemaran lingkungan di air dan strategi kebijakan

³⁶ Riandi, *Media Pembelajaran Biologi*, diakses pada tanggal 12 Desember 2017 dari situs:<http://file.upi.edu>.

³⁷ Panduan Program S1 dan D3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2013/2014, h. 3

³⁸ Suhardjono, *Pedoman Penyusun Karya Ilmiah di Bidang Pendidikan Pengembangan Profesi*, (Jakarta: Depdikbud, 2005), h. 41

lingkungan yang akan digunakan oleh mahasiswa selama berlangsungnya pembelajaran, sehingga modul ini dapat dijadikan sebagai penunjang pembelajaran Ekologi dan masalah lingkungan.

Format-format dalam pembuatan modul agar bisa digunakan oleh mahasiswa guna memperlancar proses belajar mengajar meliputi:³⁹

1. Halaman judul sampul berisi antara lain label kode modul, label milik negara, bidang studi keahlian, kompetensi keahlian, judul modul, gambar ilustrasi, tulisan lembaga seperti Departemen Pendidikan Nasional, dan tahun modul disusun.

2. Kata pengantar

Kata pengantar memuat informasi tentang peran modul dalam proses pembelajaran.

3. Daftar isi

Daftar isi memuat kerangka (*outline*) modul dan dilengkapi dengan nomor halaman.

4. Peta kedudukan modul

Peta kedudukan modul diagram yang menunjukkan kedudukan modul dalam keseluruhan program pembelajaran (sesuai dengan diagram pencapaian pencapaian kompetensi yang termuat dalam KTSP).

³⁹Dwi Rahdiyanta, *Teknik Penyusunan Modul*, 2005, dari situs <http://staf.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>, h.

5. Glossarium

Glossarium memuat penjelasan tentang arti dari setiap istilah, kata-kata sulit dan asing yang digunakan dan disusun menurut urutan abjad (*alphabetis*).

Struktur penulisan modul dibagi dalam empat bagian, yang terdiri atas beberapa bagian yaitu:⁴⁰

a. Bagian Pembuka

1. Judul, judul modul perlu menarik dan memberi gambaran tentang materi yang dibahas.
2. Daftar isi, menyajikan topik-topik yang akan dibahas. Topik-topik tersebut diurutkan berdasarkan urutan kemunculan dalam modul Peta informasi, untuk memperlihatkan kaitan antar topik-topik dalam modul.
3. Daftar tujuan kompetensi, membantu pembelajar untuk mengetahui pengetahuan, sikap atau keterampilan apa yang dapat dikuasai setelah selesai pembelajaran.

b. Bagian Inti

1. Pendahuluan/Tinjauan umum materi, dalam pendahuluan dapat disajikan peta informasi mengenai materi yang akan dibahas dan daftar tujuan kompetensi yang akan dicapai setelah mempelajari modul.

⁴⁰ Surya Dharma, *tekhnik Penulisan*, (Jakarta: Ditjen PMPTK, 2008), h.21-26.

2. Uraian materi merupakan penjelasan terperinci tentang materi pembelajaran yang disampaikan dalam modul.

3. Latihan

4. Rangkuman, merupakan bagian dalam modul yang menelaah hal-hal pokok dalam modul yang telah dibahas.

c. Bagian Penutup

1. Glossary, berisikan definisi-definisi konsep yang dibahas dalam modul.
2. Daftar pustaka, sumber foto dan referensi yang menjadi acuan dalam penyusunan materi yang terdapat dalam modul pembelajaran.⁴¹

⁴¹ Surya Dharma, *Penulisan Modul...*, h.21-26.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu secara *purposive sampling* yang berarti pengambilan sampel secara sengaja dengan menentukan kriteria. Pengumpulan data pada penelitian ini secara kualitatif. Kualitatif adalah metode untuk meneliti suatu objek, Objek dalam penelitian ini yaitu pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit. Kuantitatif menggunakan data berupa angka yang akan dianalisis pada penelitian yang di peroleh dari uji kelayakan.⁴²

B. Objek penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit, pemilihan tandan kelapa sawit di jadikan sebagai objek penelitian karena banyak manfaat, mudah di dapat dan (bisa digunakan sebagai bahan praktikum) sehingga mudah di uji kandungan pupuk kompos kelapa sawit.

C. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di baristand dan standarisasi banda aceh. Agar dapat melihat uji kandungan yang ada pada pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit dan untuk melihat uji kelayakan media referensi.

⁴²Kuntjojo, *Metodelogi Penelitian*, (Kediri : 2009), h.19.

D. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk kompos dapat dilihat pada tabel 3.1 3.2

Tabel 3.1 alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Ember	Untuk mengukur takaran kompos.
2	Timba bekas	Untuk mengisi kompos limbah tkks yang sudah jadi pupuk.
3	Kamera	Untuk dokumentasi penelitian
5	Karung	Untuk penyimpanan pupuk

Tabel 3.2 bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1	7 kg tandan kosong	Untuk ekstrak pupuk organik padat
2	50 ml EM4	Untuk pembuatan pupuk
3	Serabut kelapa	Untuk pembuatan pupuk
4	Air gula	Untuk pembuatan pupuk

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan limbah tandan kosong yang sudah diambil isinya dari pabrik.
2. Lakukan pencacahan pada limbah tandan kosong tersebut.
3. Tambahkan bahan-bahan seperti air gula, serabut kelapa, dan EM4.
4. Semua bahan tersebut di letakkan didalam ember dan lakukan pengadukan agar bahan-bahan dapat tercampur secara merata.

5. Lalu semua bahan tersebut di pindahkan ke dalam goni dan diikat kira-kira tidak ada udara yang masuk, kemudian ditutup dengan plastik terpal untuk menjaga kelembaban, suhu kompos, dan agar tidak terjadi penguapan hara yang telah terbentuk.
6. Pada proses minggu ke 2 lakukan pembalikan dengan cara mengaduk semua bahan tersebut
7. Lalu setelah 3 minggu proses fermentasi akan dianggap telah berhasil ketika kompos berwarna coklat tua sampai hitam kecoklatan, berstruktur gembur, bau kompos seperti bau tanah.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah untuk menjawab rumusan masalah yang pertama adalah di lakukan pengujian kandungan zat organik yaitu kandungan Nitrogen(N), Fosfor(p) dan Kalium(K). tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui kandungan zat organik yang terdapat dalam pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit. Sedangkan untuk menjawab rumusan masalah kedua dibuat modul pembelajaran. Teknik pengumpulan data merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mencari jawaban atas pertanyaan didalam penelitian.

1. Uji Kandungan Nitrogen

Adapun prosedur nitrogen adalah sebagai berikut:

- a. Dimasukkan kedalam labu ukur kjedal 3 g sampel pupuk kompos, 10 ml HSO dan tablet Kjedal.

- b. Dilakukan destruksi (penguraian nitrogen) hingga larutan dalam labu Kjedal menjadi jernih, dan dibiarkan hingga dingin.
- c. Ditambahkan kedalam labu Kjedaahl 100 air suling (akuades) dan 2 tetes fenolflatin (pp).
- d. Ditambahkan pula NaOH 30% hingga menjadi perubahan warna.
- e. Kemudian, dilakukan destilasi dan air destilatnya ditampung dalam erlenmayer yang telah diisi dengan 20 ml HCL 0,5 N. destilasi dihentikan apabila volume air destilat dalam erlenmayer telah mencapai =100 ml.
- f. Ke dalam destilat ditambahkan lagi 3 tetes pp.
- g. Selanjutnya, dilakukan titrasi dengan NaOH 0,5 N. Titrasi di hentikan tepat saat destilat berubah warna menjadi merah muda stabil (apabila digoyang-goyang tetap berubah warna merah muda). Dicatat jumlah ml NaOH 0,5 N yang di perlukan.
- h. Dibuat pula blanko dengan perlakuan yang sama, namun, sampel diganti dengan 3 ml akuades.

Maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\%N \text{ total} = \frac{(B - S \times N \times 14,007 \times 100)}{gsampai \times 1000}$$

Keterangan:

B = Titrasi blanko (a ml NaOH)

S = Titrasi Sampel (b ml NaOH)

N = Normalitas NaOH

2. Uji Phosfor

- a. Pipet 5 mL larutan contoh dan masing-masing larutan standar fosfat (P_2O_5 0,4 MG/mL- 1,0 mg/mL) masukkan kedalam labu ukur 100 mL.
- b. Tambahkan 45 mL air suling, diamkan selama 5 menit.
- c. Tambahkan 20 mL pereaksi ammonium molibdovanadat, kemudian tepatkan dengan air suling hingga tanda tera dan kocok.
- d. Biarkan pengembangan warna selama 10 menit.
- e. Lakukan pengerjaan larutan blanko.
- f. Optimasi spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm.
- g. Baca absorbansi larutan contoh dan standar pada spectrometer.
- h. Buat kurva standar.
- i. Hitung kadar P_2O_5 dalam contoh.

$$\text{kadar fosfor sebagai } P_2O_5, \text{adbk\%} = \frac{C \times P}{W} \times \frac{100}{100 - KA}$$

3. Uji Kalium

Adapun prosedur kalium adalah sebagai berikut:

- a. Ditimbang teliti sekitar 1 g contoh halus (dari penyiapan contoh uji 6.1) dan masukkan dalam gelas piala 100 mL.
- b. Tambahkan 10 mL $HClO_4$ p.a dan 6 mL HNO_3 p.a panaskan hingga timbul asap putih selama 5menit.
- c. Dinginkan , masukkan ke dalam labu ukur 500 mL, himpitkan dengan air suling hingga tanda tera, kocok sampai homogen.
- d. Saring dengan kertas saring bebas abu No. 42 dan ekuivalen kedalam Erlenmeyer yang kering

- e. Pipet larutan contoh sesuai kebutuhan dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml.
- f. Tambahkan 5ml larutan suppressor dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis dan kocok.
- g. Lakukan pengerjaan larutan blanko.
- h. Ukur konsentrasi kalium dengan SSA atau dengan Flame Photometer.
- i. Hitung kadar K_2O dalam contoh.

$$\text{kadar kalium sebagai } K_2O, \text{ adbk} = \frac{(CxPx1,2046x100)}{W} = \frac{(100)}{100 - KA}$$

Keterangan:

C = mg. K dari pembacaan kurva standar.

P = Faktor pengenceran .

1.2046 = Faktor konversi K_2O terhadap K ($K_2O/2K$).

W = Berat contoh, mg.

KA = Kadar air, %.

G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah untuk menjawab rumusan masalah yang pertama adalah di lakukan pengujian kandungan zat organik yaitu kandungan Nitrogen(N), Fosfor(p) dan Kalium(K). tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui kandungan zat organik yang terdapat dalam pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit. Sedangkan untuk menjawab rumusan masalah kedua dibuat modul pembelajaran.

H. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah untuk melihat uji kandungan zat organik yang ada pada pupuk kompos limbah tandan kosong kelapa sawit yaitu Nitrogen (N), Fosfor (F), dan Kalium (K).

I. Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini secara kualitatif. Data Untuk mengetahui uji kelayakan modul uji kandungan zat organik pada limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai pupuk kompos sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan menggunakan persentase adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum S}{\sum \max} \times 100$$

Keterangan:

P = Persentase (%)

$\sum S$ = Jumlah Skor dari validator.

$\sum \max$ = Skor maksimal

1. Analisis Data Kandungan Zat Organik Dengan Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan untuk mengubah sekumpulan data menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami yang berbentuk informasi yang lebih ringkas. Analisis deskriptif digunakan untuk melihat tekstur, dan warna pada pupuk kompos kelapa sawit.

2. Uji kelayakan

Uji kelayakan adalah percobaan untuk mendapatkan data awal kualitas produk oleh ahli yang dapat memberikan penilaian terhadap kelayakan struktur. Uji kelayakan dalam penelitian ini yaitu pengujian kandungan zat organik pupuk

kompos pada tandan kosong kelapa sawit, dan uji kelayakan dalam penelitian ini meliputi uji kelayakan modul pembelajaran.

Adapun kategori kelayakan buku pendukung pembelajaran yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan buku

No	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1	< 21 %	Sangat Tidak Layak
2	21% - 40%	Tidak Layak
3	41% - 60%	Cukup Layak
4	61% - 80%	Layak
5	81% - 100%	Sangat Layak

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Kandungan Zat Organik Dalam Pupuk Kompos Tandan Tosong

Kelapa Sawit

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kandungan zat organik pada pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit, dan kandungan yang diuji adalah kandungan zat organik makro yaitu kandungan nitrogen, phosphor, dan kalium. Hasil penelitian dapat diketahui dengan data yang di tampilkan pada penjelasan tabel di bawah. Hasil pengujian kandungan zat organik pada pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit diuji di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh (Baristand). Hasil yang telah di uji hasilnya dapat dilihat pada table 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Kandungan Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam 100

No	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil uji
1	Nitrogen	%	Kjedahl	0,33
2	Phosfor(sebagai P ₂ O ₅)	%	Spektrofotometri	0,36
3	Kalium (sebagai K ₂ O)	%	AAS	0,12

Balai Riset dan Standarisasi Industri Aceh(2021).

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa kandungan zat organik yang terkandung di dalam limbah padat tandan kosong kelapa sawit untuk kandungan makro paling tinggi adalah kandungan phosphor yaitu sebesar 0,36 dengan menggunakan metode Spektrofotometri dan kadar P₂O₅ ditentukan secara Spektrofotometri, ortofosasfat yang terlarut direaksikan dengan ammonium

molibdovanat membentuk senyawa kompleks molibdo-vanadat asam fosfat berwarna kuning.

Intensitas yang terbentuk diukur dengan alat Spektrofotometri pada panjang gelombang 400 nm. Selanjutnya kandungan nitrogen sebesar 0,33 yaitu dengan menggunakan metode kjedahl dan meliputi tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. sedangkan kandungan yang paling rendah adalah unsur kalium yaitu sebesar 0,12% dengan menggunakan metode AAS.

2. Ouput Hasil Penelitian Kandungan Tandan Kosong Kelapa Sawit.

a. Output Hasil Uji Kelayakan Bidang Materi

Hasil dari output penelitian tentang kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 2 ahli materi dan 2 ahli media. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang materi adalah kelayakan isi modul pembelajaran, Kelayakan penyajian modul pembelajaran, Kelayakan kegrafikan modul pembelajaran dan kelayakan pengembangan modul pembelajaran. Hasil dari uji kelayakan materi kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Uji Kelayakan Materi Modul Pembelajaran Kandungan zat organik Tandan Kosong Kelapa Sawit.

No	Kategori	Presentase		Kriteria	
		V1(%)	V2(%)	V1	V2
1	Kelayakan isi modul	51	80	Cukup layak	Layak
2	Kelayakan penyajian	45	80	Cukup layak	Layak
3	Kelayakan kegrafikan	60	80	Cukup layak	Layak
4	Kelayakan konseptual	60	76	Cukup layak	Layak
Rata-rata		54	79	Cukup layak	Layak
Presentase Keseluruhan		66,5		Layak	

Berdasarkan 4.2 dapat diketahui bahwa instrument kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli materi, pada modul pembelajaran uji kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit memiliki rata-rata presentase untuk validasi pertama yaitu 54% dengan kategori cukup layak untuk di jadikan penunjang, validasi kedua yaitu 79% dengan kategori layak untuk dijadikan penunjang dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 presentase maka keseluruhannya 66,5% dengan kriteria layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan. Adapun hasil uji kelayakan modul pembelajaran dalam bidang media dapat dilihat pada tabel 4.3.

b. Output Hasil Uji Kelayakan Bidang Media

Hasil dari output penelitian tentang kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 2 ahli materi dan 2 ahli media. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang media adalah kelayakan cover modul pembelajaran, Kelayakan tampilan modul pembelajaran, Kelayakan isi modul, kelayakan penyajian modul pembelajaran. Hasil dari uji kelayakan materi kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Uji Kelayakan Media Pada Modul Pembelajaran Pembelajaran Kandungan zat organik Tandan Kosong Kelapa Sawit.

No	Kategori	Presentase		Kriteria	
		V1(%)	V2(%)	V1	V2
1	Kelayakan cover modul	80	90	Layak	Sangat Layak
2	Kelayakan tampilan umum	75	80	Layak	Layak
3	Kelayakan isi modul	76	100	Layak	Sangat layak
4	Kelayakan penyajian	80	83	layak	Sangat Layak
Rata-rata		77,75	88,25	Layak	Sangat Layak
Presentase Keseluruhan		83		Sangat Layak	

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa instrument kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli media pada modul pembelajaran kandungan zat organik tandan kosong kelapa sawit memiliki rata-rata presentase validasi pertama yaitu 77,75 dengan kategori layak untuk dijadikan referensi, validasi kedua yaitu 88,25% dengan kategori dengan sangat layak untuk dijadikan

referensi dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 maka presentase keseluruhannya 83% dengan kriteria sangat layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan.

c. Hasil Uji Kelayakan Modul Pembelajaran

Berdasarkan kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli materi, pada modul pembelajaran uji kandungan zat organik limbah tandan kosong kelapa sawit memiliki rata-rata presentase untuk validasi pertama yaitu 54% dengan cukup layak untuk dijadikan sebagai penunjang, validasi kedua yaitu 79% dengan kategori layak dijadikan penunjang dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 maka presentase keseluruhannya yaitu 66,5% layak digunakan sebagai referensi ekologi dan problematika lingkungan. Sedangkan dalam bidang media memiliki rata-rata presentase validasi pertama validasi pertama yaitu 77,75 dengan kategori layak untuk dijadikan referensi, validasi kedua yaitu 88,25% dengan kategori dengan sangat layak untuk dijadikan referensi dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 maka presentase keseluruhannya 83% dengan kriteria sangat layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan.

Komponen penelitian modul pembelajaran terdapat beberapa komentar yang baik namun terdapat beberapa penilaian yang perlu adanya perbaikan seperti penulisan, materi pada modul pembelajaran, gambar yang terdapat dalam modul pembelajaran, ukuran modul pembelajaran dan cover yang harus di sesuaikan kembali.

B. Pembahasan

1. Kandungan Zat Organik Dalam Pupuk Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pengukuran zat organik dilakukan pada saat pupuk organik padat telah matang dan dapat digunakan. Proses pembuatan pupuk organik padat tkks dilakukan dengan proses fermentasi. Hasil fermentasi pupuk padat tandan kosong kelapa sawit dengan bahan utama tandan buah segar yang sudah diolah yang ditambahkan, gula, dan ampas kelapa dan EM4 sebagai starter selama kurang lebih 30 hari atau lebih bagusnya selama 3 bulan agar matang dengan sempurna.⁴³

Selama proses fermentasi pupuk padat tandan kosong kelapa sawit berlangsung dilakukan beberapa perlakuan khusus yaitu dihindari tempat-tempat yang lembab dan tidak terkena hujan. Dalam hal ini bertujuan agar proses fermentasi berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang memuaskan dan memiliki warna yang kecoklatan.

Berdarkan hasil uji yang dilakukan pada laboratorium dibalai riset dan standarisai industri (Baristand) Banda Aceh yang terlampir pada lampiran, didapatkan hasil pengujian kandungan pupuk organik padat tandan kosong kelapa sawit berupa kandungan nitrogen, phospor, dan kalium. Kandungan nitrogen dalam pengujiannya menggunakan metode kjedahl dengan hasil 0,33%. kandungan phospor dalam pengujiannya menggunakan metode

⁴³ Joko warsito,dkk, Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, Jurnal Akademika Kimia, Vol, 1 No, 3(2016), h. 8-15

Spektrofotometri dengan hasil yaitu sebesar 0,36%. Dan unsur kalium yaitu sebesar 0,12% dengan menggunakan metode AAS%.

Penambahan N,P,K berfungsi dalam mendukung proses foto sintesis dan produksi fotosintat yang dihasilkan, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme pengubahan unsur hara N,P,K menjadi senyawa organik atau energi disebut metabolisme, unsur hara dapat tidak dapat digantikan dengan unsur hara lain sehingga dengan unsur hara tanaman dapat memenuhi siklus hidup.

Nitrogen (N) diserap oleh tanaman dalam bentuk nitrat atau ammonium, tanaman yang hidupnya dengan media berisi air akan lebih suka menyerap nitrogen dalam bentuk ammonium, sedangkan tanaman yang hidupnya dengan media tanah akan lebih baik tumbuhnya bila tersedia N dalam bentuk nitrat. Fungsi ammonium terhadap tumbuhan adalah menyebabkan pertumbuhan pesat, sel-sel membesar, serta daun melebar.

Phospor (P) dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk ion H_2PO_4 dan sebagian kecil dapat diserap dalam bentuk ion HPO_4 yang berfungsi terhadap tanaman adalah mempercepat tumbuhan dan perkembangan ujung-ujung akar dan titik tumbuh. Fosfor juga memiliki peranan dalam fotosintesis.

Kalium (K) merupakan unsur yang berperan penting dalam penyusunan protein dan karbohidrat, dan menjadi katalisator proses metabolisme tanaman, serta berperan dalam merangsang pertumbuhan akar. Kalium yang diserap dalam bentuk ion K^+ oleh tanaman sangat dibutuhkan untuk mempercepat pertumbuhan

jaringan meristematik, serta menebalkan dan memperkuat sel-sel batang tanaman.

Penelitian Cut Putri Nahrishah menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap unsur pada pupuk organik cair kulit singkong, perbedaan unsur tersebut dikarenakan bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair. Unsur yang dominan pada pupuk organik cair kulit singkong adalah unsur phosphor. Selanjutnya adalah unsur nitrogen , dan yang paling sedikit adalah unsur kalium.⁴⁴

Penelitian Imam Firmansyah menunjukkan bahwa fungsi natrium, phospor, dan kalium berkaitan erat dalam mendukung proses fotosintesis, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme pengubah unsur hara N, P,K. menjadi senyawa organik atau energi yang disebut metabolisme. Unsur hara tidak tepat sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut dapat memenuhi siklus hidupnya.⁴⁵

Berdasarkan hasil uji kandungan yang telah dilakukan, terdapat hasil yang berbeda pada setiap unsur yaitu dikarenakan bahan yang digunakan dalam pupuk organik limbah padat tandan kosong kelapa sawit, unsur yang paling tinggi adalah kandungan phospor selanjutnya kandungan nitrogen dan yang paling rendah yaitu kalium.

⁴⁴ Cut Putri Nahrishah, Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Menjadi Pupuk Organik Cair Sebagai Penunjang Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan. (Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-raniry, 2019), h. 59

⁴⁵ Imam Firmansyah, dkk, "Pengaruh kombinasi Dosis Pupuk N, P, dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terang", *Jurnal Hort*, Vol. 27, No. 1 (2017), hal. 69-78.

Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa dengan memberikan pupuk kompos padat tandan kosong kelapa sawit dapat meningkatkan produksi pada tanaman dengan menggunakan pupuk kompos padat tandan kosong kelapa sawit juga lebih meningkatkan tinggi batang dan jumlah daun, serta menghasilkan ukuran daun yang lebih besar dari pada tanpa menggunakan pupuk kompos padat.

2. Ouput Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Referensi Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan

Modul pembelajaran Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan, di khususnya mengenai pencemaran darat yang disebabkan oleh sampah. Selain membahas mengenai sampah organik.

Pembahasan pada modul pembelajaran khususnya mengenai sampah tandan kosong kelapa sawit dan bagaimana cara mengolah sampah organik menjadi pupuk organik padat. Berikut merupakan gambar cover modul yang akan dibuat menjadi modul pembelajaran mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan.



Gambar 3.1 Contoh Cover Modul Pembelajaran

3. Hasil kelayakan Output sebagai referensi tambahan mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan.

Hasil dari pemanfaatan limbah padat tandan kosong kelapa sawit menjadi pupuk organik padat ini akan dibuat modul pembelajaran. Modul ini sebagai referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan yang nantinya dapat digunakan baik oleh mahasiswa, maupun bagi masyarakat sekitaran pabrik sawit. Tujuan pembuatan modul agar nantinya tandan kosong yang selama ini terbuang sia-sia dapat dimanfaatkan dan akan menghasilkan nilai ekonomis pada tandan kosong tersebut.

Materi pencemaran mempelajari mengenai segala macam yang terjadi di daratan, air, dan udara. Mata kuliah ini juga mempelajari tentang cara mengolah limbah dan mahasiswa mengenal berbagai macam pencemaran, penyebab, dan cara menangani pencemaran tersebut. Adapun penelitian ini berfungsi agar mahasiswa dapat memanfaatkan limbah tandan kosong kelapa sawit dalam rangka membantu mengurangi pencemaran.

Modul pembelajaran uji kandungan limbah padat tandan kosong kelapa sawit menjadi pupuk kompos padat dimulai dengan daftar isi. seterusnya modul ini akan dibagi tiga bab. Bab I berisi tentang deskripsi modul, serta petunjuk dalam menggunakan modul. Bab II mengenai landasan teori yang di dalamnya membahas tentang uraian materi mengenai definisi sampah dan klasifikasinya, pencemaran diakibatkan oleh sampah tersebut. Adapun bab III yaitu penutup, yang didalamnya terdiri dari kesimpulan dari pembahasan modul pembelajaran. Bagian terakhir dari modul pembelajaran berisi daftar pustaka sebagai referensi yang digunakan, lampiran, serta riwayat hidup penulis.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji kandungan pupuk padat yang telah dilakukan dengan menggunakan tandan kosong kelapa sawit, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan zat organik dalam pupuk padat tandan kosong yang telah di uji terdapat kandungan nitrogen 0,33% phospor 0,36% dan kalium 0,12%.
2. Hasil uji kelayakan modul pembelajaran mendapatkan hasil presentase kelayakan media sebanyak 83% dengan kriteria sangat layak digunakan. Sedangkan presentase materi sebanyak 66,5% dengan kriteria layak digunakan sebagai media pembelajaran.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah disampaikan di atas, maka perlu dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada pihak-pihak yang tertarik terhadap penelitian ini untuk dapat melakukan uji lanjutan pupuk padat tandan kosong kelapa sawit dengan menguji unsur mikro yang terdapat di dalam pupuk tersebut.
2. Bagi mahasiswa biologi, diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan tentang limbah padat dengan menggunakan cangkang sebagai pupuk sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan referensi mata kuliah ekologi dan problematika lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arjunius Sitepu. Dkk. 2017. Respon Pertumbuhan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* var. *Saccharata* Sturt) Terhadap Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit Dan NPK. *Jurnal Jom feperta*. Vol. 4 No. 2.
- Anggun zuhaida. Dkk. 2018. Deskripsi Saintifik Pengaruh Tanah Pada Pertumbuhan Tanaman Studi Terhadap QS. Al-A'raf Ayat 58. *Jurnal Thabiea*. Vol. 1. No. 2.
- Agoes Soegiant. 2005. *Ilmu Lingkungan Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Surabaya: Airlangga Universitas Press.
- Andi Haryanti. Dkk. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Konversi*. Vol. 3 No. 2.
- Budi Haryawan. 2015. Pemberian Kompos Tandan kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tumbuhan Jagung(*zea mays*). *Jurnal JOM Faperta*. Vol. 2 No. 2.
- Cut Putri Nahrisah. 2019. Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Menjadi Pupuk Organik Cair Sebagai Penunjang Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
- Deiisy L Nusantara. 2012. Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Secara Biologis dengan Media Lumpur Aktif. *Jurnal Lingkungan*. Vol. 13. No. 6.
- Direktorat Sarana Produksi. 2006. *Pupuk Terdaftar, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Dwi Rahdiyanta, *Teknik Penyusunan Modul*, 2005, dari situs <http://staf.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>, h.
- Dwi Rahdiyanta, *Teknik Penyusunan Modul*, 2005. dari situs <http://staf.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>, h.
- Kuntojo. 2009. *Metodelogi Penelitian*. Kediri. h.19.
- Fauzi Widyastuti. 2012. *Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil Dan Limbah Usaha Dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gatot Soemartono. 1996. *Hukum Lingkungan*. Jakarta: Sinar Grafika.

Hendhata Agusta. Dkk. 2013. Pengaruh Tingkat Kematangan Kompos Tandan Kompos Tandan Kosong Sawit dan Mulsa Limbah Padat Kelapa Sawit Terhadap Produksi Tanaman Tomat pada Tanah Ultisol, *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. Vol. 10. No. 2.

Hasil wawancara dengan mahasiswa leting 2015 dan 2015 di Banda aceh.

Imam Firmansyah, dkk. 2017. "Pengaruh kombinasi Dosis Pupuk N, P, dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terang". *Jurnal Hort*. Vol. 27. No. 1.

Joko Warsito. Dkk. 2016. Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Jurnal Akademika Kimia*. Vol. 5 No. 1.

Laboratorium Teknologi Pengelolaan Limbah Padat dan B3. 2012. Surabaya: Seminar Nasional.

Lilis Endang Sunarsih. 2017. *Penanggulangan Limbah*. Yogyakarta: Deepublish.

Medha Baskara. Dkk. 2020. pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut (*Zea mays certina*). *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 8. No. 2.

Muhammad Hatta. Dkk. 2014. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pupuk Organik Pada *Intercropping* Kelapa Sawit Dan Jagung. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 17. No.1.

Marthini Fanggi. Dkk. 2020. Medha Baskara, dkk, pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut (*Zea mays certina*), *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 8. No. 2.

Netty Kamal. 2009. *Karakterisasi Dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit*. Bandung: ITENAS.

Panduan Program S1 dan D3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2008/2009, h. 38

Putri Nilakandi Perdanawati Pitoyo. Dkk. 2016. Kinerja Pengolahan Limbah Hotel Peserta Proper dan Non Proper di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *Jurnal Ecotrophic*. Vol. 10. No. 1.

Panduan Program S1 dan D3 IAIN Ar-Raniry Tahun Akademik 2013/2014, h. 3.

Panjaitan carlos. 2010. *Pengaruh Pemanfaatan Kompos Solid Dalam Media Tanam dan Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) di Pre Nurseri*. Medan: Universitas Sumatra Utara.

Penti Suryani. Dkk. 2019. Analisis Mutu Kimia dan Organoleptik Pupuk Organik Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Dossi EM4 Berbeda, *Jurnal Agroteknologi*. Vol, 9. No. 2.

Surya Dharma. 2008. *tekhnikPenulisan*. Jakarta:Ditjen PMPTK.

Riandi, *Media Pembelajaran Biologi*, diakses pada tanggal 12 Desember 2017 dari situs:<http://file.upi.edu>.

Roidah. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah, Agroforesti, Fakultas Pertanian Universitas Tukungagung Bonorowo, Vol, 1 No. 1

Rezkey Mulyavan. 2004. *Panduan Pembuatan Modul*. Bogor: IPB

Rizqi. dkk.2013. Kelayakan Teoritis Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Materi Mutasi Untuk SMA. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. Vol. 2, No. 2.

Racman Susanto. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*,. Yogyakarta: Kanisius.

Sutejo S. 1990. *Ilmu Memupuk*. Jawa Barat : Bina Cipta

Sarief. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung: Penebar Swadaya, 2003),h. 46

Salmina. 2012. *Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang*. Sumatera Barat: STKIP PGRI.

Suhardjono. 2005. *Pedoman Penyusun Karya Ilmiah di Bidang Pendidikan Pengembangan Profesi*. Jakarta: Depdikbud.

Siahan. 2004. *Hukum Lingkungan Pembangunan Edisi Ke 2*. Jakarta : Erlangga.

Tanto Pratondo Utomol dan Marimin. 2002. Sistem Penanganan Limbah Gas Pabrik Karet Remah, *Prceeding, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*.

Unik Ambar Wati, *Pelaksanaan Pembelajaran yang Kondusif dan Efektif*, Diakses pada tanggal 11 Desember 2017 dari situs <http://staff.uny.ac.id/files/pelaksanaan%20pembelajaran.pdf>.

Wawancara dengan Salah Satu Dosen Pengampu Mata Kuliah Ekologi dan Masalah Lingkungan, pada Tanggal 22 Juli 2020 Banda Aceh.

Lampiran I

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
Nomor: B-11394/Un.08/FTK/KP.07.6/10/2020

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang :**
- bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
 - bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- Mengingat :**
- Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 - Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
 - Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;
 - Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
 - Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
 - Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
 - Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Memperhatikan :** Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 16 September 2020
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan :** Menunjuk Saudara:
- PERTAMA :**
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| Nurfia Zahara, M. Pd | sebagai Pembimbing Pertama |
| Cut Ratna Dewi, M. Pd | sebagai Pembimbing Kedua |
- Untuk membimbing Skripsi :
- Nama : Rakibah
NIM : 160207110
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan
- KEDUA :** Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2020;
- KETIGA :** Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021;
- KEEMPAT :** Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditandatangani di : Banda Aceh
Pada tanggal : 26 Oktober 2020
An. Rektor
Dekan
Muslim Razali

Tembusan

- Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Ketua Prodi Pendidikan Biologi;
- Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
- Yang bersangkutan.

Lampiran II

3/21/2021 Document



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : umizar-raniry.ac.id

Nomor : B-3008/Un 08 FTK.1 TL 00-03/2021
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth.
Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh (BARISTAND)

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama NIM : **RAKIBAH / 160207110**
Semester/Jurusan : **X Pendidikan Biologi**
Alamat sekarang : **Jl. Lingkar Kampus UIN Ar-raniry, Gampoeng Rukoh, Kec Syiah Kuala Banda Aceh**

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul ***Uji Kandungan Zat Organik pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 09 Maret 2021
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



Berlaku sampai : 09 Agustus 2021

Dr. M. Chalis, M.Ag.

Lampiran III



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: bns_bna@yahoo.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id



LAPORAN HASIL UJI Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 31 Maret 2021

Nomor Laporan : 779/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/III/20

Date of issue

Report Number

Kepada : Rakibah
To UIN Ar Raniry
di - Banda Aceh

Nomor Analisis : Kim - 21 127
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

Dari Contoh : Puput kompos tandan
Of the Sample (s) kosong kelapa sawit

Nomor BAPC : 64/Insd/Kim/2/2021
BAPC Number

Keterangan contoh : Diantar
Identity

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Kode Contoh : "FKKS"
Code Sample

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Sampling : -
Date Of Sampling

Tanggal Penerimaan : 25 Maret 2021
Received On

Tanggal Analisis : 25 Maret 2021
Date of Analysis

Hasil :
Results

No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji
1	Nitrogen	%	Kjedahl	0,33
2	Phosfor (sebagai P_2O_5)	%	Spektrofotometri	0,36
3	Kalium (sebagai K_2O)	%	AAS	0,12

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknik II LABBA

Nurlaila ST, MT

NIP. 19621108 198303 2 002

Lampiran IV

Lampiran 1

Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan

I. Identitas Penulis

Nama : Rakibah
NIM : 160207110
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II. Validator : Bidang Materi

III. Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan."

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai modul pembelajaran tersebut dengan melakukan pengisian daftar validasi yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar validasi yang diajukan.

Hormat saya,


Rakibah

IV. Deskripsi Skor

1 = Tidak Layak

2 = Kurang Layak

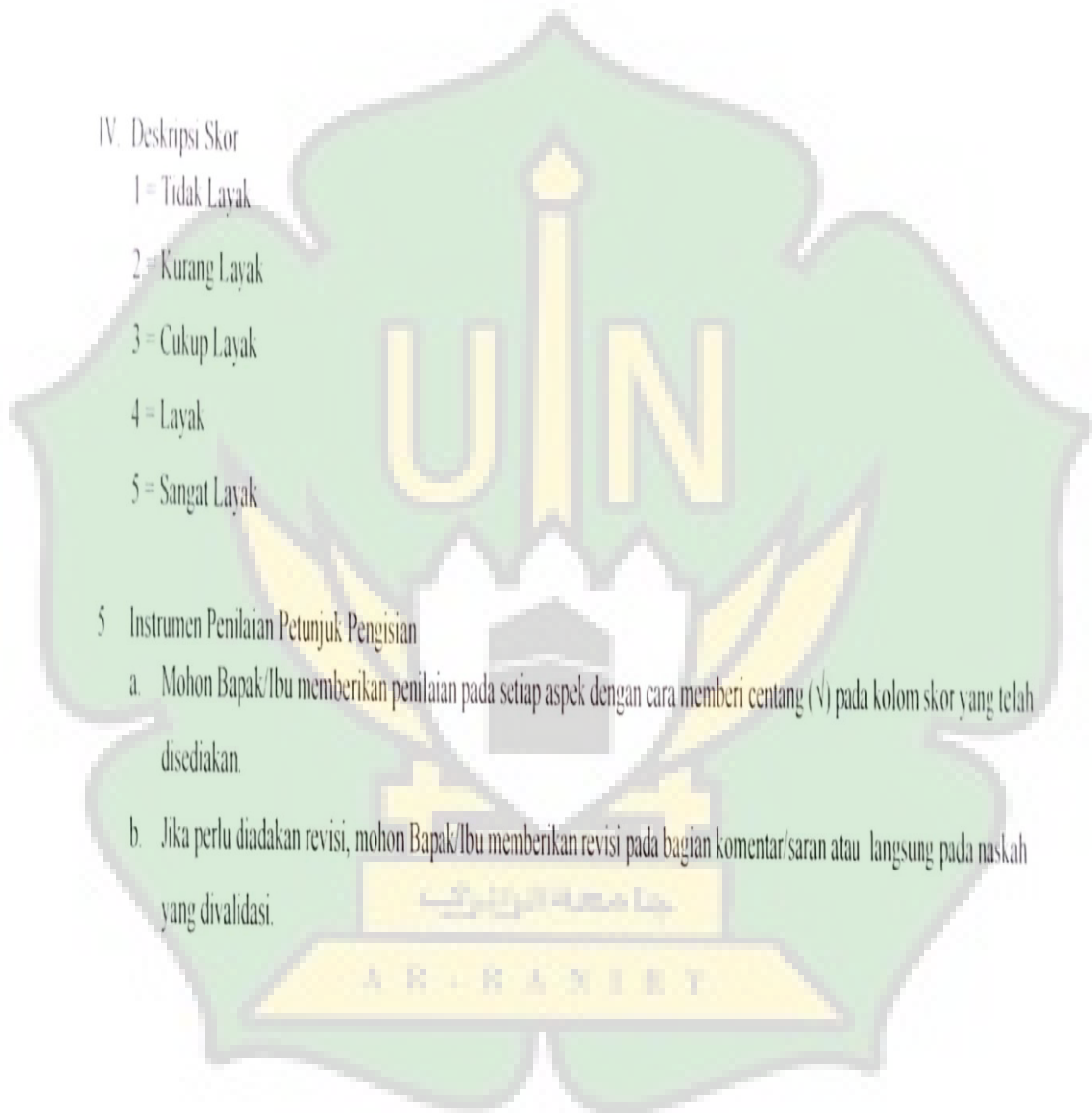
3 = Cukup Layak

4 = Layak

5 = Sangat Layak

5 Instrumen Penilaian Petunjuk Pengisian

- a. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
- b. Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.



Lembar Penilaian Modul Pembelajaran Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

1. Komponen Kelayakan Isi Modul Pembelajaran

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar saran
		1	2	3	4	5	
Cakupan Materi	Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan		✓	✓			tdk lengkap tdk modul & materi yg dimaksud
	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan		✓	✓			
	Kejelasan materi			✓			
Keakuratan Materi	Keakuratan fakta dan data				✓		tdk tepat gambar dlm modul
	Keakuratan konsep atau teori			✓			
	Keakuratan gambar atau ilustrasi	✓					
Kemutakhir an Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini			✓			
Rata-Rata Skor komponen kelayakan isi							

2. Komponen Kelayakan Penyajian

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar saran
		1	2	3	4	5	
Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian			✓			
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓			

Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian dan ketepatan gambar dengan materi	✓					tidak terdapat gambar yg mendukung teori
	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar	✓					
Rata-Rata Skor komponen kelayakan penyajian							

3. Komponen Kelayakan Kegrafikan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar saran
		1	2	3	4	5	
Artistik dan Estetika	Komposisi Modul sesuai dengan tujuan penyusunan Buku ekologi dan problematika lingkungan	✓					tidak terdapat gambar & layout yg menarik yg ada dalam Modul Mak. Ekologi.
	Penggunaan teks dan grafis proporsional			✓			
	Kemenarikan layout dan tata letak			✓			
Pendukung penyajian materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓		Ada masalah penyajian ini
	Produk bersifat informatif kepada pembaca				✓		
	Secara keseluruhan produk modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan	?		✓			
Rata-Rata skor komponen kelayakan kegrafikan							

4. Komponen Pengembangan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar saran
		1	2	3	4	5	
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian			✓			
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓			

Pendukung penyajian materi	Koherensi substansi				✓		
	Keseimbangan substansi				✓		
	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓		
	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓		
Rata-Rata skor Komponen kelayakan pengembangan (Sumber: Diadaptasi dari Rahmah (2013))							

Aspek Penilaian

81%-100% = Sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu modul pembelajaran yang dapat digunakan sebagai sumber belajar

61%-80% = Layak direkomendasikan dengan perbaikan yang ringan

41%-60% = Cukup layak direkomendasikan dengan perbaikan yang berat

21%-40% = Tidak layak untuk direkomendasikan

< 21 % = Sangat tidak layak direkomendasikan

Banda Aceh, 2021

Validator

[Signature]
Mutiya Hidayat, M.S.

Lampiran 2

Lembar Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan.

I Identitas Penulis

Nama : Rakibah
NIM : 160207110
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II Validator : Bidang Media

III. Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Referensi Tambahan Mata Kuliah Ekologi dan Problematika Lingkungan."

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai modul Pembelajaran tersebut dengan melakukan pengisian daftar validasi yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar validasi yang diajukan.

Hormat saya,

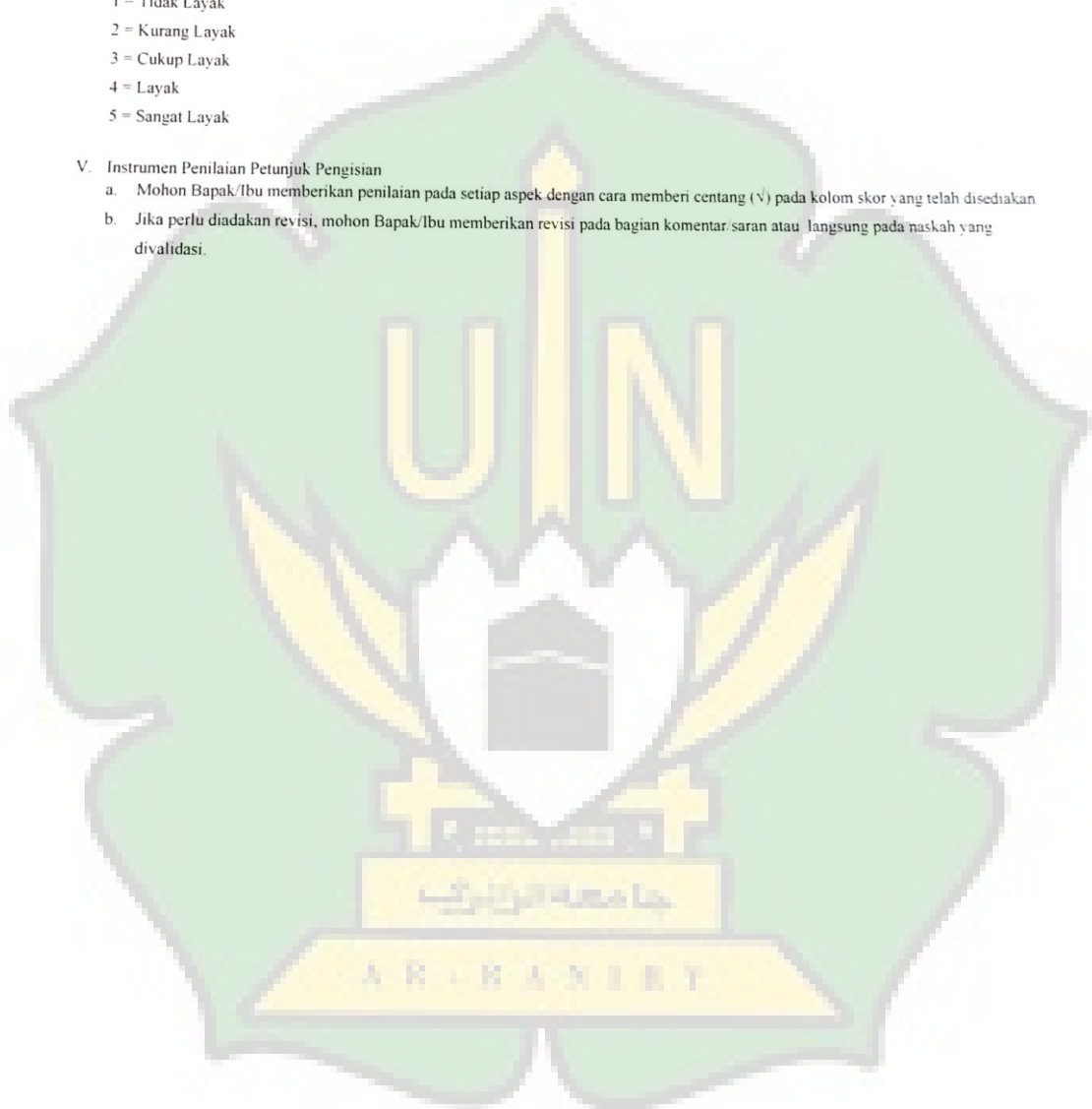

Rakibah

IV. Deskripsi Skor

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Cukup Layak
- 4 = Layak
- 5 = Sangat Layak

V. Instrumen Penilaian Petunjuk Pengisian

- a. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan cara memberi centang (✓) pada kolom skor yang telah disediakan
- b. Jika perlu diadakan revisi, mohon Bapak/Ibu memberikan revisi pada bagian komentar/saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.



Lembar Penilaian Modul Pembelajaran Uji Kandungan Zat Organik Pada Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

1. Komponen Kelayakan Isi Modul *Notes Media*

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Format Cover	Format margins pada cover Modul pembelajaran sudah sesuai				✓		
	Cover yang digunakan sesuai dengan warna, menarik dan kreatif				✓		
Keakuratan Materi	Keakuratan fakta dan data				✓		
	Keakuratan konsep atau teori				✓		
	Keakuratan gambar atau ilustrasi				✓		
Kemutakhiran Materi	Kesesuaian materi dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				✓		
Rata-Rata Skor komponen kelayakan isi							

2. Komponen Kelayakan Penyajian

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian				✓		
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep					✓	
Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian dan ketepatan gambar dengan materi			✓			
	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar			✓			
Rata-Rata Skor komponen kelayakan penyajian							

3. Komponen Kelayakan Keagrafikan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Artistik dan Estetika	Komposisi Modul sesuai dengan tujuan penyusunan buku Ekologi dan Problematika Lingkungan			✓			
	Penggunaan teks dan grafis proporsional				✓		
	Kemampuan layout dan tata letak				✓		
Pendukung penyajian materi	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				✓		
	Produk bersifat informatif kepada pembaca				✓		
	Secara keseluruhan produk modul pembelajaran ekologi dan problematika lingkungan				✓		
Rata-Rata skor komponen kelayakan keagrafikan							

4. Komponen Pengembangan

Sub komponen	Unsur yang dinilai	Skor					Komentar/saran
		1	2	3	4	5	
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian				✓		
	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓		
	Koherensi substansi				✓		
	Keseimbangan substansi				✓		
Pendukung penyajian materi	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓		
	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓		
Rata-Rata skor Komponen kelayakan pengembangan							

(Sumber: Diadaptasi dari Rahmah (2013))

Aspek Penilaian :

81%-100% = Sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu modul pembelajaran yang dapat digunakan sebagai sumber belajar

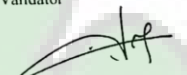
61%-80% = Layak direkomendasikan dengan perbaikan yang ringan

41%-60% = Cukup layak direkomendasikan dengan perbaikan yang berat

21%-40% = Tidak layak untuk direkomendasikan

< 21 % = Sangat tidak layak direkomendasikan

Banda Aceh, 15-7-2021
Validator


Enrawani, M. Pd



Validasi Penilaian Produk Modul Pembelaj:
Pertanyaan Jawaban 1

1 jawaban

Menerima Jawaban

Ringkasan Pertanyaan Individual

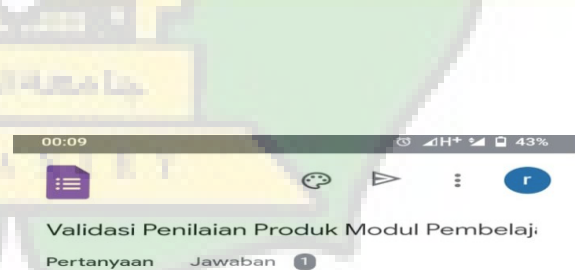
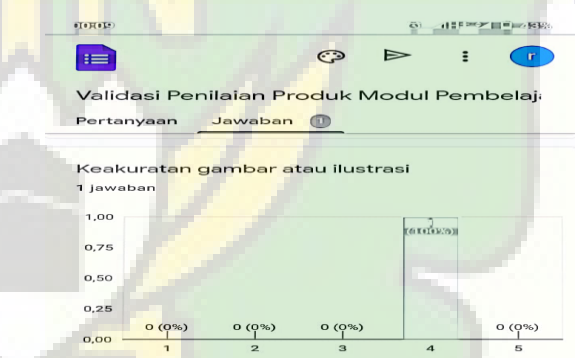
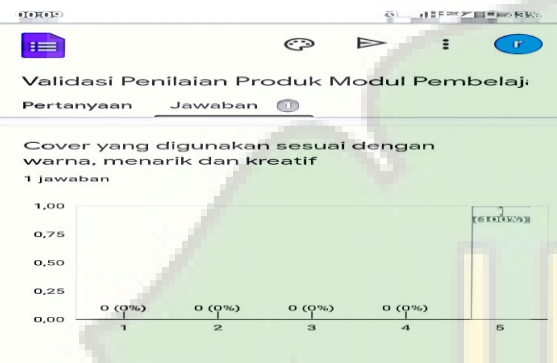
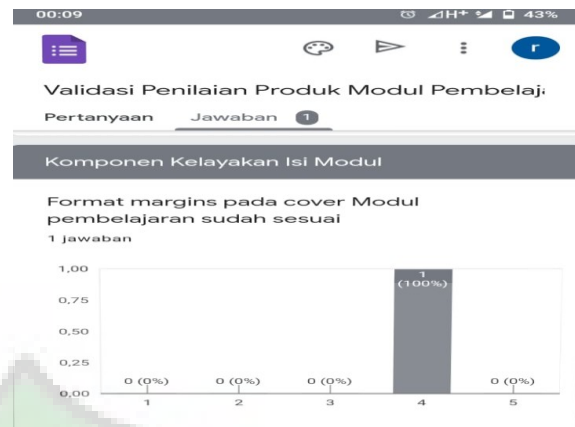
Nama :
1 jawaban

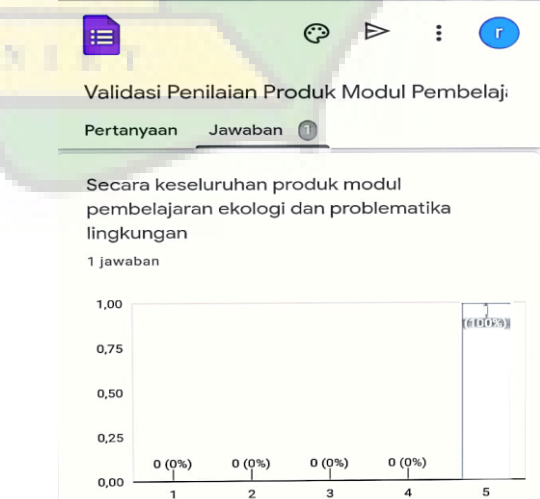
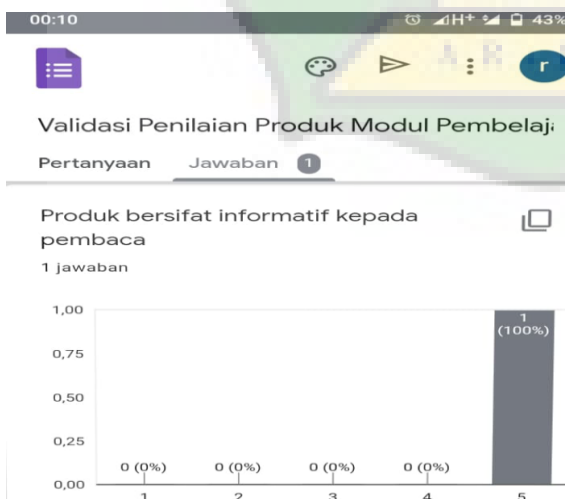
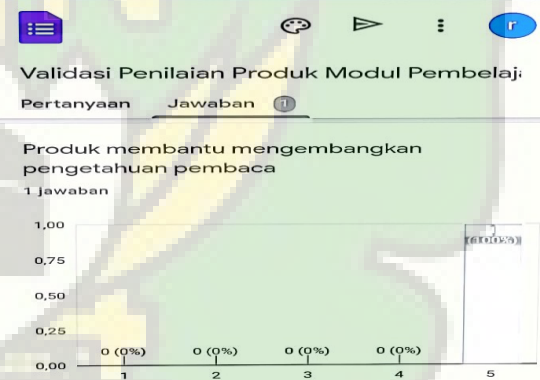
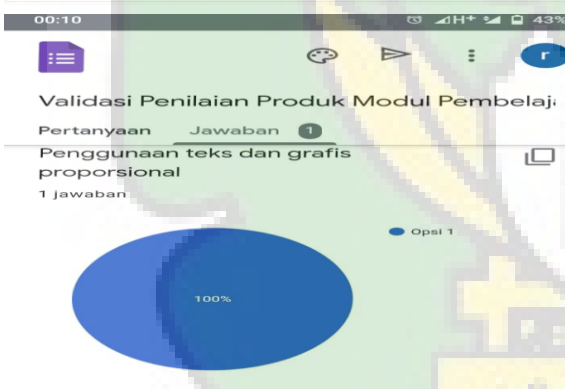
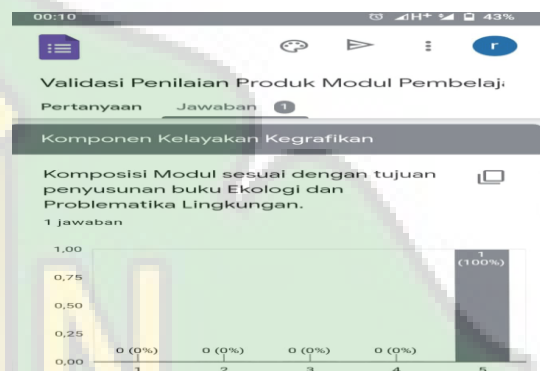
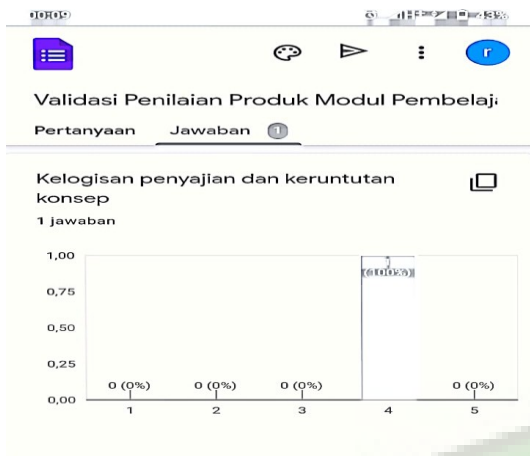
Cut Ratna Dewi, M.Pd

NIP/NIDN
1 jawaban

198809072019032013

Komponen Kelayakan Isi Modul





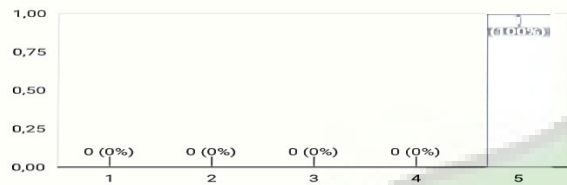
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Konsistensi sistematika sajian

Konsistensi sistematika sajian

1 jawaban



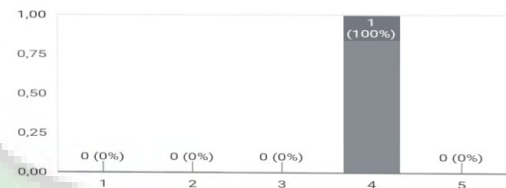
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

1 jawaban



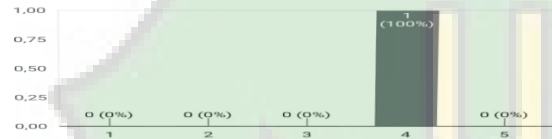
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Koherensi substansi

Koherensi substansi

1 jawaban



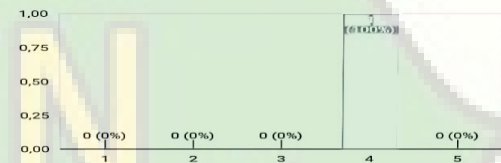
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Keseimbangan substansi

Keseimbangan substansi

1 jawaban



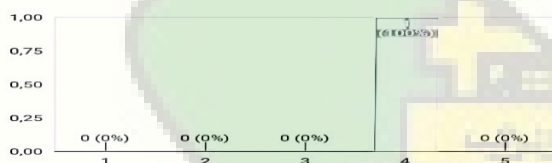
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

1 jawaban



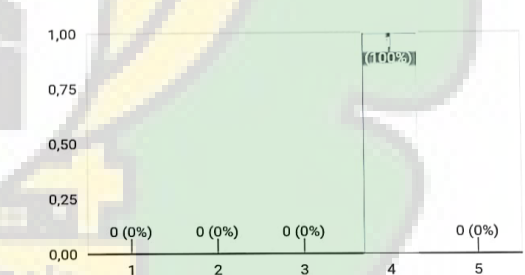
Validasi Penilaian Produk Modul Pembelajaran

Pertanyaan Jawaban 1

Adanya rujukan atau sumber acuan

Adanya rujukan atau sumber acuan

1 jawaban



DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar: Kebun Sawit Terdapat Tandan kosong dibuang



Gambar: Tandan Kosong yang sudah



Gambar: Tandan Kosong yang sudah diolah menjadi pupuk kompos



Gambar: Pupuk kompos