

**PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS  
POTENSI LOKAL BUDIDAYA UDANG VANNAMEI  
(*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI  
PUPUK DAUN LAMTORO**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelara Sarjana Pendidikan pada Progam Studi Pendidikan  
Biologi



Diajukan Oleh:

**INDY NAURAH 'ATIQA**

2108086015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2025**

**PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS  
POTENSI LOKAL BUDIDAYA UDANG VANNAMEI  
(*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI  
PUPUK DAUN LAMTORO**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelara Sarjana Pendidikan pada Progam Studi Pendidikan  
Biologi



Diajukan Oleh:

**INDY NAURAH 'ATIQA**

2108086015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp. 024-7601295 Fax 7615387

### PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal  
Budidaya Udaang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan  
Aplikasi Pupuk Dama Lamtoro

Penulis : Indy Naurah Atiqah

NIM : 210006015

Program Studi : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana  
dalam Ilmu Pendidikan Biologi.

Semarang, Juli 2025

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Widi Cahaya Adi, M.Pd.  
NIP. 199206192019031014  
Penguji Utama I

Sekretaris Sidang/Penguji

Hafidha Asmi Akmalia, M.Sc.  
NIP. 198908212019032013  
Penguji Utama II

Dr. Siti Mukhlisoh Setyawati, M.Sc.  
NIP. 19761117200912001  
Pembimbing I



Muztati Na'ima, M.Sc.  
NIP. 198809302019032016  
Pembimbing II

Dwitini Ayudewandari Pranatami, M.Sc.  
NIP. 199205022019032011

Arifah Purnamaningrum, M. Sc.  
NIP. 198905222019032010

## PERNYATAAN KEASLIAN

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Indy Naurah 'Atiqah

NIM : 2108086015

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS  
POTENSI LOKAL BUDIDAYA UDANG VANNAMEI  
(*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI  
PUPUK DAUN LAMTORO**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya  
sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 Juni 2025

Pembuat Pernyataan,



Indy Naurah 'Atiqah  
NIM. 2108086015

## NOTA DINAS

### NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamualaikum. Wr. Wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan E-Modul Invertebrata  
Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang  
Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan  
Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro

Nama : Indy Naurah 'Atiqah  
NIM : 2108086015  
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munasqasyah.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb*

Pembimbing I



Dwime Ayudewandari Pranatami, M.Sc.  
NIP. 199205022019032031

## Nota Dinas

### NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi  
Fakultah Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang  
*Assalamualaikum. Wr. Wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan E-Modul Invertebrata  
Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang  
Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan  
Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro  
Nama : Indy Naurah 'Atiqah  
NIM : 2108086015  
Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb*

Pembimbing II



Arifah Purnamaningrum, M.Sc.  
NIP. 198905222019032010

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS POTENSI LOKAL BUDIDAYA UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI PUPUK DAUN LAMTORO**

Indy Naurah 'Atiqah  
2108086015

Pembelajaran yang mengintegrasikan potensi lokal menjadi lebih relevan dan kontekstual bagi peserta didik. Potensi lokal di sekitar peserta didik dapat membantu memahami materi pembelajaran dalam kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Tujuan dari penelitian ini untuk menjelaskan langkah pengembangan e-modul dan menganalisis kelayakan e-modul invertebrata berbasis potensi lokal udang vannamei pada penggunaan POC daun lamtoro. Jenis penelitian yang digunakan adalah pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model Borg and Gall. Uji kelayakan e-modul berdasarkan ahli media, ahli materi, respon guru, dan respon peserta didik sangat layak untuk dipergunakan sebagai media pembelajaran biologi pada materi invertebrata. Terdapat tujuh tahap dalam pengembangan e-modul yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara, pertama membudidayakan udang vannamei dengan sistem konvensional, kedua pelaksanaan uji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi udang vannamei invertebrata yang dianalisis melalui uji *One Way ANOVA*, dan terakhir studi literatur materi, desain bahan ajar, validasi bahan ajar, revisi desain produk, uji coba skala terbatas, dan revisi produk. Hasil uji kelayakan oleh ahli media dengan presentase 79,78%, ahli materi dengan presentase 89,9%, respon guru dengan presentase 94,5% dan respon peserta didik mendapat presentase 86,54%.

**Kata Kunci:** Media pembelajaran; e-modul; potensi lokal; budidaya udang vannamei; uji proksimat

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah serta inayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat beserta salam penulis kirimkan untuk junjungan alam yakni Nabi Muhammad Shollallahu 'Alailu Wasallam yang telah membawa umat manusia dari alam jahiliyah menuju alam yang penuh cahaya keimanan dan ilmu pengetahuan.

Skripsi ini dengan judul **"Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro"** merupakan hasil karya ilmiah yang ditulis untuk diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Pada Program Studi Pendidikan Biologi.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan petunjuk serta bantuan yang bermandaat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

3. Bapak Dr. H. Listyono, M.Pd., selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Dwimei Ayudewandari Pranatami, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Arifah Purnamaningrum, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II, dan Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dosen Wali yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan begitu sabar membimbing peneliti dalam menyusun skripsi ini hingga selesai.
5. Ibu Nisa Rasyida, M.Pd dan Ibu Dr. Siti Mukhlisoh, M.Sc., selaku Dosen Validator Bahan Ajar.
6. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang turut memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Yuni Rahmawati M.Si., selaku Guru Biologi dan Peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu yang telah memberikan bantuan serta dukungan yang luar biasa dalam melaksanakan penelitian ini.
8. Teristimewa kedua orang tua hebat penulis Bapak Muhammad Syuaeb dan Ibu Nurul Marzuqoh yang telah memberikan arahan, motivasi, dukungan, dan do'a tiada henti dan tanpa diminta. Terimakasih untuk kepercayaan dan kado terhebat yang tentunya tidak dapat tergantikan buat bapak ibuk hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teruntuk adikku satu-satunya Muhammad Ken Madda terimakasih telah memotivasi penulis agar selalu

menjadi yang terbaik disegala kondisi. Penulis berjanji untukmu seperti yang tertulis pada lirik lagu nina “*Segala hal ku upayakan untuk melindungi, tumbuh lebih baik, cari panggilanmu. Jadi lebih baik dibanding diriku, Tuk sementara ini aku mengembara jauh*”.

10. Keluarga penulis mbah sik, mbah pah, dan mbah lek, bupo pakpo, kakak dan adik penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
11. Manusia tak sadar tapi layaknya saudara, *my emergency call* disetiap kondisi Halimah Mahdiyah, Nur Fitri Luthfiyah, S.Pd., dan Dion Wahyu Budi Pratama, S.Si terimakasih selalu memberi dukungan tanpa harus diminta dan selalu ada meski jarak memisahkan. Menetaplah dan tolong hidup lebih lama lagi.
12. Teman baik penulis di tanah rantau Della Setya Rahma, Rizky Bagus Fahreza, Silfia Rizqi Zulia, dan Hawaa Nur Aiga terimakasih selalu ada dan menjadi layaknya saudara diperantauan ini, tanpa kalian mungkin kehidupan penulis di tanah rantauan ini seperti monokrom tanpa warna, semoga hal baik selalu menyertai kalian dan selamat mengepakkan sayap lebih tinggi.
13. Teruntuk “*P Inpo Members*” terimakasih telah berbagi dan saling support hingga akhirnya sama-sama menyelesaikan studi di prodi pendidikan biologi ini, *see u on top guyss!!*.
14. Orang baik yang selalu *support* penulis dengan afirmasi positifnya Alfin Miftahul Ilmi, Aulia Nurul Zakiyah, Rahma Dwi Septya dan Fadilah.

15. Teman-teman pendidikan biologi kelas A angkatan 2021, Teman PIP SMAN 1 Kendal, dan Keluarga Posko 9 Desa Pojoksari Ambarawa yang telah kebersami memberi dukungan kepada penulis.

Semoga kebaikan dan keikhlasan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Sehingga segala bentuk masukan, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan yang akan datang.

Semarang, 11 Juni 2025

Penulis,

Indy Naurah 'Atiqah

NIM. 2108086015

## DAFTAR ISI

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| <b>SKRIPSI</b> .....                         | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....               | ii   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....             | iii  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....             | iii  |
| <b>NOTA DINAS</b> .....                      | iv   |
| <b>NOTA DINAS</b> .....                      | iv   |
| <b>NOTA DINAS</b> .....                      | v    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                         | vi   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                  | vii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                      | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                   | xiii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                    | xvi  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                 | xvii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....               | 1    |
| A. Latar Belakang.....                       | 1    |
| B. Identifikasi Masalah .....                | 6    |
| C. Rumusan Masalah .....                     | 7    |
| D. Tujuan Penelitian .....                   | 7    |
| E. Manfaat Penelitian .....                  | 8    |
| F. Asumsi Pengembangan.....                  | 9    |
| G. Spesifikasi Produk .....                  | 9    |
| <b>BAB II LANDASAN PUSTAKA</b> .....         | 11   |
| A. Kajian Teori .....                        | 11   |
| 1. Pembelajaran Berbasis Potensi Lokal ..... | 11   |
| 2. E-Modul Pembelajaran .....                | 25   |
| B. Kajian Penelitian yang Relevan .....      | 35   |
| C. Kerangka Berpikir.....                    | 41   |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....       | 44   |
| A. Model Pengembangan .....                  | 44   |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| B. Subjek penelitian.....                                | 49         |
| C. Teknik pengumpulan data.....                          | 50         |
| D. Teknik analisis data.....                             | 58         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                 | <b>62</b>  |
| A. Langkah Pengembangan E-Modul.....                     | 62         |
| 1. Potensi dan Masalah.....                              | 62         |
| 2. Pengumpulan Data. ....                                | 64         |
| 3. Validasi Bahan Ajar .....                             | 90         |
| 4. Desain Bahan Ajar.....                                | 91         |
| 5. Revisi Desain Produk.....                             | 93         |
| 6. Uji Coba Produk Skala Terbatas.....                   | 94         |
| 7. Revisi Produk.....                                    | 94         |
| B. Uji Kelayakan E-Modul.....                            | 94         |
| 1. Hasil Penilaian Ahli Media.....                       | 96         |
| 2. Hasil Validasi Materi.....                            | 97         |
| 3. Hasil Uji Respon Guru .....                           | 98         |
| 4. Hasil Uji Respon Peserta Didik.....                   | 99         |
| 5. Revisi Produk.....                                    | 100        |
| 6. Kajian Produk Akhir.....                              | 109        |
| 7. Keterbatasan E-Modul .....                            | 118        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                               | <b>120</b> |
| A. Kesimpulan.....                                       | 120        |
| B. Saran.....                                            | 122        |
| C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut ..... | 122        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                              | <b>123</b> |
| <b>RIWAYAT HIDUP.....</b>                                | <b>171</b> |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>                                                                                                                                       | <b>Halaman</b> |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2. 1   | Struktur morfologi udang vannamei Adawiyah (2021)                                                                                                  | 14             |
| Gambar 2. 4   | Daun lamtoro. (Rosida, 2022)                                                                                                                       | 19             |
| Gambar 2. 5   | Kerangka Berpikir                                                                                                                                  | 43             |
| Gambar 3. 1   | Tahapan penelitian pengembangan oleh Brog and Gall dalam (Sugiyono, 2013)                                                                          | 45             |
| Gambar 3. 2   | Tahapan pengembangan produk E-Modul berbasis potensi lokal budidaya udang vannamei pada materi invertebrata kelas X.                               | 46             |
| Gambar 4. 1   | Grafik Rata-Rata Survival rate di setiap Perlakuan                                                                                                 | 78             |
| Gambar 4. 2   | Hasil Uji Coba Produk                                                                                                                              | 95             |
| Gambar 4. 3   | Penjelasan Gizi Udang Vannamei (Sebelum Revisi)                                                                                                    | 101            |
| Gambar 4. 4   | penambahan video dampak dan penyebab stunting pada materi kandungan gizi udang vannamei yang dapat diakses ketika Gambar di touch (Setelah Revisi) | 102            |
| Gambar 4. 5   | penambahan artikel ilmiah terkait kandungan gizi dan pemanfaatan udang (Setelah Revisi)                                                            | 102            |
| Gambar 4. 6   | Gambar terlihat tidak jelas (jernih) (Sebelum Revisi)                                                                                              | 103            |
| Gambar 4. 7   | Penambahan Gambar pembanding untuk mendukung Gambar yang resolusinya rendah (Setelah Revisi)                                                       | 103            |
| Gambar 4. 8   | Gambar terlihat tidak jelas (jernih) (Sebelum Revisi)                                                                                              | 104            |
| Gambar 4. 9   | Peningkatan resolusi pada Gambar agar terlihat jelas dan tidak pecah saat di zoom. (Setelah Revisi)                                                | 104            |
| Gambar 4. 10  | Perbaikan Nama Ilmiah (Sebelum Revisi)                                                                                                             | 105            |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 11 Perbaikan Nama Ilmiah Setelah Revisi)                                | 105 |
| Gambar 4. 12 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Sebelum Revisi) | 106 |
| Gambar 4. 13 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Setelah Revisi) | 106 |
| Gambar 4. 14 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Setelah Revisi) | 107 |
| Gambar 4. 15 Perbaikan Penulisan (typo) (Sebelum Revisi)                          | 107 |
| Gambar 4. 16 Perbaikan Penulisan (typo) (Setelah Revisi)                          | 108 |
| Gambar 4. 17 Perbaikan Tata Letak Penulisan. (Sebelum Revisi)                     | 108 |
| Gambar 4. 18 Perbaikan Tata Letak Penulisan. (Setelah Revisi)                     | 109 |
| Gambar 4. 19 Menu Cover E-Modul                                                   | 110 |
| Gambar 4. 20 Menu Log-in E-Modul                                                  | 110 |
| Gambar 4. 21 Menu Utama E-Modul                                                   | 111 |
| Gambar 4. 22 Menu Capaian Pembelajaran                                            | 111 |
| Gambar 4. 23 Menu Tujuan Pembelajaran                                             | 112 |
| Gambar 4. 24 Menu Informasi E-Modul\                                              | 112 |
| Gambar 4. 25 Sub-Menu Tahapan Cara Budidaya Udang Vannamei                        | 113 |
| Gambar 4. 26 Contoh Tahapan Cara Budidaya Udang Vannamei                          | 113 |
| Gambar 4. 27 Menu Kandungan gizi Udang Vannamei                                   | 114 |
| Gambar 4. 28 Halaman Video Materi Tambahan                                        | 114 |
| Gambar 4. 29 Halaman Artikel Ilmiah Penunjang Materi                              | 115 |
| Gambar 4. 30 Menu Animalia Invertebrata                                           | 115 |
| Gambar 4. 31 Contoh Deskripsi Ciri-ciri Animalia Invertebrata disetiap Filumnya.  | 116 |
| Gambar 4. 32 Contoh Spesies Animalia Invertebrata disetiap Kelasnya.              | 116 |
| Gambar 4. 33 Contoh Soal pada E-modul.                                            | 117 |
| Gambar 4. 34 Menu Glossarium pada E-modul.                                        | 117 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 35 Menu Tentang Penulis pada E-modul. | 118 |
| Gambar 4. 36 Menu Daftar Pustaka pada E-modul.  | 118 |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Judul</b>                            | <b>Halaman</b> |
|--------------|-----------------------------------------|----------------|
| Tabel 2. 1   | CP dan Materi Pokok (Kemendikbud, 2022) | 34             |
| Tabel 4. 1   | Kandungan Pupuk Daun Lamtoro            | 66             |

## DAFTAR LAMPIRAN

| <b>Tabel</b>  | <b>Judul</b>                                                                    | <b>Halaman</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Lampiran 1    | Hasil Wawancara Guru Biologi Terkait Kebutuhan Peserta Didik.                   | 137            |
| Lampiran 2 .  | Hasil Angket Observasi Zoonvertebrata Berbasis Budidaya Lokal Di SMAN 1 Sidayu. | 141            |
| Lampiran 3    | Lembar validasi Ahli Media                                                      | 144            |
| Lampiran 4.   | Angket Respon Guru                                                              | 150            |
| Lampiran 5.   | Hasil Angket Respon Siswa                                                       | 153            |
| Lampiran 6.   | Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan                                           | 154            |
| Lampiran 7.   | SPSS Kadar Air                                                                  | 155            |
| Lampiran 8 .  | SPSS Kadar Abu                                                                  | 156            |
| Lampiran 9.   | SPSS Kadar Lemak                                                                | 157            |
| Lampiran 10 . | SPSS Kadar Protein                                                              | 158            |
| Lampiran 11.  | SPSS Kadar Karbohidrat                                                          | 159            |
| Lampiran 12.  | Dokumentasi                                                                     | 161            |
| Lampiran 13.  | Dokumentasi Pengujian Kadar Air                                                 | 162            |
| Lampiran 14   | Dokumentasi Pengujian Kadar Abu                                                 | 163            |
| Lampiran 15.  | Dokumentasi Pengujian Kadar Lemak                                               | 164            |
| Lampiran 16   | Dokumentasi Pengujian Kadar Protein                                             | 165            |
| Lampiran 17 . | Dokumentasi budidaya udang vannamei                                             | 166            |
| Lampiran 18 . | Hasil Lab Proksimat                                                             | 167            |
| Lampiran 19 . | Hasil Lab POC                                                                   | 168            |
| Lampiran 20 . | Penujukan Surat Riset                                                           | 169            |
| Lampiran 21.  | Surat Selesai Riset                                                             | 170            |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidikan merupakan pilar utama yang memiliki peran strategis dalam pengembangan ilmu dan pemanfaatan teknologi (Situmorang and Risya, 2016). Oleh karena itu pemanfaatan lingkungan secara optimal sangat berkaitan dengan kualitas sumber daya manusia, khususnya pendidikan. Kurikulum merdeka yang saat ini diterapkan oleh pemerintah menekankan pembelajaran aplikatif dan relevan dengan memanfaatkan kearifan lokal dan potensinya sebagai sumber belajar (Kemendikbudristek, 2024). Hal ini sejalan dengan keputusan Presiden Indonesia 2003 dalam UU No. 23 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bahwa pengembangan kurikulum pada semua jenjang pendidikan didasarkan pada prinsip pengoreksian yang sesuai dengan Pendidikan, potensi daerah, sehingga pengembangan proses pembelajaran di sekolah perlu mengacu kepada potensi lokal di daerah tersebut. Salah satu mata pelajaran yang memanfaatkan potensi lokal sebagai sumber belajar adalah biologi.

Pembelajaran biologi akan lebih bermakna apabila potensi lokal diintegrasikan melalui pendekatan kontekstual. Integrasi ini penting untuk meningkatkan

pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran. Melalui pemanfaatan sumber daya alam, kearifan lokal, dan lingkungan sekitar dalam kurikulum, peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan konsep ilmiah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari (Carolina et al., 2024). Potensi lokal yang dikembangkan dalam bahan pembelajaran dapat menjadi sumber inspirasi untuk inovasi. Peserta didik dapat diajak untuk mengembangkan ide-ide kreatif yang berkaitan dengan produk lokal, baik dalam bidang ekonomi maupun teknologi. Hal ini mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitarnya.

Sukirno *et al.* (2020) dalam penelitiannya menyatakan pengaplikasian bahan ajar kontekstual pada pembelajaran biologi dengan mengintegrasikan potensi lokal hutan mangrove pada materi keanekaragaman hayati kelas X dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran. Penerapan potensi lokal dalam proses pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan, yakni dari 47,5% menjadi 75% setelah pembelajaran dikaitkan dengan sumber daya lokal (Nurhidayati, 2021). Sejalan dengan penelitian Sriyati *et al.* (2021) bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan keterampilan sains siswa dengan hasil N-gain sebesar 0,61

menggunakan potensi lokal berupa air susu kerbau untuk membuat dadiah pada materi bioteknologi.

Gresik merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Gresik memiliki beragam potensi lokal yang mencakup kekayaan alam, nilai-nilai tradisional, dan aspek unggulan lainnya (Amanat, 2019). Upaya pelestarian dan keberlanjutan potensi lokal memerlukan pengelolaan yang optimal dari berbagai pihak, khususnya melalui peran, khususnya melalui peran aktif sektor pendidikan. Potensi lokal yang dimiliki oleh Kabupaten Gresik yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi melalui media pembelajaran adalah sebagai meliputi udang vannamei, tanaman lamtoro, pantai dalegan, dan banyuurip mangrove center.

Udang vannamei merupakan salah satu komoditas utama Kabupaten Gresik. Produksi udang vannamei di Kabupaten Gresik tahun 2023 yang merupakan produksi perikanan terbesar se-Jawa Timur mencapai 68,58 ribu Ton produksi perikanan kolam payau dan 66,27 ribu Ton pada kolam tawar(kolam) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik). Daun lamtoro dapat dijadikan sebagai pupuk dalam budidaya udang dengan sistem konvensional dikarenakan lamtoro mengandung unsur hara penting seperti fosfor (0,2–0,4%), nitrogen (2,0–

4,3%), dan kalium (1,3–4,0%) (Ningsih *et al.* , 2013). Udang vannamei merupakan sumber nutrisi yang kaya yang baik bagi kesehatan. Dalam setiap 100 gram, terkandung sekitar 18,1% protein, 0,8% lemak, dan 1,4% karbohidrat (Ramli *et al.* , 2025). Pengukuran kuantitas kandungan gizi udang vannamei dapat dilakukan dengan menggunakan uji proksimat (Yenrina, 2015).

Hasil wawancara yang dilakukan kepada guru biologi SMAN Sidayu Gresik, Ibu Yuni Rahmawati, M.Pd (12 Oktober 2024) ditemukan peserta didik terartik saat materi animalia tetapi penggunaan media cukup terbatas, sehingga diperlukan media belajar tambahan yang berbasis potensi lokal seperti udang vannamei yang dinilai efisien dan strategis untuk menunjang pembelajaran materi animalia invertebrata. Udang vannamei yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Gresik dapat menjadi contoh nyata hewan invertebrata mengintegrasikan aspek ekologi, ekonomi, dan kewirausahaan. Pengembangan e-modul berbasis potensi lokal ini dirasa lebih efisien karena bersifat fleksibel dan *using freendly*. (**Lampiran1**).

Hasil pra riset melalui angket yang dilakukan di SMAN Sidayu Gresik (12 Oktober 2024) dengan responden 38 peserta didik. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui persentase pengetahuan peserta didik terkait

udang vannamei sebagai potensi lokal Kabupaten Gresik. Udang vannamei merupakan anggota dari filum arthropoda, yang akan dipelajari pada materi invertebrata kelas X. 57,9% peserta didik mengetahui contoh anggota filum arthropoda. Sebanyak 89,3% peserta didik mengetahui bahwa udang vannamei sebagai potensi lokal Kabupaten Gresik, dibuktikan dengan 57,9% peserta didik sering mengkonsumsi olahan makanan berbahan dasar udang vannamei di setiap minggunya, tetapi 84,3% belum mengetahui cara budidaya dan kandungan nutrisi dari udang vannamei. Peserta didik antusias ingin mempelajari lebih mendalam terkait budidaya udang vannamei dibuktikan dengan 76,3% peserta didik setuju. Peserta didik juga meyakini dengan adanya pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan pengetahuan akan potensi yang dimiliki oleh Kabupaten Gresik, dibuktikan dengan 55,3% peserta didik setuju dan 36,8% peserta didik sangat setuju akan pernyataan tersebut (**Lampiran2**).

Berdasarkan paparan materi di atas, perlu dikembangkan e-modul berbasis potensi lokal dengan menggunakan udang vannamei sebagai komoditas Kabupaten Gresik pada materi animalia (invertebrata) untuk menunjang potensi lokal. Berdasarkan uraian di atas, peneliti meyakini bahwa perlu diadakannya

penelitian dengan judul **“PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS BUDIDAYA LOKAL UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI PUPUK DAUN LAMTORO”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Bersumber pada latar belakang tersebut didapatkan identifikasi masalah berupa:

1. Pembelajaran biologi di sekolah masih kurang memanfaatkan potensi lokal sebagai sumber belajar kontekstual.
2. Belum ada e-modul yang menunjang potensi lokal materi animalia (invertebrata) terutama udang vannamei.
3. Sebagian besar peserta didik telah mengenal udang vannamei sebagai produk konsumsi, namun belum memahami aspek budidaya, kandungan nutrisi, dan nilai ekologisnya.

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar penelitian dapat terfokus pada permasalahan yang dimaksud. Beberapa batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pengembangan e-modul dengan menggunakan model borg and gall hanya sampai pada tahap ketujuh.

2. Materi biologi yang dikembangkan dalam e-modul dibatasi pada materi animalia invertebrata.
3. Potensi lokal yang dijadikan sebagai sumber belajar dibatasi pada udang vannamei sebagai komoditas khas Kabupaten Gresik.
4. Lokasi penelitian dibatasi pada SMAN Sidayu, Kabupaten Gresik, sebagai tempat pengumpulan data awal (pra-riset dan validasi).

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana langkah pengembangan e-modul invertebrata berbasis budaya lokal udang vannamei dengan pengaplikasian pupuk daun lamtoro sebagai media pembelajaran materi invertebrata ?
2. Bagaimana kelayakan e-modul berbasis budaya lokal udang vannamei dengan pengaplikasian pupuk daun lamtoro sebagai media pembelajaran materi invertebrata?

### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Untuk menjelaskan langkah pengembangan e-modul berbasis budidaya lokal udang vannamei dengan

pengaplikasian pupuk daun lamtoro sebagai media pembelajaran materi invertebrata.

2. Untuk menguji kelayakan e-modul berbasis budaya lokal udang vannamei dengan pengaplikasian pupuk daun lamtoro sebagai media pembelajaran materi invertebrata.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk peserta didik

Penelitian ini diharapkan dapat menunjang kegiatan pembelajaran materi animalia kelas X terutama pada sub bab invertebrata dengan memanfaatkan potensi lokal budidaya udang vannamei dengan pengaplikasian pupuk daun lamtoro.

2. Manfaat bagi pendidik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif bahan ajar serta membantu mempermudah guru dalam melakukan pembelajaran.

3. Manfaat untuk peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan dapat membimbing peserta didik dalam memahami pembelajaran dan mengkoordinirkan peserta didik dalam melakukan kegiatan pembelajaran.

## **F. Asumsi Pengembangan**

Asumsi pengembangan e-modul invertebrata pada berbasis pada materi animalia kelas X adalah sebagai berikut:

1. Peserta didik biasa menggunakan media elektronik sehingga, e-modul dapat diterapkan sebagai media pembelajaran.
2. E-modul pembelajaran yang dikembangkan ini dapat menjadi alternatif media pembelajaran dalam mengenal potensi lokal yang ada di Kabupaten Gresik.
3. Memberikan inovasi baru dalam bidang pendidikan terkait media pembelajaran.

## **G. Spesifikasi Produk**

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil produk berupa e-modul pada materi pokok animalia yang terfokus pada invertebrata terutama udang vannamei.
2. E-modul didesain menarik dengan penuh warna.
3. Pengembangan ini diperuntukkan bagi peserta didik SMA kelas X.
4. Komponen e-modul meliputi: cover, pendahuluan, CP, TP, materi, evaluasi, rangkuman, daftar pustaka, kunci jawaban, glosarium, dan tentang penulis.

5. E-modul disusun berbasis potensi lokal dengan edukasi budidaya lokal udang vannamei yang meliputi cara budidaya, kandungan gizi udang vannamei, dan klasifikasi serta ciri-ciri hewan invertebrata.
6. E-modul ini dikembangkan dengan software *Articulate storyline 3*.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pembelajaran Berbasis Potensi Lokal**

###### **a. Pengertian pembelajaran berbasis potensi lokal**

Potensi lokal merupakan sumber daya dan kemampuan yang dimiliki oleh daerah setempat yang dapat mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat (Endah, 2020). Potensi lokal merupakan sumber daya spesifik yang dimiliki oleh suatu wilayah, yang mencakup sumber daya alam, manusia, teknologi, dan budaya (Rahayu, 2014). Pengintegrasian potensi lokal ke dalam proses pembelajaran berperan dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal merupakan suatu pendekatan dalam proses pendidikan yang mengintegrasikan kekayaan sumber daya yang dimiliki oleh daerah setempat, seperti sumber daya alam, budaya, sosial, serta ekonomi, ke dalam kegiatan pembelajaran. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk meningkatkan relevansi

materi ajar dengan lingkungan sekitar peserta didik, mendorong keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran, serta menumbuhkan rasa kepedulian dan tanggung jawab terhadap potensi dan permasalahan lokal. Selaras dengan penelitian Maharani & Muhtar (2022) bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan rasa tanggung jawab dan kepedulian peserta didik terhadap sumber daya alam yang dimiliki oleh daerahnya sehingga dapat meningkatkan nilai mutu pendidikan.

b. Potensi lokal daerah Kabupaten Gresik

Gresik merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Gresik memiliki beragam potensi lokal yang mencakup kekayaan alam, nilai-nilai tradisional, dan aspek unggulan lainnya (Amanat, 2019). Upaya pelestarian dan keberlanjutan potensi lokal memerlukan pengelolaan yang optimal dari berbagai pihak, khususnya melalui peran, khususnya melalui peran aktif sektor pendidikan. Potensi lokal yang dimiliki oleh Kabupaten Gresik yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi melalui media pembelajaran adalah sebagai berikut:

## 1) Udang Vannamei

### a) Klasifikasi udang vannamei

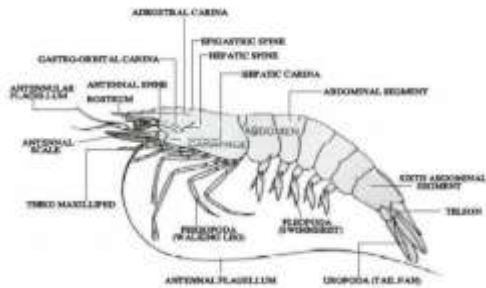
Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang biasa disebut sebagai udang putih berasal dari Hawaii. Udang ini telah banyak dikembangkan di Cina, Thailand, Taiwan, Vietnam serta di Indonesia. Udang vannamei memiliki keunggulan dibandingkan udang yang lainnya, diantaranya adalah pakan yang diberikan memiliki kandungan protein yang lebih rendah, memiliki produktivitas yang tinggi karena kelangsungan hidup di atas 90%, waktu pemeliharaannya lebih pendek, pertumbuhan yang cepat, tahan hidup pada kisaran salinitas yang luas. Selain itu udang vannamei ini sendiri tahan terhadap penyakit dibandingkan dengan jenis udang lainnya. Klasifikasi dari udang putih atau udang vannamei:

|         |              |
|---------|--------------|
| Kingdom | : Animalia   |
| Filum   | : Arthropoda |
| Kelas   | : Crustacea  |
| Ordo    | : Decapoda   |
| Famili  | : Penaeidae  |

Genus : *Penaeus* (Fabricius. 1798)

Spesies : *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (ITIS, diakses 16 Februari 2025)

b) Morfologi udang vannamei



Gambar 2.1 Struktur morfologi udang vannamei Adawiyah (2021)

Menurut (Adawiyah, 2021), tubuh udang terdiri atas dua bagian utama, yaitu cephalothorax (bagian depan) dan abdomen (bagian belakang). Bagian cephalothorax dilindungi oleh karapas dan dilengkapi dengan beberapa organ, seperti antennula (sungut kecil), scaphocerite (sirip kepala), antenna (sungut besar), mandibula (rahang), dua pasang maxilla (alat bantu rahang), serta tiga pasang maxilliped (kaki rahang). Selain itu, bagian ini juga memiliki lima pasang pereopod (kaki jalan) yang membantu

pergerakan. Sementara itu, bagian abdomen terdiri dari enam segmen, masing-masing memiliki sepasang pleopod (kaki renang). Pada segmen terakhir terdapat empat lembar uropoda (ekor kipas) dan satu telson yang meruncing (**Gambar 2.1**).

Setiap struktur tubuh udang vannamei memiliki fungsi tertentu. Antennula dan antenna berperan sebagai reseptor bau. Scaphocerite menjaga keseimbangan saat berenang. Mandibula digunakan untuk menggigit makanan, sedangkan maxilla memotong dan menghancurkannya. Maxilliped berfungsi menyaring makanan, memasukkannya ke mulut, dan juga sebagai alat sensorik. Pereiopod memungkinkan udang bergerak, dan tiga pasang pertamanya dilengkapi chela (capit) untuk mengambil makanan. Udang memiliki mata majemuk (mata pacet) yang berfungsi untuk membedakan terang dan gelap. Di bagian abdomen, pleopod digunakan untuk berenang, uropoda mengatur arah gerak, dan telson berperan dalam pertahanan diri (Puspitasari, 2022).

c) Habitat dan budidaya udang vannamei

Habitat udang vannamei terletak di perairan pantai laut dan muara dengan dasar yang berpasir atau berlumpur hingga kedalaman mencapai 70 m (Yusrah, 2023). Udang vannamei merupakan hewan yang cara makannya lambat tetapi terus-menerus (*continuous feeder*), lebih suka tinggal di dasar perairan (bentik), dan mencari makanan menggunakan organ sensor (chemoreceptor) (Rahmadani, 2022).

Udang vannamei tumbuh optimal pada salinitas 15-25 ppt, bahkan udang vannamei juga masih bisa hidup pada salinitas rendah yaitu 0-5 ppt. Hal ini disebabkan oleh sifat euryhaline udang vannamei, yang memungkinkan mereka bertahan dalam rentang salinitas yang luas, sehingga dapat dibudidayakan di daerah dengan salinitas 1-40 ppt (Kusuma *et al.*, 2017). Sifat euryhaline merupakan kemampuan organisme untuk mentoleransi salinitas yang berbeda (Scabra *et al.*, 2023)

d) Kandungan gizi udang vannamei

Udang vannamei merupakan sumber nutrisi yang kaya. Dalam setiap 100 gram, terkandung sekitar 18,1% protein, 0,8% lemak, dan 1,4% karbohidrat. Selain itu, udang ini juga mengandung berbagai mineral esensial, seperti kalsium (145–320 mg), magnesium (40–105 mg), fosfor (270–350 mg), zat besi (1,6 mg), natrium (140 mg), dan kalium (220 mg), yang penting untuk mendukung fungsi tubuh secara optimal (Ramli *et al.* , 2025). Uji yang dilakukan untuk mengetahui kuantitas kandungan gizi udang berupa kandungan lemak, protein dan karbohidrat udang vannamei adalah uji proksimat (Yenrina, 2015).

Udang merupakan sumber berbagai senyawa bioaktif, antara lain omega-3, mineral, lemak, kitin, karotenoid seperti astaksantin, dan vitamin. Kandungan tersebut berkontribusi dalam menjaga kesehatan tubuh, mencegah berbagai penyakit, serta mencukupi kebutuhan gizi. Omega-3 dan astaksantin, yang terdapat dalam jumlah cukup tinggi pada udang, memiliki fungsi

sebagai antioksidan dan penangkal radikal bebas, serta mendukung kesehatan ibu hamil dan perkembangan bayi (Ngginak *et al.* , 2013).

Olahan makanan berbahan dasar udang vannaemi juga dapat digunakan sebagai alternatif dalam menurunkan angka *stunting* di Indonesia. Inovasi olahan penyedap rasa berbahan dasar kepala udang menjadi trobosan baru sebagai pengganti msg, sehingga aman dan sehat untuk dikonsumsi terutama bayi saat MPASI (Ariestiningsih *et al.* , 2024). Khairunnisa *et al.* , (2023) menyatakan bahwa mengonsumsi produk perikanan efektif mencegah *stunting* dengan meningkatkan asupan energi dan protein, yang berperan penting dalam pertumbuhan fisik, motorik, dan mental anak.

## 2) Tanaman lamtoro

### a) Klasifikasi lamtoro

Lamtoro merupakan tanaman leguminosa berbentuk pohon yang berasal dari Amerika Tengah dan Meksiko. Di Indonesia, tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, tanaman pagar, maupun pelindung.

Masyarakat juga sering mengolah buah dan daun mudanya sebagai bahan sayuran. Selain itu, daun lamtoro dapat digunakan sebagai pupuk hijau karena mengandung bakteri rhizobium, mudah terurai, dan mampu meningkatkan kadar nitrogen (N) dalam tanah (Irwanda, 2022). Produksi lamtoro di Indonesia mencapai sekitar 200.000 ton per tahun. Klasifikasi ilmiah tanaman lamtoro disajikan sebagai berikut (ITIS, diakses 16 Februari 2025).

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Fabales  
Famili : Mimosoideae  
Genus : *Leucaena*  
Spesies : *L. Leucochepala*

b) Morfologi lamtoro



Gambar 2. 2 Daun lamtoro.

(Rosida, 2022)

Lamtoro adalah tanaman perdu kecil yang dapat tumbuh setinggi 2 hingga 10 meter. Batangnya keras, berbentuk silindris, tidak terlalu besar, dan bagian ujungnya tertutup rambut halus. Daunnya majemuk, tersusun secara menyirip genap ganda sempurna pada tangkai, terdiri atas 5 hingga 20 pasang anak daun kecil berbentuk lanset dengan ujung runcing, tepi rata, panjang 6–21 mm, dan lebar 2–5 mm. Bunganya tersusun dalam bentuk bongkol pada tangkai panjang, berwarna putih kekuningan, dan dikenal dengan sebutan cengkaruk. Akar lamtoro sangat kuat dengan sistem akar tunggang yang menembus dalam tanah, sehingga mampu menopang pohon agar tetap tegak meskipun diterpa angin kencang. Dalam waktu satu tahun, diameter batang lamtoro dapat mencapai 10–15 cm (Azizah, 2015).

c) Kandungan Lamtoro

Lamtoro memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Daunnya mengandung protein kasar sebesar 27,89%, lemak kasar 8,73%, serat kasar 19,13%, dan kadar abu sebesar 11,33% (Handayani *et al.* , 2017). Selain itu, daun

lamtoro juga mengandung unsur hara penting seperti fosfor (0,2–0,4%), nitrogen (2,0–4,3%), dan kalium (1,3–4,0%)(Ningsih *et al.* , 2013). Daun dan biji lamtoro juga diketahui mengandung protein sebesar 25–31% serta diperkaya mineral esensial, seperti kalsium, kalium, dan fosfor (Kolly *et al.* , 2023).

Lamtoro biasanya digunakan sebagai pakan ternak ruminansia, Daskunda *et al.* , (2020) dalam penelitiannya menyatakan perlakuan lamtoro mineral blok (LMB) sebagai pakan ruminansia dapat mendapatkan hasil optimal karena kandungan protein lamtoro tinggi dan rendahnya serat kasar. Selain menjadi pakan ruminansia lamtoro juga dapat diaplikasikan sebagai suplemen pakan pada ikan. Penambahan tepung daun lamtoro ke dalam pakan ikan memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan harian dan panjang tubuh ikan secara keseluruhan. Hasil penelitian pada ikan nila menunjukkan bahwa formulasi pakan dengan 10% tepung daun lamtoro memberikan hasil pertumbuhan harian paling signifikan

dibandingkan perlakuan lainnya (Setyono *et al.*, 2024).

### 3) Banyu Urip Mangrove Center



Gambar 2.2 Banyu Urip Mangrove Center

<https://disparekrafbudpora.gresikkab.go.id/detailpost/banyu-urip-mangrove-center>

Banyu Urip Mangrove Center (BMC) merupakan kawasan ekowisata dan konservasi mangrove yang terletak di Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. Kawasan ini memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, khususnya ekosistem mangrove yang menjadi habitat berbagai jenis flora dan fauna khas wilayah pesisir. Sebagai potensi lokal, Banyuurip Mangrove Center memiliki relevansi yang kuat dengan materi pembelajaran Biologi, terutama dalam topik ekosistem, keanekaragaman hayati, adaptasi makhluk hidup, serta hubungan

antarkomponen dalam lingkungan. Terdapat empat jenis kepiting dengan famili berbeda yang ditemukan di Banyuurip Mangrove Center yaitu *Metaplex elegans*, *Labuanium politum*, *Metopograpsus latifrons*, dan *Tubuca dussumieri*. (Ilmi Hamidah *et al.* , 2025) hal ini dapat mendukung pembelajaran biologi pada materi animalia. Pemanfaatan BMC dalam pembelajaran biologi berbasis potensi lokal dapat memberikan pengalaman belajar kontekstual bagi peserta didik.

#### 4) Pantai Dalegan



Gambar 2.3 Pantai Dalegan

<https://disparekrafbudpora.gresikkab.go.id/detailpost/pantai-dalegan>

Pantai Dalegan merupakan salah satu destinasi wisata alam di Kabupaten Gresik yang terletak di Desa Dalegan, Kecamatan Panceng. Kawasan ini

memiliki garis pantai yang luas, perairan yang jernih, serta ekosistem pesisir yang masih alami. Keberadaan berbagai jenis organisme laut, seperti ganggang, lamun, moluska, krustasea, dan berbagai jenis ikan menjadikan kawasan ini sebagai habitat yang kaya akan keanekaragaman hayati.

Sebagai potensi lokal, Pantai Dalegan memiliki relevansi kuat dengan materi pembelajaran Biologi, khususnya pada topik ekosistem laut, adaptasi makhluk hidup, rantai makanan, dan keanekaragaman organisme pesisir. Melalui observasi langsung di lingkungan pantai, peserta didik dapat mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya, bentuk adaptasi fisiologis maupun morfologis organisme laut, serta dinamika lingkungan pesisir akibat pengaruh alam dan aktivitas manusia. Pemanfaatan Pantai Dalegan dalam pembelajaran Biologi memberikan pengalaman belajar kontekstual yang dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan kesadaran ekologis siswa. Selain itu, integrasi kawasan ini dalam pembelajaran juga sejalan dengan prinsip pendidikan berbasis kearifan

lokal, yang bertujuan untuk menanamkan nilai-nilai pelestarian lingkungan serta kepedulian terhadap sumber daya alam lokal.

## **2. E-Modul Pembelajaran**

### **a. Pengertian E- modul**

E-modul atau modul elektronik merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis sesuai dengan kurikulum yang berlaku dengan menggunakan perangkat komputer atau perangkat mobile (Kemendikbud, 2017) . E-modul dirancang untuk memudahkan peserta didik dalam belajar secara mandiri. E-modul mencakup tujuan pembelajaran, materi, kegiatan belajar dan evaluasi. Materi yang disajikan dalam e-modul lebih fokus dan terstruktur yang disampaikan melalui bahasa komunikatif, sehingga menekankan aktivitas membaca peserta didik. Berdasarkan sifat penyajiannya e-modul dapat berperan menjadi pengganti pengajar karena sifat komunikasinya dua arah melalui media tulis (Lastri, 2023).

Menurut Sidiq & Najuah (2020) Modul elektronik merupakan sumber belajar yang meliputi materi, metode, batasan, dan cara evaluasi yang disusun secara terstruktur dan menarik, dengan tujuan untuk mencapai kompetensi yang sesuai

dengan kurikulum dalam bentuk elektronik.. Sejalan dengan penelitian Irmawati *et al.* (2023) E-modul tidak hanya menggunakan media dua dimensi seperti pada modul cetak, tetapi juga dikenal sebagai multimedia interaktif. Hal ini karena e-modul dapat menggabungkan berbagai jenis media pembelajaran, seperti teks, Gambar, audio, dan video, untuk disajikan secara bersamaan.

Berdasarkan pengertian yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa E-modul merupakan bahan ajar yang disusun dalam format digital dan dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri. E-modul umumnya disusun secara sistematis, berisi materi, petunjuk, dan evaluasi yang membantu peserta didik belajar secara mandiri untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. E-modul sering dilengkapi dengan elemen interaktif seperti teks, Gambar, audio, video, dan kuis untuk meningkatkan efektivitas dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

#### **b. Karakteristik E-Modul**

Karakteristik e-Modul menurut Kemendikbud (2017) adalah sebagai berikut:

- 1) *Self instructional*, peserta didik mampu belajar sendiri dan tidak bergantung pada pihak lain.
- 2) *Self contained*, materi yang terkandung dalam modul bersifat lengkap dan utuh.
- 3) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak bergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama dengan media lain.
- 4) *Adaptif*, modul sebaiknya memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- 5) *User friendly*, modul dirancang agar mudah dipahami oleh penggunaannya.
- 6) Konsisten dalam penggunaan *font*, spasi, dan tata letak.
- 7) Disampaikan dengan menggunakan suatu media elektronik berbasis komputer.
- 8) Memanfaatkan berbagai fungsi media elektronik sehingga disebut sebagai multimedia.
- 9) Memanfaatkan berbagai fitur yang ada pada aplikasi software.
- 10) Perlu didesain secara cermat (memperhatikan prinsip pembelajaran).

**c. Komponen e-Modul**

Komponen dalam e-modul pada dasarnya tidak berbeda dengan modul cetak, karena e-modul ini diadaptasi dari komponen-komponen yang umumnya ada pada modul cetak (Adrila, 2016). Menurut Sungkono (2009), komponen utama yang terdapat dalam e-modul mencakup tinjauan mata pelajaran, pendahuluan, kegiatan belajar, latihan, petunjuk jawaban latihan, rangkuman, tes formatif, serta kunci jawaban tes formatif.

Kemendikbud (2017) komponen utama penyusun e-modul adalah cover, daftar isi, glosarium, kompetensi, apersepsi, petunjuk penggunaan, tujuan, uraian materi, rangkuman, tugas, latihan, penilaian diri, evaluasi, kunci jawaban, dan pedoman penskoran, daftar pustaka dan lampiran.

Perbedaan e-modul dan modul cetak terletak pada bentuk penyajiannya, e-modul dalam bentuk *soft file* sedangkan modul cetak bersifat *hard file* (Lastri, 2023). Noveridha & Zulyusri (2022) menyatakan perbedaan antara modul dan e-modul terletak pada perangkat yang digunakan. E-modul memanfaatkan perangkat lunak dalam penerapannya, yang dilengkapi media tambahan untuk mendukung modul tersebut. Komponen e-modul menurut (Lastri, 2023) yaitu:

## 1) Tinjauan mata pelajaran

Tinjau mata pelajaran merupakan gambaran umum yang mencakup isi pokok pembelajaran diantaranya yaitu:

- Deskripsi mata pelajaran
- Kegunaan mata pelajaran
- Kompetensi dasar
- Bahan pendukung lainnya (kaset, kit, dll)
- Petunjuk belajar

## 2) Pendahuluan

Pendahuluan dalam sebuah modul berfungsi sebagai pengantar untuk memulai pembelajaran. Oleh karena itu, bagian pendahuluan mencakup hal-hal berikut:

- Cakupan isi modul berbentuk deskripsi singkat.
- Indikator yang ingin dicapai melalui sajian materi dan kegiatan modul.
- Deskripsi perilaku awal (*entry behaviour*) berisi pengetahuan dan keterampilan yang sudah dikuasai sebelumnya atau yang seharusnya dimiliki sebagai dasar (*anchoring*) untuk memahami materi dalam modul tersebut.
- Relevansi

- Petunjuk belajar berisi panduan teknis mempelajari modul itu agar berhasil dikuasai dengan baik.

### 3) Kegiatan belajar

Bagian ini merupakan penyajian materi pelajaran, yang terbagi dalam beberapa sub bagian yang disebut kegiatan Belajar. Bagian ini terdapat materi yang harus dikuasai peserta didik. Materi tersebut disusun secara terstruktur dan sistematis agar tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat tercapai.

### 4) Latihan

Latihan merupakan bentuk aktivitas belajar yang dilakukan peserta didik setelah mempelajari materi sebelumnya. Latihan ini bertujuan agar peserta didik belajar secara aktif dan akhirnya menguasai konsep yang telah dipelajari. Latihan disajikan dengan cara kreatif sesuai dengan karakteristik setiap mata pelajaran dan dapat ditempatkan di antara uraian materi atau di bagian akhir uraian.

### 5) Rangkuman

Rangkuman adalah intisari dari materi yang disampaikan dalam kegiatan belajar, yang

bertujuan untuk menyimpulkan dan memperkuat pengalaman belajar (baik dari segi isi maupun proses).

#### 6) Tes Formatif

Modul umumnya dilengkapi dengan lembar evaluasi (evaluasi formatif) yang biasanya berupa tes. Tujuan dari tes formatif adalah untuk menilai tingkat penguasaan peserta didik terhadap materi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan.

### **d. Prinsip e-Modul**

Berikut beberapa prinsip pengembangan e-modul, yaitu:

- 1) E-modul diasumsikan untuk meningkatkan minat peserta didik.
- 2) E-modul dirancang dan dibuat untuk peserta didik.
- 3) E-modul disajikan secara fleksibel.
- 4) E-modul dirancang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan belajar peserta didik.
- 5) E-modul dapat membantu peserta didik yang menghadapi kesulitan ketika belajar.

- 6) E-modul menggunakan bahasa yang komunikatif dan interaktif.
- 7) E-modul digunakan sebagai bahan ajar pada proses pembelajaran.
- 8) E-modul mencakup rencana pembelajaran.
- 9) E-modul menunjang *self-assessment*.
- 10) Terdapat rangkuman materi pada e-modul.

**e. Kelebihan dan kekurangan e-Modul**

E-modul memiliki sejumlah keunggulan sebagai bahan ajar jika dibandingkan dengan buku paket. Keuntungan utama e-modul terletak pada kemampuannya untuk mendukung komunikasi dua arah, yang memungkinkan penggunaannya dalam pendidikan atau pelatihan jarak jauh, interaktif, dengan struktur yang lebih jelas. E-modul dapat mendorong guru lebih kreatif dan inovatif dalam mengembangkan media pembelajaran. E-modul dalam proses pembelajaran dapat menjadi solusi untuk mendukung pelestarian alam dan lingkungan, karena membantu mengurangi penggunaan kertas.

E-modul juga memberikan dampak positif terhadap biaya yang biasanya dikeluarkan untuk membeli buku paket, karena e-modul dapat diakses secara gratis menggunakan berbagai alat bantu

lainnya. E-modul juga dapat dibagikan secara bebas tanpa biaya tambahan. Pengembangan e-modul secara digital bertujuan untuk menciptakan variasi dalam pembelajaran, sekaligus meningkatkan literasi peserta didik dalam memahami materi pelajaran, sehingga memudahkan proses belajar dan menghasilkan hasil yang lebih memuaskan. Dengan e-modul, peserta didik dapat belajar kapan saja dan di mana saja.

Penggunaan e-modul juga mendukung peserta didik dalam memahami pembelajaran, didukung dengan berbagai fitur yang disediakan dalam e-modul untuk membantu peserta didik mempelajari materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Sebagai media pembelajaran, e-modul dapat membantu guru memberikan pengajaran tanpa terbatas oleh ruang kelas dan waktu, memungkinkan pembelajaran yang lebih fleksibel dan efektif.

Kekurangan penggunaan e-modul pada pembelajaran adalah tidak semua guru memiliki kemampuan dalam mengembangkan media pembelajaran berbentuk e-modul. Hal ini disebabkan oleh banyaknya guru yang belum mengikuti perkembangan teknologi dan belum menguasai pembuatan e-modul sesuai dengan kaidah-kaidah

pembuatan modul yang baik. Masalah ini menjadi tantangan bagi guru untuk meningkatkan kemampuan dan kompetensinya dalam memanfaatkan media pembelajaran di era digital. Kekurangan lain dari penggunaan e-modul adalah terbatasnya perangkat yang tersedia di beberapa sekolah untuk mengakses e-modul. Selain itu, masih banyak peserta didik yang belum memiliki perangkat secara individu untuk mengakses e-modul yang telah disediakan oleh pendidik.

#### f. Materi

Materi invertebrata terdapat pada mata pelajaran biologi kelas X SMA. Materi invertebrata disesuaikan dengan kurikulum merdeka. Hasil analisis Capaian Pembelajaran (CP) fase E disajikan pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 CP dan Materi Pokok  
(Kemendikbud, 2022)

| <b>Capaian Pembelajaran</b>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Materi Pokok</b>                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan | Kingdom Animalia<br><br>Invertebrata |

| Capaian Pembelajaran                                 | Materi Pokok |
|------------------------------------------------------|--------------|
| interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan. |              |

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian (Bastian and Hudi, 2024) yang berjudul "*Kajian Kandungan Proksimat Udang Vannamei (Litopenaeus vannameii) dari Berbagai Pemberian Probiotik*" didapatkan hasil perbedaan yang cukup signifikan pada berbagai perlakuan, kandungan kadar air tertinggi pada P4 Probiotik GSO4, kadar abu tertinggi pada P6 *Tricoderma sp* + Probiotik Bio Lacto, kandungan protein tertinggi pada P1 budidaya Konvensional, kandungan lemak tertinggi pada P2 Probiotik *Bio Lacto*, dan kandungan karbohidrat tertinggi pada P3 *Tricoderma sp*. Tahap pelaksanaan penelitian terdiri dari empat tahap yaitu, pembuatan pupuk probiotik *Bio Lacto*, Pembuatan pupuk probiotik *Trichoderma sp*, pembuatan probiotik GSO4, dan prosedur penelitian pasca panen.
2. Penelitian yang berjudul "*Tingkat Retensi Protein dan Lemak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar silase limbah yang berbeda*" oleh (Winaldi, 2017). Limbah sayur yang digunakan pada penelitian ini yaitu sawi putih, kol, kangkong, dan wortel yang berasal dari limbah pasar Sungguminasa Gowa yang kemudian

diferementasi. Hasil yang didapatkan yaitu tingkat retensi protein dan lemak udang vannamei yang diberi pakan limbah sayur fermentasi tertinggi pada perlakuan C (20% Silase limbah sayur).

3. Penelitian dengan judul "*Pemanfaatan Tepung Daun Lamtoro (Leucaena Leucocephala) Yang Difermentasi Dalam Pakan Buatan Untuk Pertumbuhan Benih Ikan Mas (Cyprinus Carpio)*" oleh (Handayani *et al.*, 2017). Variabel yang diukur meliputi nilai total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi ratio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR) dan kelulushidupan (SR). Data kualitas air yang diukur meliputi DO, pH, suhu, amonia. Hasil yang didapatkan yaitu perlakuan dengan penambahan tepung daun lamtoro fermentasi 10% (perlakuan C) menunjukkan peningkatan nilai TKP, EPP, PER, dan RGR yang lebih tinggi, dengan rincian sebagai berikut: TKP sebesar  $69,03 \pm 1,04$  g, EPP sebesar  $41,89 \pm 0,62\%$ , PER sebesar  $1,23 \pm 0,04\%$ , dan RGR sebesar  $3,14 \pm 0,07\%$ /hari.
4. Penelitian (Rosnawati and Kaharudin, 2020) yang berjudul "*Pengembangan Ensiklopedia Berbasis Potensi Lokal Yang Terdapat Di Wakatobi Pada Materi Pokok Animalia Invertebrata (Mollusca Dan Echinodermata)*". Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and*

*Development (R&D)*. Penelitian ini menggunakan model pengembangan yaitu Model ADDIE. Hasil persentase analisis respon guru sebesar 82.83% dan respon peserta didik sebesar 89.23%, sehingga dapat diartikan ensiklopedia yang dikembangkan memenuhi syarat kepraktisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi ahli mengkategorikan produk ini sebagai valid dan memenuhi standar kevalidan. Respon dari guru dan peserta didik menunjukkan hasil yang sangat positif (kategori sangat kuat), yang menandakan produk ini memenuhi kriteria kepraktisan. Selain itu, hasil tes belajar peserta didik melebihi KKM, memenuhi kriteria keefektifan, dan menunjukkan bahwa ensiklopedia berbasis potensi lokal dapat digunakan sebagai bahan ajar.

5. Artikel internasional yang berjudul "*The popular scientific book-based coastal gastropod's diversity as local potential: Practicality and effectiveness on student's critical thinking ability*" oleh Fajeriadi *et al.* (2024). Penelitian ini dilakukan di itus Tepi Laut Pulau Sembilan Kotabaru untuk mendapatkan data keanekaragaman gastropoda pesisir melalui evaluasi formatif model Tessmer. Produk dari penelitian ini yaitu *Popular Scientific Book (PSB)*. Penelitian ini bertujuan untuk

mengimplementasikan PSB berdasarkan kepraktisan dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah evaluasi formatif, yang difokuskan pada pengujian kepraktisan dan efikasi produk pengembangan yang valid. Hasil pengembangan PSB berbasis potensi lokal menunjukkan dampak positif terutama kemudahan penggunaan, minat belajar, motivasi, apersepsi, dan interpretasi.

Rangkuman persamaan dan perbedaan artikel di atas dengan penelitian ini disajikan pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Persaman dan Perbedaan Artikel dengan Penelitian

| No | Nama penulis     | Judul                                                                                                        | Tahun | Persamaan                                       | Perbedaan                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Bastian and Hudi | Kajian Kandungan Proksimat Udang Vannamei ( <i>Litopenaeus vannameii</i> ) dari Berbagai Pemberian Probiotik | 2024  | Menganalisis kandungan proksimat udang vannamei | Terletak pada variable bebas, peneliti menggunakan ekstrak pupuk daun lamtoro sedangkan dalam artikel menggunakan probiotik. Metode pembudidayaan peneliti menggunakan metode konvensional sedangkan |

| No | Nama penulis            | Judul                                                                                                                                           | Tahun | Persamaan                                                                  | Perbedaan                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Winaldi                 | Tingkat Retensi Protein dan Lemak udang vannamei yang diberi pakan dengan kadar silase limbah yang berbeda                                      | 2017  | Menganalisis kandungan proksimat udang vannamei menggunakan bahan organik. | dalam artikel menggunakan metode intensif. Peneliti menggunakan ekstrak daun lamtoro sedangkan dalam skripsi menggunakan limbah sayur. Metode pembudidayaan peneliti menggunakan metode konvensional sedangkan dalam artikel menggunakan metode intensif. |
| 4. | Rosnawati and Kaharudin | Pengembangan Ensiklopedia Berbasis Potensi Lokal Yang Terdapat Di Wakatobi Pada Materi Pokok Animalia Invertebrata (Mollusca Dan Echinodermata) | 2020  | Menggunakan daun lamtoro                                                   | Variabel yang digunakan peneliti adalah analisis kandungan proksimat, sedangkan pada artikel untuk mengetahui laju pertumbuhan. Sampel yang digunakan peneliti udang vannamei sedangkan sampel pada                                                       |

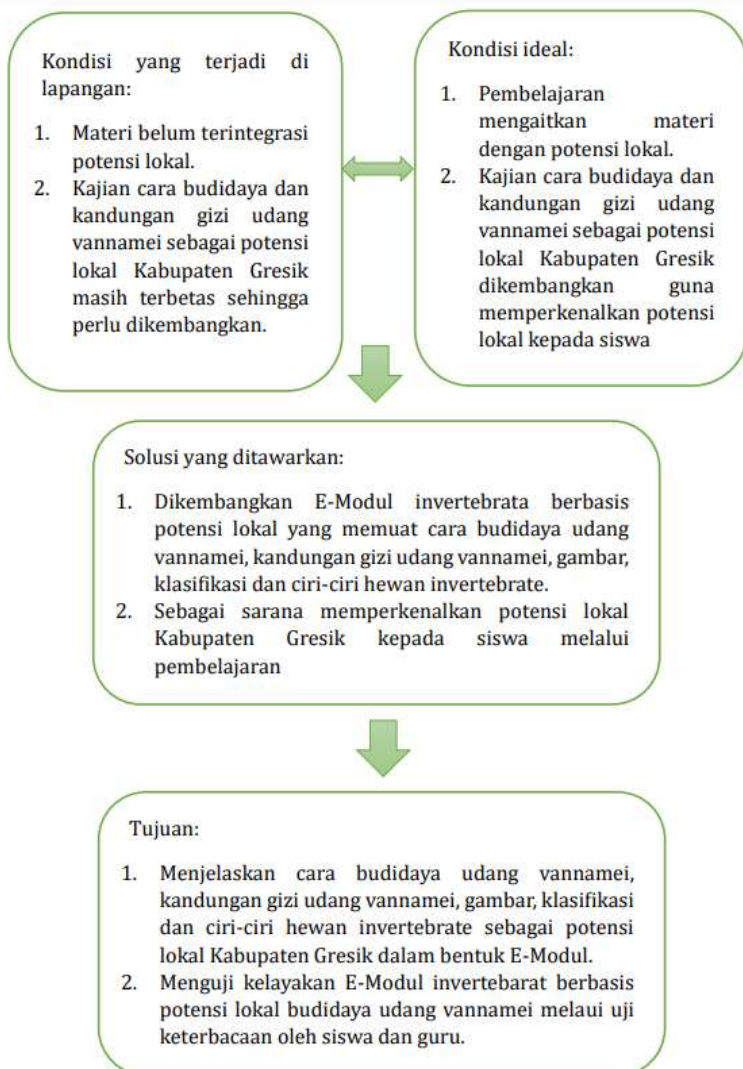
| No | Nama penulis             | Judul                                                                                                                                                     | Tahun | Persamaan                                         | Perbedaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Fajeriadi, <i>et al.</i> | The popular scientific book-based coastal gastropod's diversity as local potential: Practicality and effectiveness on student's critical thinking ability | 2024  | Materi invertebrata<br>Memanfaatkan potensi lokal | artikel ikan mas.<br>Penelitian ini menggunakan lamtoro sebagai pupuk, sedangkan pada artikel sebagai pakan.<br>Lokasi potensi lokal<br>Model pengembangan peneliti menggunakan mode Borge and Gall, sedangkan pada artikel menggunakan model ADDIE<br>Materi yang diangkat peneliti berfokus pada budidaya dan kandungan gizi udang vannamei, sedangkan pada artikel hanya berfokus pada Filum Mollusca dan Filum Echinodermata.<br>Tempat penelitian |

| No | Nama penulis | Judul | Tahun | Persamaan | Perbedaan                                                                                                                                                                                           |
|----|--------------|-------|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |              |       |       |           | Fokus materi peneliti yaitu udang vannamei, sedangkan pada artikel berfokus pada gastropoda <i>Output</i> peneliti yaitu E-modul, sedangkan pada artikel yaitu <i>Populer Scientific Book</i> (PSB) |

### C. Kerangka Berpikir

Permasalahan yang ditemukan di lapangan belum mengaitkan materi dengan potensi lokal daerah setempat. Potensi lokal di Kabupaten Gresik yaitu udang vannamei, didukung dengan BPS 2023 Kabupaten Gresik merupakan produksi perikanan terbesar se-Jawa Timur dibuktikan 68,58 ribu Ton produksi perikanan kolam payau dan 66,27 ribu Ton pada kolam tawar(kolam). Melihat potensi lokal yang ada di Kabupaten Gresik, pemeliti memanfaatkan potensi lokal tersebut untuk dijadikan media pembelajaran berupa E-modul invertebrata budidaya udang vannamei yang akan dikembangkan dalam bentuk *Articulate storyline*.

E-Modul tersebut memuat cara budidaya udang vannamei, kandungan gizi udang vannamei, Gambar, klasifikasi dan ciri-ciri hewan invertebrata. Kerangka berpikir disajikan pada Gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) berupa pengembangan e-modul inverteberata berbasis potensi lokal budidaya udang vannamei pada materi animalia kelas X. E-modul yang dikembangkan merupakan hasil dari penelitian eksperimen budidaya udang vannamei dengan menggunakan pupuk daun lamtoro sebagai perlakuan dan urea sebagai kontrol. Hasil budidaya udang vannamei tersebut dilakukan uji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi udang vannamei pada penggunaan pupuk daun lamtoro sebagai perlakuan dan urea sebagai kontrol. Pengembangan e-modul ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran sebagai sarana bahan ajar.

#### **A. Model Pengembangan**

Metode penelitian *research and development* (RnD) merupakan metode yang digunakan untuk merancang dan menghasilkan suatu produk tertentu sekaligus mengevaluasi produk yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan e-modul budidaya udang vannamei dengan menggunakan ekstrak daun lamtoro dan nutrisi yang terkandung melalui uji proksimat sebagai potensi lokal Kabupaten Gresik yang dapat mendukung proses pembelajaran biologi pada materi

animalia untuk peserta didik kelas X di SMAN 1 Sidayu Gresik.

Model penelitian yang digunakan peneliti adalah model Borg and Gall. Keunggulan model pengembangan Borg dan Gall adalah bahwa model ini didasarkan pada analisis kebutuhan atau permasalahan yang ada. Produk atau model yang dihasilkan sesuai dengan analisis tersebut. Selain itu, tahapan dalam model ini lebih terperinci dan menyeluruh (Waruwu, 2024).

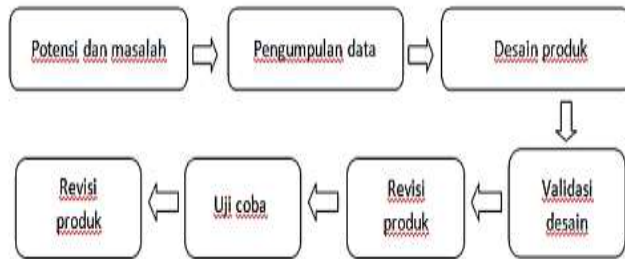
Langkah-langkah penelitian pengembangan yang diterapkan oleh peneliti merujuk pada model *research and devolopment* (R&D) yang diuraikan oleh Borg and Gall dalam buku *Metode Penelitian Pendidikan* yang ditulis oleh (Sugiyono, 2013) **Gambar 3.1:**



Gambar 3. 1 Tahapan penelitian pengembangan oleh Brog and Gall dalam (Sugiyono, 2013)

Peneliti melakukan modifikasi terhadap penerapan tahapan penelitian *Research and Devolopment* oleh Brog

and Gall dalam Sugiyono (2013). Tahapan yang dirancang peneliti disajikan pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3. 2 Tahapan pengembangan produk E-Modul berbasis potensi lokal budidaya udang vannamei pada materi invertebrata kelas X.

Pengembangan produk bahan ajar E-Modul berbasis potensi lokal budidaya udang vannamei pada materi invertebrata kelas X dibatasi hingga tahap revisi produk setelah pelaksanaan uji coba terbatas. Penelitian ini tidak mencakup uji coba penggunaan dalam skala luas maupun produksi secara massal, disebabkan oleh terbatasnya waktu dan sumber daya yang tersedia. Berikut ini merupakan penjelasan tahapan pengembangan E-Modul yang dirancang peneliti:

1. Potensi dan masalah

Tahap identifikasi potensi dan masalah merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk mengenali potensi serta permasalahan yang muncul (Sugiyono, 2013). Tahap ini dilakukan peneliti dengan dua cara yaitu

mengidentifikasi hasil kolam potensi lokal Kabupaten Gresik melalui web dan melakukan analisis kebutuhan dengan mewawancari guru biologi dan menyebar angket di kelas X-8 SMAN Sidayu

## 2. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk menjawab potensi dan permasalahan di lapangan. Pengumpulan data dengan melakukan budidaya udang vannamei dan uji proksimat sebagai konten pada e-modul yang dikembangkan dan mengumpulkan referensi yang relevan. Pengumpulan referensi yang relevan melalui berbagai sumber yaitu buku paket SMA kelas X, buku biologi Campbell, artikel pendukung mengenai pembudidayaan dan kandungan gizi udang.

## 3. Desain produk

Produk yang dikembangkan peneliti berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal sebagai penunjang pembelajaran. Pengembangan produk ini memanfaatkan teknologi digital berupa software articulate story line 3 dan canva. Konten pada e-modul invertebrata berbasis potensi lokal ini memuat cara budidaya udang vannamei, kandungan gizi udang vannamei, serta karakteristik animalia invertebrata.

#### 4. Validasi desain

Validasi e-modul dilakukan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas sebelum diterapkan pada proses pembelajaran. Validasi e-modul dilakukan oleh dua validator yaitu :

- Validator 1 : Dosen pendidikan biologi UIN Walisongo yang fasih dalam media pembelajaran.
- Validator 2 : Dosen pendidikan biologi UIN Walisongo yang fasih dalam materi animalia.

Proses validasi oleh validator dilakukan melalui pengisian instrumen validasi berupa angket yang disajikan dengan menggunakan skala likert.

#### 5. Revisi produk

Desain e-modul yang telah melalui proses validasi serta mendapat masukan dan saran dari kedua validator dijadikan sebagai dasar untuk memperbaiki produk. Setelah direvisi, e-modul diuji cobakan kepada guru dan peserta didik kelas X-8 SMAN Sidayu untuk mengetahui kelayakan e-modul sebagai bahan ajar materi animalia kelas X.

#### 6. Uji coba produk

Uji coba produk dalam skala terbatas dilakukan setelah produk divalidasi oleh validator ahli media dan validator materi. Uji coba produk dalam skala terbatas

diterapkan pada guru biologi dan peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu untuk mendapatkan hasil kelayakan produk yang dikembangkan sebagai sumber belajar. Uji coba produk dilakukan dengan memberikan link e-modul untuk dicermati dan dibaca peserta didik, setelah itu peneliti menyebar angket melalui *google form* pada peserta didik sebagai bahan penilaian kelayakan e-modul yang dikembangkan.

#### 7. Revisi produk

Tahap ini berfokus pada hasil angket yang telah disebarkan. Data dari angket tersebut akan dianalisis secara cermat untuk menilai kelayakan e-modul yang telah dikembangkan. Apabila terdapat aspek yang perlu disempurnakan, perbaikan akan segera dilakukan agar produk ini benar-benar optimal dan siap digunakan sebagai sumber belajar yang menunjang proses pembelajaran.

### **B. Subjek penelitian**

Penelitian pengembangan e-modul ini melibatkan guru biologi dan 38 peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu. Guru biologi dan 38 peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu menjadi subjek dalam uji coba bahan ajar yang dikembangkan berupa e-modul. Keterlibatan mereka sangat penting untuk mengevaluasi efektivitas dan kelayakan e-modul ini sebagai sumber belajar.

### C. Teknik pengumpulan data

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan penelitian eksperimen dengan menggunakan model *post-test only control design* dan studi literatur. Pengambilan data melalui penelitian eksperimen yaitu budidaya udang vannamei dengan sistem budidaya lokal yang bertempat di Kolam Pangkah Kulon Kabupaten Gresik dan melakukan uji proksimat udang di setiap perlakuannya di Laboratorium Kimia UNIMUS. Berikut penjelasan lebih lengkapnya:

#### 1. Budidaya udang vannamei

##### a. Pembuatan POC daun lamtoro

Daun lamtoro yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pupuk disortir terlebih dahulu. Daun Lamtoro kemudian dicuci bersih agar tidak membawa kotoran atau bahan lain. Daun Lamtoro yang telah dicuci dipotong kecil kecil untuk mengecilkan ukuran dan memudahkan dalam dekomposisi dari daun lamtoro. Daun Lamtoro ditambahkan dengan EM4, larutan gula dan aquades dengan perbandingan daun lamtoro, air, air cucian beras, gula merah dan EM-4 dengan perbandingan 10 kg : 20 ℓ : 4 ℓ : 1 ℓ : 1 ℓ (Monica, 2015). Fermentasi pupuk organik

daun lamtoro dilakukan selama 14 hari. Sebelum diaplikasikan terlebih dahulu dilakukan pengenceran sesuai dengan perlakuan konsentrasi hingga volumenya mencapai 1000 ml.

b. Persiapan kolam

Tahap pertama persiapan kolam adalah pengeringan kolam dilakukan dengan membuang genangan air yang tersisa di dalam kolam, dengan cara di desel sehingga air keluar dari kolam. Pengeringan tersebut dengan tujuan agar bakteri patogen yang ada di dalam kolam mati. Kedua, pemupukan dengan menggunakan pupuk ponska, pupuk kandang, dan pupuk urea agar nutrisi yang ada di dalam unsur hara kolam lebih baik sehingga mikroorganisme yang bisa dijadikan pakan vannamei seperti fitoplankton dan plankton meningkat. Ketiga. pengisian air dilakukan ketika persiapan kolam benar-bener selesai dan air dimasukkan secara bertahap yang terdiri dari air payau dan air tawar.

c. Pemeliharaan udang vannamei

Tahap pertama yaitu penebaran benur, benur udang vannamei dilakukan setelah air

kolam diisi kurang lebih 2-3 minggu yang didiamkan agar laju mikroorganisme yang tumbuh meningkat setelah pemupukan. Benur vannamei yang umumnya digunakan adalah PL 10 – PL 12 berat awal 0,0001 g/ekor. Sebelum penebaran benih, petani kolam melakukan aklimatisasi terhadap suhu kolam dengan cara kantong benih yang berisi benur diapungkan di dalam kolam, Setelah tahap aklimatisasi suhu dan salinitas kantong yang berisi benur dimiringkan sehingga benur berenang di dalam kolam yang telah disiapkan. Waktu yang relatif baik untuk penebaran benur adalah siang hari.

Tahap kedua adalah pemberian pakan. Pemberian pakan dilakukan secara bertahap dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pada jam 07.00 dan jam 16.00 sebanyak 30% dan pada jam 22.00 sebanyak 40% hal ini dikarenakan udang vannamei dalam kemampuan mencari makannya bersifat nokturnal. Pakan yang digunakan adalah EM 4 dengan protein sedang.

Tahap kedua adalah pemberian pupuk berkelanjutan untuk menjaga kestabilan keberadaan plankton di dalam kolam.

Pemberian pupuk kontrol dan perlakuan dilakukan setiap satu minggu sekali. Pupuk perlakuan yang digunakan adalah ekstrak pupuk daun lamtoro dengan berbagai konsentrasi, sedangkan pupuk kontrolnya yaitu pupuk urea. Perlakuan dan sampel penelitian dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3. 1 Perlakuan dan Sampel pada udang vannamei

| No | Perlakuan | Konsentrasi                   | Sampel     |
|----|-----------|-------------------------------|------------|
| 1. | KN        | Tanpa pupuk                   | KN 1       |
| 2. | KP        | Pupuk urea                    | KP 1       |
| 3. | A         | Konsentrasi pupuk lamtoro 10% | A1, A2, A3 |
| 4. | B         | Konsentrasi pupuk lamtoro 20% | B1, B2, B3 |
| 5. | C         | Konsentrasi pupuk lamtoro 30% | C1, C2, C3 |

Tahap terakhir adalah pengukuran kualitas air dilakukan setiap satu minggu sekali. Parameter yang diamati dalam kualitas air meliputi pH, suhu dan salinitas air. Pergantian dilakukan setelah udang berumur > 60 hari dengan pergantian volume 10% dari volume total air di dalam kolam. Pergantian air ini dilakukan untuk menjaga kestabilan kualitas air dengan salinitas optimal 10-25 ppt.

#### d. Panen

Panen ini dilakukan setelah umur pemeliharaan udang vannamei 40-45 hari. Perlakuan sebelum dipanen air pada kolam volume air dipertahankan agar udang tidak mengalami *molting* kerana udang sangat sensitive terhadap lingkungan. Pada saat panen air di dalam kolam dikeluarkan dengan menggunakan diesel kemudian udang dibatasi dengan waring agar tidak berenang bebas sehingga memudahkan petani saat panen. Waktu yang baik untuk panen adalah malam hari agar mengurangi resiko kerusakan mutu udang disebabkan udang hasil panen sangat peka terhadap sinar matahari, jika terlalu lama terkena sinar matahari maka udang akan memerah dan harga jualnya pun menurun. Setelah itu udang vannamei di masukkan kedalam bak dan diberi es agar mempertahankan kualitas udang

#### 2. Uji proksimat udang vannamei

Terdapat total lima uji yang dilakukan pada udang vannamei yang telah dibudidaya dengan menggunakan ekstrak POC daun lamtoro sebagai kontrol dan pupuk urea sebagai perlakuan. Metode

uji tersebut adalah penetapan kadar air, kadar abu, karbohidrat, protein kasar, dan lemak. Pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Kimia UNIMUS. Sampel yang digunakan adalah 10g udang vannamei atau setara dengan 5 ekor udang vannamei. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan uji statistik *one way ANOVA*.

Pada uji kadar air yaitu menggunakan prinsip kerja metode thermogravimetri dengan menghilangkan air yang terkandung dalam bahan makanan dengan cara pemanasan, kemudian menimbang bahan tersebut hingga diperoleh berat yang stabil (Hardiyanti, 2022). Uji kadar abu menggunakan prinsip kerja menghancurkan sampel dan mengoksidasi makanan melalui pemanasan sampel pada suhu tinggi (550 °C), nilai kadar abu dapat didapatkan dengan menghitung selisih berat residu sampel setelah pembakaran dengan berat sampel awal (Hamidah *et al.* , 2017). Uji kadar lemak menggunakan metode soxhlet bekerja dengan mengekstrak lemak menggunakan pelarut seperti dietil eter atau pelarut lemak lain. Setelah pelarutnya diuapkan, lemak yang tertinggal kemudian ditimbang untuk menentukan persentasenya (Ariani *et al.* , 2024).

Uji kadar protein menggunakan metode kjeldahl dengan mendestruksi (memecah) bahan organik dalam sampel menggunakan asam kuat, seperti asam sulfat, dan menambahkan katalis untuk mempercepat reaksi. Terakhir adalah uji karbohidrat dapat dihitung menggunakan metode "*by difference*" dengan rumus sederhana. Caranya adalah mengurangi 100% dengan total kadar dari komponen lain yang sudah didapatkan. Komponen-komponen tersebut meliputi kadar air, abu, protein, dan lemak.

### 3. Studi literatur animalia invertebrata.

Pengumpulan data animalia invertebrata dengan melakukan studi literatur yang bersumber dari modul ajar kemendikbud materi animalia, buku zoologi, buku biologi Campbell, artikel ilmiah untuk mengetahui ciri-ciri hewan invertebrata berdasarkan filum dan kelasnya, serta web *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) untuk mengetahui klasifikasi setiap species hewan invertebrata, *World Register of Marine Species* (WoRMS), dan *Animalia Diversity Web* (ADW).

Setelah data terkumpul maka e-modul dirancang dan disusun, kemudian e-modul yang dikembangkan divalidasi oleh validator ahli media dan validator materi. Hasil validasi didapatkan dengan menyebar angket pada

validator yang memuat beberapa indikator. Hasil validasi terhadap e-modul yang telah dirancang dan dibuat untuk menentukan kelayakan produk tersebut sebelum di uji cobakan. Penelitian ini menggunakan wawancara tidak terstruktur dan angket sebagai instrumen utama. Beberapa teknik pengumpulan data ini diterapkan untuk memperoleh data yang valid dari berbagi responden meliputi ahli media, ahli materi, guru biologi dan peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu. Berikut penjelasan terkait pengumpulan data yang digunakan:

1. Observasi

Observasi dilakukan di kelas X – 8 SMAN Sidayu. Observasi dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pada pembelajaran biologi kelas X. Observasi analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebar angket kepada peserta didik terkait kegiatan belajar dan media belajar yang digunakan peserta didik.

2. Wawancara

Wawancara tidak terstruktur merupakan metode wawancara yang bersifat fleksibel, peneliti tidak menggunakan panduan yang sistematis saat mengumpulkan data (Sugiyono, 2013). Wawancara dilakukan pada guru biologi kelas X SMAN Sidayu

berfungsi untuk menggali informasi awal mengenai permasalahan yang hendak dipecahkan dalam penelitian. Secara spesifik, wawancara digunakan untuk mengidentifikasi kendala di kelas terkait kebutuhan akan sumber belajar pendukung. Sumber belajar yang dikembangkan peneliti berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal diharapkan dapat mempermudah proses pembelajaran dan menjelaskan materi yang diajarkan secara efektif.

### 3. Angket

Angket merupakan daftar pertanyaan tertulis yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari responden, baik mengenai diri mereka maupun data yang relevan. Dalam penelitian ini, angket berfungsi untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat kelayakan produk yang dikembangkan peneliti yaitu berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal. Angket disebarkan kepada ahli media, ahli materi, guru biologi dan peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu.

## **D. Teknik analisis data**

Penelitian ini menggunakan skala penilaian (*rating scale*) untuk mengukur data. Data numerik yang terkumpul dari skala ini selanjutnya akan dianalisis dan

diinterpretasikan dalam bentuk kualitatif (Sugiyono, 2013). Berikut kriteria penilaian kelayakan dan minat dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Kriteria penilaian kelayakan produk  
(Sugiyono, 2013)

| Pernyataan          |      |
|---------------------|------|
| Kategori            | Skor |
| Sangat Setuju       | 4    |
| Setuju              | 3    |
| Tidak Setuju        | 2    |
| Sangat Tidak Setuju | 1    |

Tingkat kelayakan produk ditentukan dari penilaian responden yang membubuhkan tanda *checklist* (√) pada lembar instrumen penilaian produk. Penelitian ini menganalisis data dari angket menggunakan analisis deskriptif persentase. Langkah-langkah untuk menganalisis data angket adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan jawaban

Angket yang telah diisi responden, peneliti melakukan pengecekan kelengkapan jawaban responden. Data mentah yang berbentuk numerik disusun berdasarkan isian yang telah diberikan. Langkah ini penting dilakukan untuk memastikan data siap untuk dianalisis lebih lanjut.

2. Melakukan *Scoring* (penilaian)

Hasil jawaban yang terkumpul diakumulasikan sesuai ketentuan yang ditetapkan. Kemudian, skor tersebut disusun secara sistematis dan diperiksa kembali untuk memastikan akurasi.

3. Membuat tabulasi data

Data dianalisis secara sederhana menggunakan prinsip kualitatif. Analisis ini mencakup perhitungan jumlah skor, nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum. Pentabulasian data membantu menyajikan Gambaran umum dan ringkasan data yang terkumpul.

4. Membuat presentase

Presentase variabel penelitian dihitung dengan menilai persentase tiap soal dan seluruh aspek penilaian. Hasil ini selanjutnya dipresentasikan secara menyeluruh dari semua aspek yang ada dalam uji kelayakan produk. Rumus untuk menentukan presentase penilaian adalah sebagai berikut:

$$X = \frac{\Sigma X}{N}$$

Keterangan:

X : Rata-rata

$\Sigma X$  : Total skor keseluruhan

N : Jumlah individu

Presentasi yang diperoleh dituliskan dalam bentuk Tabel sesuai kriteria sumber belajar. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pembacaan data penelitian, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3.3**

Tabel 3. 3 Interpretasi Skor Penilaian Sumber Belajar (Lestari *et al.* , 2022)

| <b>Interval</b> | <b>Kriteria</b>    |
|-----------------|--------------------|
| 80% - 100%      | Sangat layak       |
| 60% - 79%       | Layak              |
| 40% - 59%       | Cukup layak        |
| 20% - 39%       | Kurang layak       |
| 0% - 29%        | Sangat tidak layak |

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Langkah Pengembangan E-Modul**

Produk penelitian dan pengembangan ini berupa e - Modul invertebrata berbasis potensi lokal. Konten yang terdapat di e-modul berisi cara budidaya udang, kandungan gizi udang, dan materi invertebrata yang memuat ciri-ciri, klasifikasi, Gambar, dan peran disetiap filumnya. E- modul ini nantinya akan diuji cobakan ke peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Sidayu guna mengetahui respon peserta didik terhadap produk yang dikembangkan. Pengembangan produk ini menggunakan model pengembangan Borg and Gall hingga tahapan ke tujuh. Hasil setiap tahap yang telah dilaksanakan disajikan sebagai berikut:

##### **1. Potensi dan Masalah**

Potensi yang dikembangkan yaitu media pembelajaran biologi kelas X SMA berupa E-modul invertebrata berbasis potensi lokal. Pemilihan udang vannamei sebagai *center content* pada e-modul ini karena berdasarkan data BPS 2023 Kabupaten Gresik merupakan produksi perikanan terbesar se-Jawa Timur dibuktikan 68,58 ribu Ton produksi perikanan tambak payau dan 66,27 ribu Ton pada kolam tawar. Perlakuan ini menggunakan POC ekstrak daun lamtoro sebagai

pengganti urea diharapkan kandungan gizi udang vannamei lebih tinggi dan lebih sehat untuk dikonsumsi bila memakai pupuk organik.

Masalah dalam penelitian ini yaitu belum adanya media pembelajaran biologi materi invertebrata kelas X yang mengaitkan dengan potensi lokal. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan terhadap 38 peserta didik, 69% peserta didik membutuhkan referensi tambahan guna menunjang proses pembelajaran biologi. 73% peserta didik peserta menyukai media pembelajaran yang memadukan Gambar, teks, dan video. 70% peserta didik menyatakan perlunya media pembelajaran yang interaktif guna mempermudah pemahaman konsep materi pembelajaran. 86% peserta didik tertarik untuk mempelajari materi yang mengintegrasikan potensi lokal. Hasil wawancara dengan guru biologi juga belum terdapat bahan ajar yang memuat potensi lokal. Untuk itu pada penelitian ini diharapkan E-Modul invertebrata berbasis potensi lokal dapat memberikan informasi dan pengetahuan terkait potensi lokal serta pengaplikasian dan pemanfaatan potensi lokal secara optimal untuk mendukung proses pembelajaran. Potensi lokal dapat dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai sumber media belajar untuk membantu proses pembelajaran (Widowati *et al.* , 2013). Didukung oleh penelitian

(Sriyati *et al.* , 2021) bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan keterampilan sains siswa dengan hasil N-gain sebesar 0,61 menggunakan potensi lokal berupa air susu kerbau untuk membuat dadiah pada materi bioteknologi.

## **2. Pengumpulan Data.**

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan penelitian eksperimen dan studi literatur. Pengambilan data melalui penelitian eksperimen yaitu budidaya udang vannamei dengan sistem budidaya lokal yang bertempat di Kolam Pangkah Kulon Kabupaten Gresik dan melakukan uji proksimat udang di setiap perlakuannya. Terdiri dari lima perlakuan yaitu kontrol negatif (tanpa pupuk), kontrol positif (urea), POC lamtoro 10%, POC lamtoro 20%, dan POC lamtoro 30%. Berikut penjelasan lebih lengkapnya:

### **a. Budidaya udang vannamei**

Budidaya udang vannamei dilakukan menggunakan sistem budidaya tradisional. Waktu pelaksanaan budidaya ini yaitu September – November 2024. Proses budidaya udang vannamei dengan sistem budidaya konvensional dilakukan secara empat tahap yaitu metode pembuatan pupuk, persiapan kolam, pemeliharaan udang dan panen. Udang dibudidaya didalam kolam yang

berukuran 1,5m x 1m. Setiap kolamnya berisi 50 ekor udang vannamei. Penggunaan pupuk organik cair daun lamtoro digunakan sebagai perlakuan dengan tiga konsentrasi yang berbeda yaitu 10%, 20%, dan 30%. Perlakuan kontrol positif menggunakan urea dan perlakuan kontrol negatif tanpa menggunakan pupuk. Budidaya udang vannamei dengan sistem konvensional dilakukan dengan tahap pembuatan pupuk, tahap persiapan kolam, tahap pemeliharaan dan tahap panen. Gambar proses tahapan budidaya udang vannamei dengan sistem konvensional disajikan pada **Lampiran 17**.

1) Tahap pembuatan pupuk organik cair (POC) daun lamtoro

Komposisi pupuk organik cair POC ekstrak daun lamtoro yaitu daun lamtoro, EM4, larutan gula, aquades, air cucian beras, gula merah, dan EM-4 yang kemudian di fermentasi selama 20 hari. Pembuatan POC dikatakan berhasil jika karakter fisiknya tidak panas, tidak terdapat belatung, berwarna coklat, serta menghasilkan bau yang khas (D. A. Darmawan *et al.* , 2023), jika hasil POC tersebut berbau busuk maka proses pembuatan POC dikatakan

gagal, hal ini dapat dipengaruhi oleh suhu dan sirkulasi udara yang kurang optimal saat proses pembuatan POC (Abidin *et al.* , 2022). Secara anaerob, proses fermentasi akan menghasilkan metana (alkohol, CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, dan senyawa lain seperti asam organik yang memiliki berat molekul rendah asam asetat, asam propionate, asam butiran, asam laktat etanol dan methanol) (Rafidah *et al.* , 2023). Umumnya proses anaerob akan menimbulkan bau yang khas.

Berikut hasil kandungan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O pada pupuk daun lamtoro yang diujikan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Universitas Sebelas Maret (UNS) (**Lampiran 18**).

Tabel 4. 1 Kandungan Pupuk Daun Lamtoro

| <b>Konsentrasi</b> | <b>N Total</b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| <b>10%</b>         | 0,22%          | 151,33 ppm                        | 0,05%                 |
| <b>20%</b>         | 0,31%          | 168,23 ppm                        | 0,07%                 |
| <b>30%</b>         | 0,45%          | 231, 59 ppm                       | 0,12%                 |

Unsur nitrogen yang dapat dimanfaatkan adalah nitrat. Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen yang mudah larut dalam air berperan untuk pertumbuhan alga dan fitoplankton (Nurjumanis *et al.* , 2024).

Nitrat dimanfaatkan fitoplankton dalam fotosintesis. Nitrat berperan sebagai faktor pembatas dalam keberhasilan proses fotosintesis pada fitoplankton. Fosfat dan nitrat dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam proses kemoautotrofik maupun fotoautotrofik selama fotosintesis dengan hasil akhir berupa oksigen dan karbohidrat (Mishbach *et al.* , 2021).

## 2) Tahap persiapan kolam

Tahap persiapan kolam udang meliputi beberapa langkah penting untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi budidaya. Tahap persiapan kolam udang mencakup pengeringan dasar kolam, pengolahan tanah, pengapuran, pemupukan, serta pengisian dan penyaringan air untuk memastikan kualitas lingkungan sebelum penebaran benur.

Tahap pengeringan kolam dilakukan dengan cara mengeringkan tanah selama kurang lebih 3-hari (tergantung cuaca). Tanah kolam dijemur di bawah terik matahari hingga ditandai adanya retakan pada tanah. Pengeringan tanah kolam dikatakan sempurna ketika tanah kolam jika diinjak tidak amblas

(tidak lebih dari 5cm) dan retakannya merata. Pengeringan tanah dasar kolam dilakukan selama 3 – 4 hari dibawah terik matahari. Cahaya matahari berperan sebagai disinfektan dan membasmi sisa-sisa telur hama di tanah (Ratnasari *et al.* , 2022), serta untuk menghilangkan sisa lumut di dasar tanah (Kariawu, *et al.* , 2021). Lama pengeringan kolam tergantung dengan cuaca dan tekstur tanah. Tujuan dari pengeringan tersebut untuk menghilangkan kandungan gas berbahaya pada tanah dasar kolam (Gibran *et al.* , 2024).

Setelah tahap pengeringan dilakukan dilanjutkan dengan tahap pembajakan. Pembajakan ini menggunakan bajak luku dan garu, luku merupakan alat tradisional berfungsi dalam proses pembajakan yang bertujuan untuk menggemburkan tanah dan membalikkan rumput agar tertutup oleh tanah. Setelah menggunakan luku, tanah digaru untuk meratakan permukaan lahan sehingga permukaan tanah ketika diisi air akan menyebar rata(Muda *et al.* , 2024), keadaan tanah seperti ini bisa dikatakan tanah yang sehat. Rizki *et al.* (2024) Penggaruan

dilakukan untuk membongkar tanah menjadi gumpalan-gumpalan tanah. Selain itu, pembajakan dapat meningkatkan sirkulasi udara dan air dalam tanah karena oksigen dapat masuk lebih dalam dan mikroorganisme aerobik bisa berkembang sehingga berdampak baik pada ekosistem kolam.

Tahap pemupukan kolam kontrol positif menggunakan pupuk urea sebesar 10gr disetiap kolamnya. Pemupukan kolam perlakuan menggunakan ekstrak daun lamtoro dengan dosis yang berbeda yaitu 10%, 20%, dan 30%. Pemupukan diawal bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah kolam, selain itu pemupukan juga dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton sebagai pakan alami udang vannamei (Khumaidi *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian Gunarto (2008) bahwa pemupukan dasar kolam dilakukan untuk memperbaiki struktur tanah kolam dan meningkatkan kandungan hara pada kolam sehingga mendukung pertumbuhan fitoplankton sebagai pakan alami.

Tahap Pengapuran hanya dilakukan di 4 titik saja yaitu bagian sudut-sudut kolam sebelum pengisian air dan dibiarkan selama dua hari. Pengapuran lahan dilakukan dengan menyebarkan kapur disetiap sisi pojok kolam. Pengapuran lahan ketika masih dalam keadaan basah bertujuan untuk meningkatkan pH tanah. Gibran *et al.* (2024) menyatakan pengapuran pada lahan kolam bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah melalui penetralan arsenat, peningkatan pH, dan perbaikan kadar kalsium.

Tahap pengisian kolam menggunakan air tawar. Air yang ada di dalam kolam dibiarkan selama 7 hari setelah pengisian. Hal ini bertujuan agar plankton bertumbuh baik sebagai pakan alami udang. Air kolam yang sudah ditumbuhi plankton dicirikan dengan berubahnya warna air menjadi hijau atau hijau kecokelatan.

### 3) Tahap pemeliharaan

Tahap pemeliharaan udang adalah proses lanjutan setelah persiapan kolam, yang bertujuan untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan udang hingga mencapai ukuran

panen. Tahap pemeliharaan udang meliputi penebaran udang, pemberian pakan secara teratur dan terkontrol, pemantauan kualitas air, serta pemberian pupuk yang berkelanjutan untuk menjaga kondisi lingkungan tetap optimal selama masa budidaya.

Tahap penebaran benih dilakukan setelah air kolam dirasa siap untuk pembudidayaan. Sebelum benih ditebar harus dilakukan proses aklimatisasi. Tujuan dari aklimatisasi yaitu untuk mengurangi tingkat stress udang vannamei saat berada di lingkungan kolam karena perbedaan suhu, pH, salinitas dan kandungan oksigen yang diperoleh (Arianto *et al.* , 2018). Aklimatisasi dilakukan kurang lebih 10 menit, lalu air kolam dimasukkan perlahan ke dalam kantong plastik berisi benih dengan cara dipercikkan sedikit demi sedikit hingga benih keluar semuanya ke dalam kolam (Idham Shilman & Irmawan, 2023). Waktu ideal penebaran benih pada pagi atau sore hari ketika suhu lingkungan tidak terlalu tinggi (Arsad *et al.* , 2017). Hal ini bertujuan untuk mencegah stress pada udang vannamei dan memberikan ruang pada benih

untuk beradaptasi dengan lingkungan (Usman *et al.*, 2022).

Tahap Pemberian pakan dilakukan secara bertahap dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pada jam 07.00 dan jam 16.00 sebanyak 30% dan pada jam 22.00 sebanyak 40% hal ini dikarenakan udang vannamei dalam kemampuan mencari makannya bersifat nokturnal. Pernyataan ini selaras dengan Putra *et al.* (2024) udang vannamei lebih aktif di malam hari sehingga kebutuhan energi yang diserap lebih banyak. Pakan yang digunakan adalah merk TONGWEI 8830. Kandungan nutrisi pada pakan TONGWEI 8330 mengandung protein (Min) 40%, lemak (Min) 6%. Ocktovian *et al.* (2024) menyatakan protein yang terkandung dalam pakan komersil > 35% dan kandungan lemak > 6%, sehingga kandungan pakan yang sesuai dengan yang peneliti aplikasikan.

Tahap pengecekan parameter lingkungan dilakukan setiap seminggu sekali per kolamnya pada masa pembudidayaan. Parameter lingkungan yang digunakan meliputi suhu, pH, dan salinitas air. Tujuan

pengecekan parameter lingkungan saat budidaya udang dilakukan untuk memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup udang. Hasil pengecekan parameter lingkungan di setiap perlakuannya dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil Pengecekan Paramater Lingkungan

| Perlakuan  | Suhu  | pH   | Salinitas |
|------------|-------|------|-----------|
| <b>KN</b>  | 29,44 | 8,52 | 7,2       |
| <b>KP</b>  | 29,1  | 8,4  | 7,2       |
| <b>10%</b> | 29,55 | 8,53 | 7         |
| <b>20%</b> | 29,8  | 8,68 | 6,8       |
| <b>30%</b> | 30,2  | 8,71 | 6,8       |

Dalam (PERMEN-KP-75, 2016) suhu air kolam untuk mendapatkan hasil budidaya udang yang optimal adalah 28-32°C. Hasil pengukuran suhu pada **Tabel 4.2** berkisar antara 30,19 °C sampai dengan 29,1 °C. Kisaran suhu pada penelitian ini terbilang suhu normal atau kisaran suhu yang diperuntukkan untuk kehidupan udang vaname. Kisaran suhu tersebut merupakan kisaran yang optimal bagi pertumbuhan udang vannamei.

Pada perlakuan pupuk konsentrasi 30% menunjukkan rata-rata suhu 30, 19 °C

yang dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Didukung oleh penelitian Putra *et al.* (2024) bahwa peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen dan peningkatan suhu di siang hari dapat berpengaruh terhadap bertambahnya nafsu makan dan memicu meningkatnya pH dan ammonia dari feses dan sisa pakan. Sedangkan jika terjadi perubahan suhu secara drastis dalam waktu yang singkat maka sebaiknya perubahan suhu tersebut tidak lebih dari 30 °C. Jika suhu terlalu tinggi, udang akan mengalami kram atau kejang, sedangkan jika suhu terlalu rendah maka udang akan bersifat pasif (diam) yang dapat mengakibatkan turunnya nafsu makan atau biasa dinamakan dengan penyakit Early Mortality Syndrom (Pambudi, 2018).

Berdasarkan **Tabel 4.2** rata-rata pH berkisar antara 8,40 – 9,71. Derajat keasaman (pH) air pada budidaya udang yang optimal untuk pertumbuhan adalah 7,5 -8,5 (Rafiqie,

2021). Sedangkan menurut Ibrahim (2023) pH yang ideal untuk pertumbuhan udang adalah kisaran antara 7,4 – 8,9. Tingkat konsentrasi pH air dapat memengaruhi nafsu makan udang. Selain itu, jika pH air berada di bawah batas toleransi, hal ini dapat mengganggu proses molting, yang menyebabkan kulit udang menjadi lembek dan menurunkan tingkat kelangsungan hidupnya (Aris *et al.*, 2022). Sehingga dapat dikatakan kisaran pH pada penelitian ini terbilang pH normal atau kisaran pH yang diperuntukkan untuk kehidupan udang vaname. Kisaran pH tersebut merupakan kisaran yang optimal bagi pertumbuhan udang vannamei.

Pengecekan parameter yang ketiga adalah salinitas. Rata-rata salinitas pada kolam perlakuan dikategorikan rendah yaitu berkisar 6,8 – 7 ppm. Meski terbilang rendah, udang vanamei masih tetap bertahan karena memiliki sifat *euryhaline*. Sifat *euryhaline* merupakan kemampuan organisme untuk mentoleransi salinitas yang berbeda (Scabra *et al.*, 2023). Pernyataan ini didukung Jayanti *et al.* (2022) bahwa udang vanamei dapat

bertahan pada salinitas 5 – 30 ppt. Salinitas yang optimum untuk budidaya udang vannamei adalah 15-23 ppt (Putra *et al.* , 2024).

Hasil salinitas yang rendah dikarenakan wilayah kolam jauh dari pantai dan sumber mata air kolam berasal dari sumur bor. Air sumur bor bawah tanah yang jaraknya jauh dari pantai memiliki salinitas rendah. Salinitas air sumur di wilayah tersebut umumnya berada pada kisaran 0–10 ppt (Cahyono, 2024). Rendahnya salinitas pada kolam disebabkan oleh terbatasnya pasokan air laut akibat jauhnya titik pengambilan air. Hal ini merupakan dampak dari terbentuknya daratan baru (akresi) melalui proses sedimentasi (Utama *et al.* , 2023).

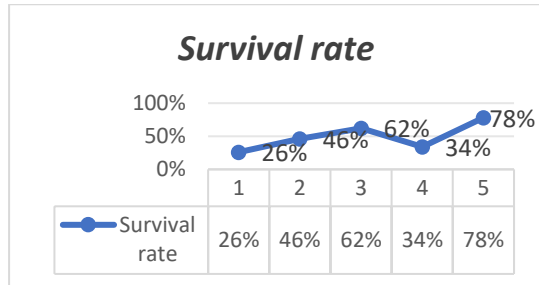
Tahap terakhir pada tahap pemeliharaan udang adalah pemupukan berkelanjutan. Pemupukan berkelanjutan dilakukan setiap dua minggu sekali dengan dosis pupuk yang telah ditentukan disetiap kolam perlakuannya, sehingga dilakukan tiga kali pemupukan selama proses budidaya dilakukan. Selaras dengan Darmawan (2008) frekuensi pemupukan ulang optimum dilakukan setiap seminggu sekali pada masa budidaya. Tujuan dari pemupukan ulang

yaitu untuk mempertahankan kualitas air dan sediaan pakan alami bagi udang vannamei.

#### 4) Tahap panen

Tahap panen merupakan tahap akhir dari proses budidaya udang. Panen dilakukan dengan menguras air kolam menggunakan bantuan diesel sehingga udang berada di permukaan kolam dan siap untuk diambil. Pemanenan yang dilakukan peneliti adalah panen total. Hasrah *et al.* (2022) menyatakan panen total merupakan pengambilan seluruh jumlah ikan yang dipelihara dan tidak didasarkan pada penggolongan ukuran maupun berat ikan.

Panen dilakukan pada tanggal 2 November 2024. Hasil panen yang didapatkan dikemas ke dalam box berisi es batu dan udang kemudian dilakukan uji proksimat udang vannamei disetiap perlakuannya. Untuk mengetahui keberhasilan budidaya ini peneliti mengukur angka *survival rate* disetiap perlakuannya. Berikut hasil yang didapatkan dalam pengukuran *survival rate* disetiap perlakuannya



Gambar 4. 1 Grafik Rata-Rata *Survival rate* di setiap Perlakuan

Berdasarkan **Gambar grafik 4.1** persentase *survival rate* tertinggi sebesar 78% pada perlakuan konsentrasi POC 30% (5) dan persentase *survival rate* terendah sebesar 26% (1). Kelangsungan hidup ikan (*survival rate*) adalah persentase ikan yang masih hidup pada akhir penelitian, dibandingkan dengan jumlah ikan yang ditempatkan pada awal pemeliharaan dalam suatu wadah (Francissca & Muhsoni, 2021).

b. Uji proksimat udang vannamei

Analisis proksimat adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi komposisi kimia suatu bahan, termasuk pengukuran kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat. Analisis proksimat bermanfaat dalam menilai kualitas pakan atau

bahan makanan, terutama terkait dengan kandungan zat-zat di dalamnya. Hasil proksimat udang vannamei dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Kandungan Pupuk Daun Lamtoro

| Komponen        | Hasil Uji Proksimat Udang Vannamei |        |        |        |        |
|-----------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                 | KN                                 | KP     | A      | B      | C      |
| Kadar Air (%)   | 74.195                             | 76.719 | 75.364 | 75.567 | 75.705 |
| Kadar Abu (%)   | 0.098                              | 0.070  | 0.060  | 0.079  | 0.076  |
| Lemak (%)       | 0.525                              | 0.619  | 1.36   | 0.747  | 0.596  |
| Protein (%)     | 10.50                              | 19.125 | 14.29  | 17.53  | 19.84  |
| Karbohidrat (%) | 14.27                              | 4.80   | 8.42   | 6.17   | 4.38   |

#### 1) Kadar air

Hasil uji *ANOVA* melalui uji thermogravimetri (**Lampiran 13**) terhadap kadar air diperoleh nilai signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0.31 (**Lampiran 7**) sehingga dikatakan tidak ada perbedaan secara nyata kandungan air udang vannamei pada perlakuan POC daun lamtoro dan perlakuan kontrol. Hasil rata-rata kadar air tertinggi didapatkan pada perlakuan KP sebesar 76.697% dan rata-rata terendah pada perlakuan KN sebesar 74.195% pada **Tabel 4.6**. Kadar air dalam daging udang vannamei merupakan indikator penting dalam menilai kesegaran dan mutu produk. Kandungan air yang tinggi umumnya menunjukkan bahwa udang masih segar,

sedangkan penurunan kadar air dapat mengindikasikan proses dehidrasi atau penurunan kualitas akibat penyimpanan yang tidak optimal.

Kadar air yang tinggi dalam tubuh udang disebabkan oleh kemampuan udang untuk mempertahankan dan mengikat air, kemampuan ini dikenal dengan *Water Holding Capacity* (WHC)(Verdian *et al.* , 2020). Kemampuan udang dalam mempertahankan *water holding capacity* (WHC) dipengaruhi oleh struktur dan komposisi jaringan ototnya. Hal ini didukung oleh penelitian (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005) bahwa kandungan air pada jaringan otot umumnya dipertahankan oleh struktur internal otot dan sel otot, terutama tersimpan di dalam miofibril yang berperan penting dalam kontraksi otot.

Kadar air pada daging udang vannamei dipengaruhi oleh faktor internal (umur, ukuran, fisiologi) dan eksternal (metode budidaya, perlakuan pasca panen, serta mikroba). Metode budidaya mempengaruhi kadar air pada daging udang vannamei.

Pernyataan ini didukung oleh penelitian (Ramli *et al.* , 2025) bahwa kadar air udang vannamei pada budidaya intensif 77,26%, budidaya tradisional, 76,70%, dan budidaya KJA 72,64%. Hal ini dapat dikatakan bahwa metode budidaya mempengaruhi kandungan kimia daging udang meski tidak secara signifikan.

## 2) Kadar abu

Hasil uji *ANOVA* melalui uji destruksi (**Lampiran 14**) terhadap kadar abu diperoleh nilai signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0.14 (**Lampiran 8**) sehingga dikatakan tidak ada perbedaan secara nyata kandungan air udang vannamei pada perlakuan POC daun lamtoro dan perlakuan kontrol. Hasil rata-rata kadar abu tertinggi didapatkan pada perlakuan KN sebesar 0.098% dan rata-rata terendah pada perlakuan A sebesar 0.060% (**Tabel 4.3**). Hasil yang didapatkan peneliti lebih rendah dari hasil penelitian Li *et al.* (2021) yaitu rata-rata kadar abu udang vannamei sebesar 1,6 – 1,7%. Perbedaan rata-rata kadar abu disebabkan oleh penggunaan metode budidaya. Hal ini menandakan lingkungan kolam mempengaruhi kadar abu pada udang.

Kandungan abu merupakan indikator jumlah mineral dalam suatu sampel, yang nilainya dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan teknik budidaya yang digunakan. Crustasea seperti udang memerlukan mineral penting untuk mendukung metabolisme dan pertumbuhan. Mineral ini diperoleh tidak hanya dari pakan, tetapi juga diserap langsung dari perairan (Bastian *et al.*, 2024).

Nilai kadar abu berbanding terbalik dengan nilai kadar air. Nilai kadar abu paling tinggi didapatkan pada perlakuan KN dan nilai kadar air paling rendah didapatkan pada perlakuan KN juga. Das *et al.* (2021) menyatakan kadar air yang lebih tinggi menghasilkan kadar abu yang lebih rendah disebabkan oleh hilangnya kadar air yang signifikan karena kadar abu dipengaruhi oleh kadar air dan suhu.

Kadar abu paling tinggi pada penelitan didapatkan pada perlakuan KN yaitu tanpa pemberian pupuk. Tingginya kadar abu diduga udang tidak mencerna makanan dengan optimal sehingga residu mineral yang

ada pada daging udang cukup tinggi. Hal ini didukung dengan hasil FCR yang tinggi pada perlakuan KN sebesar 18,75%. Nilai FCR berbanding terbalik dengan efisiensi pakan (Setyono *et al.*, 2020), semakin tinggi nilai FCR maka efisiensi pakan semakin rendah, sehingga dapat dikatakan udang pada perlakuan KN tidak menggunakan pakan secara optimal.

### 3) Kadar lemak

Hasil uji *ANOVA* melalui uji soxhlet (**Lampiran 15**) terhadap kadar lemak diperoleh nilai signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0.14 (**Lampiran 9**) sehingga dikatakan tidak ada perbedaan secara nyata kandungan air udang vannamei pada perlakuan POC daun lamtoro dan perlakuan kontrol. Hasil rata-rata kandungan lemak udang vannamei pada penelitian ini berkisar 0.525 – 1,36%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan POC ekstrak daun lamtoro pada konsentrasi 10% memberikan nilai tertinggi pada kandungan lemak daging udang vannamei dibandingkan dengan perlakuan lain, termasuk kontrol (urea). Hal ini

menunjukkan bahwa POC daun lamtoro dapat memberikan pengaruh positif terhadap metabolisme lipid pada udang.

POC ekstrak daun lamtoro dengan konsentrasi 10% mengandung nitrogen sebesar 0,22%. Nitrogen yang berbentuk nitrat berperan untuk pertumbuhan alga dan fitoplankton (Nurjumanis *et al.* , 2024). Unsur ini penting dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton, yang merupakan sumber makanan alami bagi udang yang dapat memengaruhi kualitas daging termasuk kandungan lemaknya. Kadar lemak pada fitoplankton cukup tinggi yang berkisar 2,2 - 10% (Erlina *et al.* , 2004). Peningkatan ketersediaan pakan alami yang kaya akan lemak dapat berkontribusi pada peningkatan kandungan lemak dalam daging udang, sehingga diasumsikan perlakuan POC 10% dapat mengoptimalkan kandungan lemak pada udang.

Kandungan lemak berbanding terbalik dengan kandungan air pada udang. Selaras dengan hasil penelitian ini kandungan air pada perlakuan A (POC 10%) cukup rendah tetapi

kandungan lemaknya cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Didukung penelitian Das *et al.* (2021) didapatkan hasil kandungan air tertinggi yaitu pada sampel *Ferapenaeus indicus* sebesar 24,90% dan pada sampel inipun kandungan lemak paling rendah yaitu 1,08%. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Chukwu & Shaba (2009) yang menyatakan bahwa semakin rendah kandungan lemak, semakin tinggi kadar air udang.

Sistem budidaya yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem budidaya tradisional (konvensional). Hasil kandungan lemak udang vannamei pada perlakuan konvensional oleh (Bastian *et al.*, 2024) sebesar 2,22%. Pada penelitian ini rata-rata paling tinggi yaitu 1,68. Rendahnya kadar lemak diduga lemak yang dihasilkan dari proses pencernaan dijadikan sumber energi bagi udang selama proses metabolisme berlangsung. Selain itu, lemak juga disimpan sebagai cadangan energi dan akan ditransportasikan ke jaringan atau organ tertentu sesuai kebutuhan fisiologis. Distribusi lipid ini umumnya terjadi dalam kurun waktu

tertentu, khususnya pada fase premolt, di mana kebutuhan energi meningkat sebagai bagian dari proses pergantian kulit (molting) (Agustono *et al.* , 2015). Meskipun kadar lipid total rendah, udang vannamei menunjukkan nilai gizi yang tinggi terkait dengan komposisi asam lemak. Faktor yang mempengaruhi yaitu pola makan, kepadatan populasi, tahap pertumbuhan, kualitas dan kadar garam air, dan variasi yang disebabkan oleh musim. Perubahan komposisi kimia menyebabkan perbedaan nilai gizi dan masa simpan udang.

#### 4) Kadar protein

Hasil kandungan protein tertinggi pada udang vannamei terdapat pada perlakuan pada perlakuan pupuk urea dan POC daun lamtoro konsentrasi 30%, sedangkan kandungan protein lebih rendah ditemukan pada perlakuan kontrol negatif (KN). Terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai ( $\alpha$ ) 0.00 melalui uji *ANOVA* antara total kandungan protein pada perlakuan tanpa pupuk dan penggunaan POC lamtoro 30% serta pupuk urea (**lampiran 10**). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk baik organik maupun

anorganik berpengaruh terhadap kandungan nutrisi udang vannamei khususnya protein.

Hasil kandungan protein pada udang vannamei tertinggi pada perlakuan POC konsentrasi 30% (C) dan pupuk urea (KP). Tinggi nya kadar protein diduga banyaknya pakan alami yang tersedia lingkungan tersebut. Faktor yang mempengaruhi perbedaan kandungan protein pada udang yaitu umur udang, musim, dan kondisi perarian budidaya(Akonor *et al.* , 2016).

Daun lamtoro memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K. Kandungan nitrogen pada perlakuan POC daun lamtoro konsentrasi 30% (C) sebesar 0,45%. Sedangkan Urea memiliki nitrogen sebesar 46% / 50Kg. Nitrogen yang berbentuk nitrat berperan untuk pertumbuhan alga dan fitoplankton (Nurjumanis *et al.* , 2024). Unsur ini penting dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton, yang merupakan sumber makanan alami bagi udang. Sehingga dapat dikatakan pada perlakuan KP dan C ketersediaan pakan alami melimpah dan ketersediaan pakan alami pada perlakuan KN

terbatas. Hal ini didukung dengan hasil FCR yang rendah pada perlakuan C sebesar 5,35% dan perlakuan KP sebesar 5,6%. Nilai FCR berbanding terbalik dengan efisiensi pakan (Setyono *et al.*, 2020), semakin rendah nilai FCR maka efisiensi pakan semakin tinggi, sehingga dapat dikatakan udang pada perlakuan C dan KP mengonsumsi pakan baik alami maupun komersil secara optimal.

#### 5) Kadar karbohidrat

Hasil kandungan karbohidrat tertinggi pada udang vannamei terdapat pada perlakuan kontrol negatif (KN) yang merupakan perlakuan tanpa pupuk, sedangkan kandungan karbohidrat lebih rendah ditemukan pada perlakuan pupuk urea dan POC daun lamtoro konsentrasi 30%. Terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai ( $\alpha$ ) 0.00 melalui uji ANOVA antara total kandungan karbohidrat pada perlakuan tanpa pupuk dan penggunaan POC lamtoro 30% serta pupuk urea (**lampiran 11**). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk baik organik maupun anorganik berpengaruh terhadap kandungan nutrisi udang vannamei khususnya karbohidrat.

Daun lamtoro memiliki kandungan unsur hara N, P, dan K. Kandungan nitrogen pada perlakuan POC daun lamtoro konsentrasi 30% (C) sebesar 0,45%. Sedangkan Urea memiliki nitrogen sebesar 46% / 50Kg. Nitrogen yang berbentuk nitrat berperan untuk pertumbuhan alga dan fitoplankton(Nurjumanis *et al.* , 2024). Unsur ini penting dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton, yang merupakan sumber makanan alami bagi udang. Sehingga dapat dikatakan pada perlakuan KP dan C ketersediaan pakan alami melimpah dan ketersediaan pakan alami pada perlakuan KN terbatas. Didukung oleh penelitian Arfah *et al.* (2019) bahwa pada hasil pertumbuhan fitoplankton terendah didapatkan pada perlakuan tanpa pupuk dan pertumbuhan fitoplankton tertinggi pada perlakuan urea konsentrasi 45%.

Tingginya kadar karbohidrat pada perlakuan KN mencapai 14,27% diduga udang jarang mengalami pergerakan untuk mencari makan sehingga energi tersimpan yang berbentuk karbohidrat dalam jumlah banyak.

Berbeda pada perlakuan KP dan C yang memiliki kandungan N tinggi diasumsikan pakan alami yang tersedia dalam melimpah, sehingga aktivitas udang lebih tinggi dan energi yang dikeluarkan banyak, sehingga kandungan karbohidrat lebih rendah. Pergerakan aktivitas udang yang pasif dikarenakan udang tidak dapat mendeteksi keberadaan makanan (Nadlifah, 2019).

c. Studi literatur animalia invertebrata

Materi animalia invertebrata yang terdiri dari delapan filum juga disajikan dalam e-modul ini. Pengumpulan data bersumber dari modul ajar kemendikbud materi animalia, buku zoologi, buku biologi Campbell, artikel ilmiah untuk mengetahui ciri-ciri hewan invertebrata berdasarkan filum dan kelasnya, serta web *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) untuk mengetahui klasifikasi setiap species hewan invertebrata, *World Register of Marine Species* (WoRMS), dan *Animalia Diversity Web* (ADW).

### 3. Validasi Bahan Ajar

Tahap validasi bahan ajar ini merupakan tahap validasi e-modul yang dikembangkan peneliti berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal. Terdiri dari

dua validasi pada pengembangan ini yaitu validasi ahli dan validasi materi. Validator ahli media yaitu Ibu Nisa Rasyida, M.Pd. yang merupakan dosen pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang, dengan mencermati lima aspek penilaian, yaitu tampilan desain layar, kemudahan penggunaan, konsistensi, kegrafikan, dan kebersamaan. Validator ahli materi adalah Ibu Dr. Siti Mukhlisoh, M.Si. yang merupakan dosen pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang, dengan mencermati lima aspek penilaian yaitu cakupan materi, keakuratan materi, kegiatan yang mendukung materi, potensi lokal, dan penggunaan bahasa.

#### **4. Desain Bahan Ajar**

Peneliti mengembangkan e-modul dengan menggunakan bantuan aplikasi software *Articulate Storyline 3* dan *Canva* web. E-modul yang dikembangkan dapat diakses kapan saja berupa melalui link web. E-modul didesain bernuansa ekosistem laut dengan warna dasar biru yang menggambarkan warna air dan kuning yang menggambarkan warna tanah. Pemilihan ekosistem laut sebagai background dikarenakan e-modul ini berfokus pada animalia invertebrata yang habitatnya sebagian besar di laut atau perairan.

Terdapat enam menu utama yang terdapat pada e-modul yaitu yang pertama menu capaian

pembelajaran, pada menu ini berisi capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran dan informasi modul. Menu kedua yaitu materi, terdapat tiga materi yaitu budidaya udang vaname yang terdiri dari tujuh sub menu berupa tahapan budidaya, materi kedua yaitu kandungan gizi udang vannamei yang berasal dari hasil penelitian peneliti dengan menggunakan uji proksimat yang disajikan dalam bentuk e-komik dan *leaflet* serta didukung Gambar dan video terkait stunting serta artikel ilmiah pemanfaatan udang vannamei dalam mengurangi angka stunting, kemudian materi terakhir yaitu materi animalia invertebrata yang terdiri dari delapan sub menu berupa ciri-ciri serta klasifikasi disetiap filumnya (porifera, echinodermata, annelida, coelenterata, plathyhelminthes, nemathelminthes, mollusca, dan arthropoda ). Menu ketiga yaitu evaluasi, pada menu ini terdapat 10 soal dengan tipe yang berbeda terdiri dari tipe soal *multiple choice*, *multiple choice kompleks*, *true-false*, dan *drag and draw*. Menu keempat yaitu glosarium untuk membantu pembaca mengetahui istilah tertentu dalam e-modul. Menu kelima yaitu tentang penulis, dan menu terakhir yaitu daftar pustaka terdiri dari referensi ilmiah, buku, dan web yang digunakan peneliti dalam menyusun e-modul ini.

## 5. Revisi Desain Produk

Validasi ahli media oleh Ibu Nisa Rasyida, M.Pd. desain produk yang dikembangkan peneliti diberi saran untuk diperbaiki sebagai revisi produk yang mencakup empat hal. Saran tersebut terdiri atas perlunya penambahan video mengenai stunting dalam bentuk link pada materi kandungan gizi udang vaname, suara klik (*touch*) pada saat transisi slide dan *backsound* hanya diawal saja sebagai penanda aplikasi dibuka, serta perbaikan Gambar yang pecah ketika di *zoom* agar lebih di perjelas. Sehingga dapat dikatakan produk yang dikembangkan peneliti berupa e-modul invertebrata layak diuji cobakan di lapangan dengan sesuai saran.

Validasi ahli materi oleh Ibu Dr. Siti Mukhlisoh, M.Si. materi yang terdapat dalam produk yang dikembangkan peneliti diberi saran untuk diperbaiki sebagai revisi produk yang mencakup tiga hal. Saran tersebut terdiri atas perbaikan penulisan nama ilmiah pada materi animalia invertebrata, penambahan hasil lab POC daun lamtoro pada tahap pemberian pupuk materi budidaya udang, dan perbaikan *typo* serta tata letak pada menu glosarium, sehingga dapat dikatakan produk yang dikembangkan peneliti berupa e-modul invertebrata layak diuji cobakan di lapangan dengan sesuai saran.

## **6. Uji Coba Produk Skala Terbatas**

Tahap uji coba produk skala terbatas pada penelitian ini berupa pengaplikasian media e-modul berbasis potensi likal di kelas sebagai bagian dari uji coba lapangan untuk mendapatkan nilai respon peserta dan guru. Penilaian uji respon guru ditujukan oleh guru biologi kelas X-8 SMA Negeri Sidayu, yaitu Ibu Yuni dengan memperhatikan lima aspek penilaian yaitu cakupan materi, kelengkapan isi modul, komponen penyajian, *Layout*, dan penggunaan bahasa. Uji respon peserta didik ditujukan pada kelas X-8 yang berjumlah 38 peserta didik. Uji respon peserta didik dengan memperhatikan empat aspek penilaian yaitu cakupan materi, penyajian, penggunaan bahasa, dan kesesuaian e-modul dengan pembelajaran.

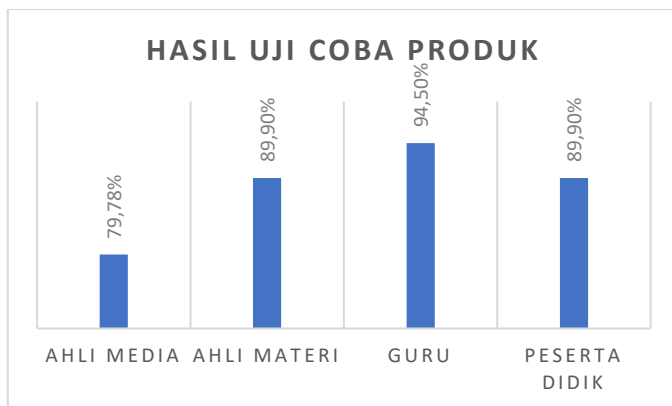
## **7. Revisi Produk**

Tahap revisi produk berupa penilaian kualitas produk dengan menggunakan angket. Hasil penilaian dianalisis untuk mengetahui kelayakan e-modul yang telah dikembangkan. Penilaian tersebut dapat digunakan sebagai perbaikan lanjutan produk.

### **B. Uji Kelayakan E-Modul**

Hasil evaluasi terhadap produk e-modul yang dilakukan oleh validator ahli media dan ahli materi, serta uji

respon guru dan peserta didik menunjukkan bahwa media tersebut sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran biologi pada materi invertebrata, dengan persentase kelayakan sebesar 87,68%. Menurut Lestari *et al.* (2022) suatu produk dinyatakan sangat layak apabila skor kelayakan media berada pada rentang 81 – 100%. Hasil uji coba produk yang berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4. 2 Hasil Uji Coba Produk

Studi lain menunjukkan bahwa e-modul yang memanfaatkan potensi lokal sangat tepat untuk dijadikan media pembelajaran. Penelitian (Sriyati *et al.* , 2021) bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan keterampilan sains siswa dengan hasil N-gain sebesar 0,61 menggunakan potensi lokal berupa air susu kerbau untuk membuat dadiah pada materi bioteknologi. Penelitian

Pratama *et al.* (2018) penggunaan e-modul dengan memanfaatkan potensi lokal daerah kerinci pada materi animalia dan plantae ketika diaplikasikan dalam pembelajaran mendapatkan skor 76,3% dinyatakan dalam kategori berhasil. Didukung oleh penelitian Aprilia & Wulandari (2022) e-modul berbasis potensi lokal dengan memanfaatkan tumbuhan disekitar sekolah yang dikemas dalam bentuk *flip book* untuk menunjang materi plantae kelas X mendapatkan presentase hasil validitas 85,06% yang dinyatakan layak untuk diuji cobakan. Kualitas produk yang telah divalidasi menjamin kelayakan semua komponennya untuk proses pembelajaran (Mulia *et al.* , 2019).

E-modul yang dikembangkan dinilai oleh validator ahli media, ahli materi serta uji respon guru dan peserta didik untuk mengetahui kualitas dan kelayakan produk. Berikut hasil penilaian produk:

### **1. Hasil Penilaian Ahli Media**

Hasil validasi ahli media oleh Ibu Nisa Rasyida, M.Pd. dengan produk e-modul invertebrata berbasis potensi lokal memperoleh presentase 79,78% dengan kategori layak. Suatu produk dinyatakan layak apabila skor kelayakan media berada pada rentang 81 – 100%

(Lestari *et al.* , 2022) . Hasil rekapitulasi validasi ahli media disajikan pada **Tabel 4.4**

| Tabel 4. 4 Rekapitulasi Validasi Ahli Media |      |            |               |
|---------------------------------------------|------|------------|---------------|
| Aspek Penilaian                             | Skor | Presentase | Nilai         |
| Tampilan Desain                             | 19   | 79,17 %    | <b>79,78%</b> |
| Kemudahan Penggunaan                        | 13   | 81,25 %    |               |
| Konsistensi                                 | 9    | 75 %       |               |
| Kegrafikan                                  | 23   | 82,15 %    |               |
| Kebersamaan                                 | 13   | 81,25 %    |               |

Validasi ahli media terdiri dari lima aspek penilaian dengan setiap aspek terdiri dari beberapa butir penilaian. Presentase setiap aspek penilaian berkisar antara 75% - 82,15%. Aspek penilaian kegrafikan memperoleh penilaian tertinggi dengan hasil presentase 82,15%. Aspek penilaian terendah pada aspek konsistensi dengan presentase 75%.

## 2. Hasil Validasi Materi

Hasil validasi ahli media oleh Ibu Dr. Siti Mukhlisoh, M.Si. dengan produk e-modul invertebrata berbasis potensi lokal memperoleh presentase 89,8% dengan kategori layak. Suatu produk dinyatakan layak apabila skor kelayakan media berada pada rentang 81 – 100% (Lestari *et al.* , 2022) . Hasil rekapitulasi validasi ahli materi disajikan pada **Tabel 4.5**

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Validasi Ahli Media

| <b>Aspek Penilaian</b>    | <b>Skor</b> | <b>Presentase</b> | <b>Nilai</b> |
|---------------------------|-------------|-------------------|--------------|
| Cakupan Materi            | 8           | 100 %             | <b>89,8%</b> |
| Keakuratan Materi         | 11          | 91 %              |              |
| Kegiatan Pendukung Materi | 10          | 83 %              |              |
| Potensi Lokal             | 16          | 100 %             |              |
| Penggunaan Bahasa         | 3           | 75 %              |              |

Validasi ahli materi terdiri dari lima aspek penilaian dengan setiap aspek terdiri dari beberapa butir penilaian. Presentase setiap aspek penilaian berkisar antara 75% - 100%. Aspek penilaian cakupan materi dan potensi lokal memperoleh penilaian tertinggi dengan hasil presentase 100%. Aspek penilaian terendah pada aspek penggunaan bahasa dengan presentase 75%.

### 3. Hasil Uji Respon Guru

Berdasarkan hasil validasi ahli media dan materi, produk e-modul ini layak untuk diuji cobakan dalam skala terbatas. Pengujian skala terbatas dilakukan di SMAN Sidayu untuk menilai respon dan kelayakan produk. Hasil uji respon guru oleh Ibu Yuni Rahmawati selaku guru biologi kelas X-8 terhadap produk e-modul invertebrata berbasis potensi lokal memperoleh presentase 94,5% dengan kategori sangat layak. Suatu produk dinyatakan layak apabila skor kelayakan media berada pada rentang 81 – 100% (Lestari *et al.* , 2022) .

Hasil rekapitulasi respon guru untuk menentukan kelayakan produk disajikan pada **Tabel 4.6**

**Tabel 4. 6 Rekapitulasi Respon Guru**

| <b>Aspek Penilaian</b>  | <b>Skor</b> | <b>Presentase</b> | <b>Nilai</b> |
|-------------------------|-------------|-------------------|--------------|
| Cakupan Materi          | 7           | 87,5%             | <b>94,5%</b> |
| Kelengkapan isi e-modul | 18          | 90%               |              |
| Komponen penyajian      | 8           | 100%              |              |
| Layout                  | 20          | 100%              |              |
| Penggunaan bahasa       | 19          | 95%               |              |

Uji respon guru terdiri dari lima aspek penilaian dengan setiap aspek terdiri dari beberapa butir penilaian. Presentase setiap aspek penilaian berkisar antara 87,5% - 100%. Aspek penilaian tertinggi pada aspek komponen penyajian dan layout dengan presentase 100%. Aspek penilaian cakupan materi dan potensi lokal memperoleh penilaian terendah dengan presentase 87,5%.

#### **4. Hasil Uji Respon Peserta Didik**

Hasil uji respon peserta didik dinyatakan sangat layak dengan perolehan rata rata penilaian 86,54% dari penilaian 31 peserta didik kelas X -8 SMAN Sidayu. Jumlah peserta didik kelas X – 8 SMAN Sidayu yaitu 38 siswa tetapi yang mengisi angket respon e-modul invertebrata berbasis potensi lokal hanya 31 peserta didik, 7 peserta didik tidak mengisi angket

respon karena pada saat peneliti mengambil data berhalangan hadir. Suatu produk dinyatakan sangat layak apabila skor kelayakan media berada pada rentang 81 – 100% (Lestari *et al.* , 2022) . Hasil rekapitulasi respon peserta didik untuk menentukan kelayakan produk disajikan pada **Tabel 4.7**

**Tabel 4. 7 Rekapitulasi Respon Siswa**

| <b>Aspek Penilaian</b>                         | <b>Skor</b> | <b>Presentase</b> | <b>Nilai</b>   |
|------------------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|
| Cakupan Materi                                 | 437         | 88,10%            | <b>88,85%.</b> |
| Penyajian                                      | 632         | 84,95%            |                |
| Penggunaan Bahasa                              | 209         | 84,27%            |                |
| Keseuaian e-modul dalam mendukung pembelajaran | 661         | 88,84             |                |

Uji respon peserta didik terdiri dari empat aspek penilaian dengan setiap aspek terdiri dari beberapa butir penilaian. Presentase setiap aspek penilaian berkisar antara 84,3% - 88,85%. Aspek penilaian keseuaian e-modul dalam mendukung pembelajaran memperoleh penilaian tertinggi dengan hasil presentase 88,85%. Aspek penilian terendah pada aspek penggunaan bahasa dengan presentase 84.3%.

## **5. Revisi Produk**

Berikut revisi produk yang dikembangkan peneliti yang bersumber dari masukan dan saran ahli media dan ahli materi:

a. Ahli media

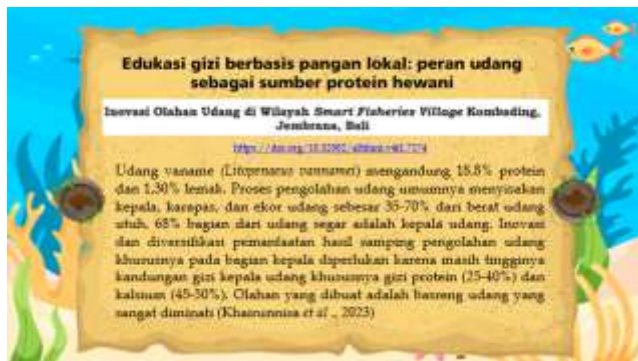
Terdapat empat saran dari validator ahli media yaitu ibu Nisa Rasyida, M.Pd. Saran tersebut terdiri atas perlunya penambahan video mengenai stunting dalam bentuk link pada materi kandungan gizi udang vaname **Gambar 4.3**, penambahan artikel ilmiah terkait kandungan gizi dan pemanfaatan udang **Gambar 4.4**, suara klik (*touch*) pada saat transisi slide dan *background* hanya diawal saja sebagai penanda aplikasi dibuka, serta perbaikan Gambar yang pecah ketika di *zoom* agar lebih di perjelas **Gambar 4.5, 4.6, 4.7, dan 4.8**. Berikut revisi dari ahli media:



Gambar 4. 3 Penjelasan Gizi Udang Vannamei  
(Sebelum Revisi)



Gambar 4. 4 penambahan video dampak dan penyebab stunting pada materi kandungan gizi udang vannamei yang dapat diakses ketika Gambar di touch  
(Setelah Revisi)



Gambar 4. 5 penambahan artikel ilmiah terkait kandungan gizi dan pemanfaatan udang  
(Setelah Revisi)



Gambar 4. 6 Gambar terlihat tidak jelas (jernih)  
(Sebelum Revisi)



Gambar 4. 7 Penambahan Gambar pembanding  
untuk mendukung Gambar yang resolusinya rendah  
(Setelah Revisi)



Gambar 4. 8 Gambar terlihat tidak jelas (jernih)  
(Sebelum Revisi)



Gambar 4. 9 Peningkatan resolusi pada Gambar agar  
terlihat jelas dan tidak pecah saat di zoom.  
(Setelah Revisi)

b. Ahli materi

Terdapat empat saran dari validator ahli materi yaitu ibu Dr. Siti Mukhlisoh, M.Si. Saran tersebut terdiri atas perbaikan penulisan nama ilmiah pada materi animalia invertebrata **Gambar**

**4.9 dan 4.10**, penambahan hasil lab POC daun lamtoro pada tahap pemberian pupuk materi budidaya udang **Gambar 4.11, 4.12 dan 4.13**, dan perbaikan *typo* **Gambar 4.14 & 4.15** serta tata letak pada menu glosarium **Gambar 4.16 & 4.17**. Berikut revisi dari ahli materi:



Gambar 4. 10 Perbaikan Nama Ilmiah  
(Sebelum Revisi)



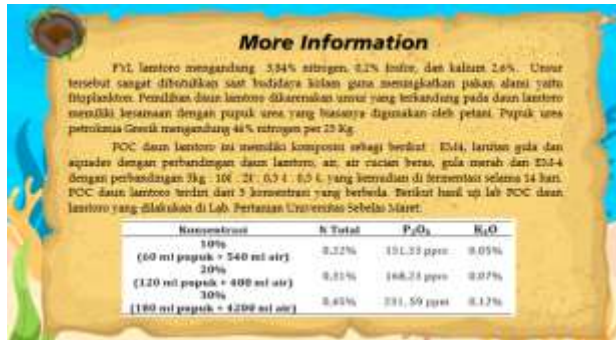
Gambar 4. 11 Perbaikan Nama Ilmiah  
Setelah Revisi)



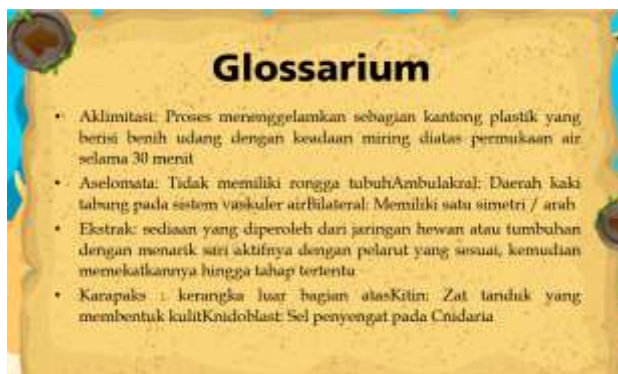
Gambar 4. 12 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Sebelum Revisi)



Gambar 4. 13 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Setelah Revisi)



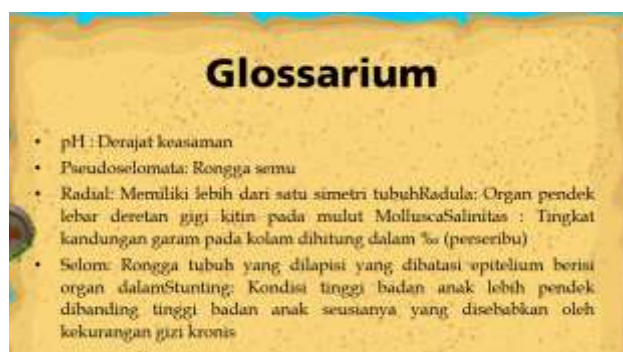
Gambar 4. 14 Penambahan Deskripsi Perlakuan Pada Tahap Pemupukan (Setelah Revisi)



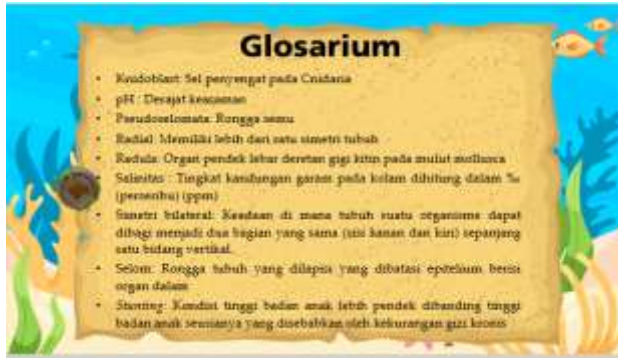
Gambar 4. 15 Perbaikan Penulisan (typo) (Sebelum Revisi)



Gambar 4. 16 Perbaikan Penulisan (typo)  
(Setelah Revisi)



Gambar 4. 17 Perbaikan Tata Letak Penulisan.  
(Sebelum Revisi)



Gambar 4. 18 Perbaikan Tata Letak Penulisan.  
(Setelah Revisi)

## 6. Kajian Produk Akhir

Produk akhir pengembangan ini berupa e-modul berbasis potensi lokal udang vannamei sebagai komoditas daerah Kabupaten Gresik untuk mengedukasi dan memberi informasi mengenai cara budidaya dan kandungan gizi udang vannamei. Pengembangan e-modul ini menggunakan aplikasi *Articulate Story Line 3* dan web canva. Produk e-modul ini dapat diakses menggunakan internet melalui link. Berikut Gambaran e-modul yang dikembangkan:

- a. Menu awal (cover) berisi judul yang bernuansa ekosistem laut dengan warna dasar biru yang menggambarkan warna air dan kuning yang menggambarkan warna tanah. Pemilihan ekosistem laut sebagai background dikarenakan e-modul ini

berfokus pada animalia invertebrata yang habitatnya sebagian besar di laut atau perairan. Menu cover disajikan pada **Gambar 4.18**



Gambar 4. 19 Menu Cover E-Modul

- b. Menu *Log-in*, e-modul tidak dapat di-*next* sebelum pengguna mengisi nama dan kelas pada kolom yang telah disediakan. Halaman *Log-in* disajikan pada **Gambar 4.19**



Gambar 4. 20 Menu Log-in E-Modul

- b. Menu utama, e-modul terdiri dari enam menu, untuk menuju menu yang diinginkan pengguna langsung *nge-klik* maka langsung membuka halaman yang dituju. Halaman *Log-in* disajikan pada **Gambar 4.20**



Gambar 4. 21 Menu Utama E-Modul

- c. Menu capaian pembelajaran berisi bunyi capaian pembelajaran fase E dan materi pokok, serta memuat tujuan pembelajaran. Menu capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran disajikan pada **Gambar 4.21 dan 4.22**

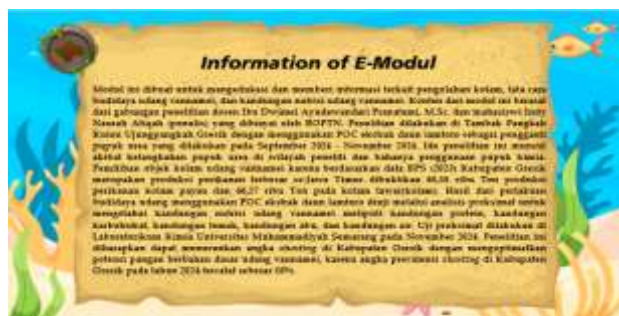


Gambar 4. 22 Menu Capaian Pembelajaran



Gambar 4. 23 Menu Tujuan Pembelajaran

- d. Menu informasi tentang e-modul berisi latar belakang cakupan materi pada e-modul. Materi yang terdapat pada modul ini yaitu berasal dari penelitian murni di Kolam Pangkah Kulon Ujungpangkah Kabupaten Gresik. Penelitian ini menggunakan perlakuan POC daun lamtoro sebagai pengganti urea. Hasil udang yang didapatkan diuji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi udang. Halaman informasi tentang modul disajikan pada Gambar **Gambar 4.23**



Gambar 4. 24 Menu Informasi E-Modul\

- e. Menu materi budidaya udang vannamei, pada halaman ini terdapat delapan sub menu. Sub-menu tersebut berisi tahapan cara budidaya udang vannamei disajikan pada Gambar 4.24, serta salah satu tahapan budidaya udang vannamei disajikan pada Gambar 4.25



Gambar 4. 25 Sub-Menu Tahapan Cara Budidaya Udang Vannamei



Gambar 4. 26 Contoh Tahapan Cara Budidaya Udang Vannamei

- f. Menu materi kandungan gizi udang vannamei, isi materi ini berasal dari hasil uji proksimat dengan perlakuan POC ekstrak daun lamtoro disajikan pada **Gambar 4.26**



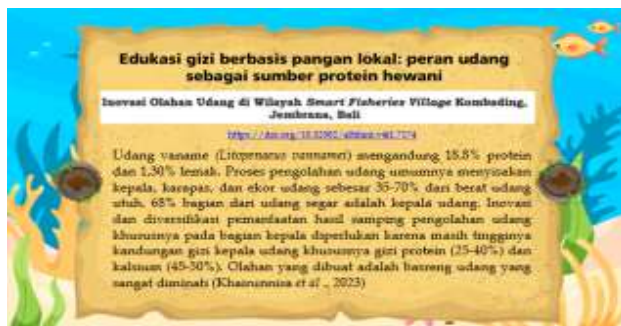
Gambar 4. 27 Menu Kandungan gizi Udang Vannamei

- g. Halaman video materi tambahan berisi video YouTube mengenai penyebab dan dampak *stunting* disajikan pada **Gambar 4.27**



Gambar 4. 28 Halaman Video Materi Tambahan

- h. Halaman penambahan artikel ilmiah terkait pemanfaatan dan kandungan gizi udang vannamei disajikan pada **Gambar 4.28**



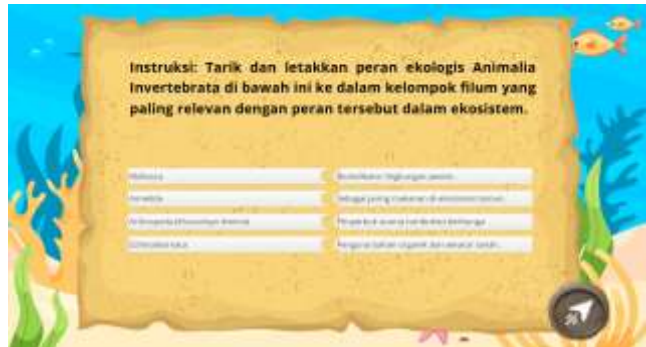
Gambar 4. 29 Halaman Artikel Ilmiah Penunjang Materi

- i. Menu materi animalia invertebrata yang memuat delapan sub menu disajikan pada **4.29**. Disetiap filumnya terdapat deskripsi mengenai ciri-ciri animalia invertebrata disajikan pada **Gambar 4.30** contoh spesies hewan di setiap kelasnya disajikan pada **Gambar 4.31**



Gambar 4. 30 Menu Animalia Invertebrata





Gambar 4. 33 Contoh Soal pada E-modul.

- d. Menu glosarium untuk membantu pembaca mengetahui istilah tertentu dalam e-modul disajikan pada **Gambar 4.33**



Gambar 4. 34 Menu Glossarium pada E-modul.

- j. Menu tentang penulis berisi identitas diri dari *author* e-modul invertebrata berbasis potensi lokal disajikan pada **Gambar 4.34**



Gambar 4. 35 Menu Tentang Penulis pada E-modul.

- e. Menu daftar pustaka yang terdiri dari refrensi ilmiah, buku, dan web yang digunakan peneliti dalam menyusun e-modul ini disajikan pada **Gambar 4.35**



Gambar 4. 36 Menu Daftar Pustaka pada E-modul.

## 7. Keterbatasan E-Modul

Keterbatasan pengembangan e-modul invertebrata berbasis potensi lokal udang vannamei

pada materi animalia invertebrata untuk untuk mengedukasi dan memberi informasi mengenai cara budidaya dan kandungan gizi udang vannamei sebagai akomodasi Kabupaten Gresik. Berikut keterbatasan penelitian ini:

- a. Produk yang dikembangkan terbatas pada materi animalia invertebrata dan tidak mencakup seluruh materi pembelajaran biologi.
- b. Produk yang dikembangkan hanya memuat materi berupa cara budidaya udang vannamei, kandungan gizi udang vannamei, dan animalia invertebrata yang terdiri dari 8 filum.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Penelitian dengan hasil produk berupa e-modul invertebrata berbasis potensi lokal sebagai media belajar peserta didik kelas X materi invertebrata ini menggunakan metode pengembangan Brog and Gall dengan pengaplikasian tujuh tahapan karena keterbatasan penelitian. Tujuh tahap tersebut yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain bahan ajar, validasi bahan ajar, revisi desain produk, uji coba skala terbatas, dan revisi produk. Tahap potensi dan masalah dilakukan dengan teknik observasi, wawancara dan penyebaran angket kebutuhan media. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara, pertama membudidayakan udang vannamei dengan sistem konvensional, kedua pelaksanaan uji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi udang vannamei, dan terakhir studi literatur materi invertebrata dengan menggunakan bantuan buku, artikel ilmiah, dan internet. Ketiga cara tersebut hasilnya dijadikan sebagai materi pada e-modul yang dikembangkan. Tahap desain bahan ajar menggunakan bantuan software *Articulate Strory Line 3* dan Canva web,

produk yang dikembangkan berupa link web yang dapat digunakan tanpa adanya keterbatasan waktu. Tahap validasi dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Tahap revisi desain produk dilakukan berdasarkan arahan ahli media dan ahli materi sebagai syarat melakukan uji coba produk. Tahap uji coba produk dilakukan dengan menyebarkan angket respon guru dan respon peserta didik di kelas X – 8 SMAN Sidayu, tahap uji coba ini dilakukan hanya pada 1 kelas karena keterbatasan peneliti. Tahap terakhir yaitu revisi produk untuk mengevaluasi kelayakan produk yang telah di uji cobakan.

2. Hasil penilaian produk e-modul invertebrata berbasis potensi lokal berdasarkan validator ahli media, ahli materi, respon guru dan respon peserta didik untuk mengetahui kelayakan produk didapatkan nilai total 87,75% yang dinyatakan sangat layak dipergunakan sebagai media belajar materi invertebrata kelas X. Didapatkan dari penilaian validasi ahli media sebesar 79,78 %, nilai validasi materi sebesar 89,8%, respon guru biologi dengan presentase 94,5% dan respon peserta didik dengan 31 responden kelas X - 8 SMAN Sidayu dengan presentase 86,54%.

## **B. Saran**

1. Kritik dan saran pada media e-modul dapat dilakukan dengan menyempurnakan kualitas produk yang layak dan efektif sebagai media pembelajaran siswa.
2. Produk e-modul ini diharapkan dapat menjadi penunjang pembelajaran secara mandiri dan juga dapat memanfaatkan potensi lokal daerah setempat.
3. Menyempurnakan produk dengan tambahan materi keanekaragaman plankton yang tersedia pada kolam perlakuan dan kolam kontrol.

## **C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut**

1. Produk e-modul yang telah dikembangkan dan disebarluaskan kesasaran yang lebih luas.
2. Menyempurnakan produk dengan tambahan materi keanekaragaman plankton yang tersedia pada kolam perlakuan POC lamtoro dan kolam kontrol.
3. Menyempurnakan produk dengan tambahan materi tidak hanya terbatas pada budidaya udang vannamei saja tetapi juga budidaya wader, budidaya bandeng sebagai potensi lokal Kab, Gresik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Cahyani, D. N. A., Pratiwi, A. H., Paramitha, A. I., Saepuddin, A., & Ishak, M. (2022). Persepsi Petani terhadap Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) (Studi Kasus; Dusun Nanasan, Desa Balesari, Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang). *I-Com: Indonesian Community Journal*, 2(1), 24–30.  
<https://doi.org/10.33379/icom.v2i1.1198>
- Adawiyah, M. (2021). *ANALISIS HUBUNGAN PARAMETER KUALITAS AIR TERHADAP KEBERADAAN VIRUS LIKE PARTICLES (VLPS) PADA TAMBAK BETON UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) DI TAMBAK LUCKY WINDU KABUPATEN SITUBONDO*. Universitas Brawijaya.
- Adrila, A. (2016). *Pengembangan E-Modul Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Segiempat*. 1–23.
- Agustono, Lokapirnasari, W. P., & Riyadh, A. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN Crude Fish Oil (CFO) PADA PAKAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) TERHADAP KANDUNGAN KOLESTEROL DAN RETENSI LEMAK DAGING INFLUENCE OF ADDITION Crude Fish Oil (CFO) IN WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) FEED TO CHOLESTEROL CONTENT AN. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(1), 95–99.
- Akonor, P. T., Ofori, H., Dziedzoave, N. T., & Kortei, N. K. (2016). Drying characteristics and physical and nutritional properties of shrimp meat as affected by different traditional drying techniques. *International Journal of Food Science*, 2016.  
<https://doi.org/10.1155/2016/7879097>
- Amanat, T. (2019). Strategi Pengembangan Destinasi Wisata Berbasis Folklor (Ziarah Mitos: Lahan Baru Pariwisata Indonesia). *Jurnal Pariwisata Terapan*, 3(1), 65.  
<https://doi.org/10.22146/jpt.49277>

- Aprilia, D. A., & Wulandari, T. S. H. (2022). E-Modul Biologi Berbasis Potensi Lokal Pada Materi Tumbuhan Ditinjau Dari Uji Validitasnya. *BIOPENDIX Jurnal Biologi Pendidikan Dan Terapan*, 9(1), 82–88.
- Arfah, Y., Cokrowati, N., & Mukhlis, A. (2019). PENGARUH KONSENTRASI PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI SEL *Nannochloropsis* sp. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(1), 45.  
<https://doi.org/10.21107/jk.v12i1.4925>
- ARIANI, F., ROHANI, S., SUKANTY, N. M. W., YUNITA, L., SOLEHAH, N. Z., & NURSOFIA, B. I. (2024). Penentuan Kadar Lemak Pada Tepung Terigu Dan Tepung Maizena Menggunakan Metode Soxhlet. *Ganec Swara*, 18(1), 172.  
<https://doi.org/10.35327/gara.v18i1.747>
- Arianto, R. M., Fitri, A. D. P., & Jayanto, B. B. (2018). Pengaruh Aklimatisasi Kadar Garam Terhadap Nilai Kematian Dan Respon Pergerakan Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) Untuk Umpan Hidup Ikan Cakalang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology.*, 7(2), 43–51. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfrumt>
- Ariestiningsih, E. S., Faatihah, M., Riswanto, R., Savitri, S., Rahma, A. M., Annisa, R., Syawaludina, V., Utami, D. R., Prayitno, S. A., Studi, P., Gizi, I., & Pangan, T. (2024). Optimalisasi Limbah Udang Sebagai Penyedap Rasa Lokal Dalam Pencegahan Stunting Pada Balita. ... *Dan Kuliah Kerja ...*, 276–286.  
<https://journal.umg.ac.id/index.php/prosidingkkn/article/download/7925/4227>
- Aris, M., Wahiddin, N., & Irham. (2022). Seleksi Lahan Tambak Idle Untuk Kesesuaian Budidaya Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Aris Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1), 1–6.

<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>

Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Maya V, B., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. (2017). Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda <Br><I>[Study of Vaname Shrimp Culture (*Litopenaeus vannamei*) in Different Rearing System]<I>. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 1.

<https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>

Bastian, F. Y., Hudi, L., Saidi, I. A., & Utami, R. (2024). Kajian kandungan proksimat udang vaname ( *Litopenaeus vannamei* ) dari berbagai pemberian probiotik. *TEKNOLOGI PANGAN: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 15(36), 284–291.

Cahyono, H. (2024). *PRODUKTIVITAS UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) DENGAN SISTEM BUDIDAYA INTENSIF PADA TAMBAK BERSALINITAS RENDAH 5 HINGGA 7 PPT*. (Vol. 2, Issue 2).

Carolina, H. S., Riandi, R., & Rochintaniawati, D. (2024). Integrasi Potensi Lokal dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 5(2), 125–137. <https://doi.org/10.32332/al-jahiz.v5i2.9413>

Chukwu, O., & Shaba, I. M. (2009). Effects of Drying Methods on Proximate Compositions of Catfish (*Clarias gariepinus*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 114–116.

Darmawan, B. D. (2008). PENGARUH PEMUPUKAN SUSULAN TERHADAP KUALITAS MEDIA DAN PROSES BUDIDAYA UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) PADA TAMBAK TRADISIONAL PLUS. *AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan*, 4(2), 114–127.

Darmawan, D. A., Khoiri, S., Agroteknologi, P., Pertanian, F.,

- Trunojoyo, U., Ilmu, P., Fakultas, H., Universitas, H., & Madura, T. (2023). Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Daun Kelor. *Jurnal Ilmiah Pengabdhi*, 9(1), 64–69.
- Das, P., Md Salman, -, Islam, M. A., Suraiya, S., & Haq, M. (2021). Proximate composition, amino acids, and fatty acids contents of dried shrimp products available in Jashore region, Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 7(2), 138–146.  
<https://doi.org/10.3329/ajmbr.v7i2.54993>
- Daskunda, Y., Joseph, G., & Sangaji, I. (2020). Analisis Kandungan Nutrisi Lamtoro Mineral Blok (LMB) Sebagai Pakan Tambahan pada Ternak Ruminansia (Analysis of Nutrient Content of Lamtoro Minerals Block (LMB) as Additional Feed in Ruminants). *Analisis Kand..*, 4(2), 52–60.
- Dr. Ir. Rina Yenrina, M. (2015). Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif. In *Andalas University Press* (Vol. 2).
- Endah, K. (2020). Pemberdayaan Masyarakat : Menggali Potensi Lokal Desa. *Moderat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 6(1), 135–143.  
<https://jurnal.unigal.ac.id/moderat/article/view/3319/2914>
- Erlina, A., Amini, S., Endrawati, H., & Zainur, M. (2004). Kajian Nutritif Phytoplankton Pakan Alami pada Sistem Kultivasi Massal. *Ilmu Kelautan*, 9(4), 206–210.
- Francissca, N. E., & Muhsoni, F. F. (2021). LAJU PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) PADA SALINITAS YANG BERBEDA. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 166–175.  
<https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11271>

- Gibran, M. H., Sulaeman, M. A., Muhammadiyah, U., & Rappang, S. (2024). *MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAMEI ( Litopenaeus Vannamei ) PADA MANAGEMENT OF VANAMEI SHRIMP ( Litopenaeus Vannamei ) CULTIVATION IN SEMI-INTENSIVE POND IN BARRU REGENCY*. 6(2), 205–212.
- Gunarto, G. (2008). BEBERAPA ASPEK PENTING DALAM BUDIDAYA UDANG VANAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DENGAN SISTEM PEMUPUKAN SUSULAN DI TAMBAK (TRADISIONAL PLUS). *Media Akuakultur*, 8(1), 15.  
<https://doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.15-24>
- Hamidah, S., Sartono, A., Sulistya Kusuma, H., Studi, P., Ilmu, S. I., Fakultas, G., Keperawatan, I., & Kesehatan, D. (2017). Perbedaan Pola Konsumsi Bahan Makanan Sumber Protein di Daerah Pantai, Dataran Rendah dan Dataran Tinggi. *Jurnal Gizi*, 6(1), 21–28.
- Handayani, T., Susilowati Titik, & Subandiyono. (2017). PEMANFAATAN TEPUNG DAUN LAMTORO (*Leucaena leucocephala*) YANG DIFERMENTASI DALAM PAKAN BUATAN UNTUK PERTUMBUHAN BENIH IKAN MAS (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 226–335.
- Hardiyanti, N. (2022). Analisis Proksimat dan Uji Organoleptik Bolu Kukus dengan Tepung Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata*) dan Tepung Kulit Pisang Ambon. *Skripsi*, 1–65.
- Hasrah, H., Nasir, M., Redha, A. R., & Wahyuningsih, H. (2022). Penerapan Polikultur Ikan Lokal Sebagai Upaya Peningkatan Produksi Bagi Masyarakat Kelurahan Kedamin Hulu, Putussibau Selatan, Kabupaten Kapuas Hulu. *Kapuas*, 2(1), 29–35.  
<https://doi.org/10.31573/jk.v2i1.397>
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of

water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194–204.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>

Ibrahim, D. F. (2023). *PENGELOLAAN KUALITAS AIR PADA TAMBAK PEMBESARAN UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei)*. POLINELA.

Idham Shilman, M., & Irmawan, F. (2023). *EFISIENSI PEMBERIAN PAKAN PADA USAHA PEMBESARAN UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) POLA TAMBAK INTENSIF PUSAT UNGGULAN TEKNOLOGI (PUT) POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK DI MEMPAWAH EFFICIENCY OF FEEDING FOR VANAME SHRIMP (Litopenaeus vannamei) INTENSIVE POND P. 11(2)*, 197–207.

Ilmi Hamidah, S. A., Afnani, M. R., & Cahya Ajeng Valenta Tresna Sulung. (2025). Keanekaragaman Kepiting pada Ekosistem Mangrove Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik. *Sains Dan Matematika*, 10(1), 1–8.  
<https://doi.org/10.26740/sainsmat.v10n1.p1-8>

Irmawati, I., Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan E-Modul Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Canva pada Prodi Pendidikan Matematika dalam Proses Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 145–152. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.2738>

Irwanda, A. M. (2022). pemanfaatan pupuk hijau daun lamtoro ( *Leucaena leucocephala* ) dan pupuk organik cair bonggol pisang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang ( *Vigna sinensis* L ) skripsi oleh : mhd agus irwanda program studi fakultas pertanian. *Repository.Uma.Ac.Id*.

Jayanti, S. L. L., Atjo, A. A., Fitriah, R., Lestari, D., & Nur, M. (2022). Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap

Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), 40–48.  
<https://doi.org/10.32734/jafs.v1i1.8617>

- Kariawu, Karina S.F. Durand, Swenekhe S. Tambani, Grace O. Pangemanan, Jeannette F. Longdong2, Florence V. Kalesaran, O. J. (2021). ANALISIS FINANSIAL USAHA BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) PADA ERA NEW NORMAL DI DESA BOYANTONGO KECAMATAN PARIGI SELATAN KABUPATEN PARIGI MOUTONG PROVINSI SULAWESI TENGAH. *AKULTURASI\_jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 9(134–141). <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/akulturasi>
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. 1–57.
- Kemendikbudristek. (2024). *Keputusan kepala badan standar, kurikulum, dan asesmen pendidikan kementerian pendidikan, kebudayaan, riset, dan teknologi Nomor 032/H/KR/2024 tentang capaian pembelajaran pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah*. 42(ABSTRACT), 39–A.  
[https://doi.org/10.1290/1543-706x\(2006\)42\[39-ad:p\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1290/1543-706x(2006)42[39-ad:p]2.0.co;2)
- Khairunnisa, A., Budiadnyani, I. G. A., Utari, S. P. S. D., Febrianti, D., Farida, I., Astiana, I., Samanta, P. N., Dewi, R. N., Panjaitan, F. C. A., Cesrany, M., Perceka, M. L., Bharata, M. T. A., & Putri, N. M. A. P. (2023). Shrimp Product Innovation in Smart Fisheries Village Kombading, Jembrana, Bali. *Altifani Journal: International Journal of Community Engagement*, 4(1), 20.  
<https://doi.org/10.32502/altifani.v4i1.7174>
- Khumaidi, A., Muqsith, A., Wafi, A., Jasila, I., & Hikam, T. (2022). KAJIAN TEKNIS PEMBESARAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) SECARA INTENSIF DI TAMBAK

- UDANG BPBAP SITUBONDO. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 5(2), 195. <https://doi.org/10.30587/jpp.v5i2.4204>
- Kolly, S. W., Lapenangga, T., & Vertygo, S. (2023). PENGARUH METODE SKARIFIKASI SECARA MEKANIK TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI LAMTORO TARRAMBA (*Leucaena leucocephala* cv. Tarramba). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.20956/jitp.v10i2.20186>
- Kusuma, W. A., Prayitno, B., & Ariyati, R. W. (2017). Study Of Vaname Shrimp Pond Suitability (*Litopenaeus vannamei*) In Cijulang And Parigi, Pangandaran, West Java Using Geographical Information System Application. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 255–263. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Lestari, Y. W., Hairida, H., Sartika, R. P., Enawati, E., & Muharini, R. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Koloid. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5342–5351. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3227>
- Li, X., Wang, Y., Li, H., Jiang, X., Ji, L., Liu, T., & Sun, Y. (2021). Chemical and quality evaluation of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Influence of strains on flesh nutrition. *Food Science and Nutrition*, 9(10), 5352–5360. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2457>
- Maharani, S. T., & Muhtar, T. (2022). Implementasi Pembelajaran Berbasis Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Karakter Siswa. *Jurnal Basicedu*, 6(4),

5961–5968.

<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3148>

Mishbach, I., Zainuri, M., Widianingsih, W., Kusumaningrum, H. P., Sugianto, D. N., & Pribadi, R. (2021). Analisis Nitrat dan Fosfat Terhadap Sebaran Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kesuburan Perairan Muara Sungai Bodri. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 88–104.  
<https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.34645>

Muda, M. Y., Hasan, M. H., & Sunimbar, S. (2024). Analisis Sistem Pengolahan Lahan Pertanian Padi Sawah Desa Meler Kecamatan Ruteng Kabupaten Manggarai. *Journal of Education Research*, 5(3), 3939–3950.  
<https://doi.org/10.37985/jer.v5i3.1571>

Mulia, A., Jufri, M., & Syamsiah. (2019). Pengembangan Ensiklopedia Tumbuhan Obat Berbasis Potensi Lokal di Daerah Sinjai Sebagai Sumber Belajar Materi Plantae (Spermatophyta). *Prosiding Seminar Nasional Biologi VI*, 209–217.

Nadlifah, Z. (2019). *Analisis Histopatologi Insang Pada Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei) Yang Diinfeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV)* [UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG].  
<http://repository.ub.ac.id/id/eprint/169946/>

Ngginak, J., Semangun, H., Mangimbulude, J. C., & Rondonuwu, F. S. (2013). Komponen Senyawa Aktif pada Udang Serta Aplikasinya dalam Pangan. *Sains Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 5(2), 128.  
<https://doi.org/10.30659/sainsmed.v5i2.354>

Ningsih, R. Z., Fitrihidajati, H., Sri, Y., Biologi, R. J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2013). Pengaruh Penambahan Daun Lamtoro terhadap Kualitas Kompos Kertas-Lamtoro dan Pemanfaatannya terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah. *LenteraBio*, 2(1), 149–154.

<http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>

Noveridha Utama, & Zulyusri. (2022). Meta-Analisis Praktikalitas Penggunaan E-modul Oleh Guru Dan Peserta Didik Dalam Pembelajaran. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 9(1), 27–33.

<https://doi.org/10.29407/jbp.v9i1.17671>

Nurhidayati, S. (2021). Mengintegrasikan Potensi Lokal Daerah dalam Matakuliah Telaah Kurikulum untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Belajar Merdeka. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 1(1), 98–102.

<https://doi.org/10.36312/pjipst.v1i1.28>

Nurjumanis, A., Pranowo, W. S., Setiyadi, J., Sumardana, I. W. E., & Sunaryo, S. (2024). Distribusi Nitrat di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Hidropilar*, 10(1), 1–8.

<https://doi.org/10.37875/hidropilar.v10i1.286>

Ocktovian, H., Serdiati, N., Pertanian, S. I., Tadulako, U., Akuakultur, S., Tadulako, U., Studi, P., Daya, S., Tadulako, U., & Palu, K. (2024). *DAN RASIO KONVERSI PAKAN UDANG VANAME ( Litopenaeus vannamei )*. 5(3), 324–335.

PAMBUDI, S. D. (2018). *SISTEM PENGENDALIAN SUHU AIR PADA MINIATUR TAMBAK UDANG VANAME MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS ARDUINO*.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gde.2016.09.008>  
<http://dx.doi.org/10.1007/s00412-015-0543-8>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature08473>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmb.2009.01.007>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmb.2012.10.008>  
<http://dx.doi.org/10.1038/s4159>

PERMEN-KP-75. (2016). Peraturan Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor No.75/PERMEN-KP/2016 Tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu

- (*Penaeus monodon*) Dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Kkp*, 1–43.
- Pratama, M., Johari, A., & Marzal, J. (2018). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Potensi Daerah Kerinci pada Materi Plantae dan Animalia. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 1–10.  
<https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v7i2.8195>
- Putra, A., Yumna, A. S., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., Novela, M., Chairani, N. J. D., Samsuardi, S., Ramadhan, S., Wake, Y. D., Ilham, I., & Suharyadi, S. (2024a). ANALISIS ASPEK TEKNIS DAN FINANSIAL BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM INTENSIF. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 703–718.  
<https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.610>
- Putra, A., Yumna, A. S., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., Novela, M., Chairani, N. J. D., Samsuardi, S., Ramadhan, S., Wake, Y. D., Ilham, I., & Suharyadi, S. (2024b). ANALISIS KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) SISTEM INTENSIF. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 871–878. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.569>
- Rafidah, Ayu Apriliyanti, Hidayat, & Zaenab. (2023). Utilization Fish Waste as Fertilizer Organic Liquid (POC) With Addition Skin Pineapple Fruit and Washing Water Rice. *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 23(2), 261–273.
- Rafiqie, M. (2021). Analisa Kualitas Air Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Rakyat Kontruksi Dinding Semen Dan Dasar Tambak Semen Di Pantai Konang, Kecamatan Panggul Kabupaten Trenggalek. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 80–85. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.838>

- Rahayu, A. (2014). Volume 02 nomor 01 maret 2014. *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang*, 02(01), 6–13.
- Rahmadani, L. (2022). *PENGELOLAAN KUALITAS AIR PADA MEDIA PEMELIHARAAN LARVA UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) DI PT. TRI KARTA PRATAMA POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG BANDAR LAMPUNG 2022*. POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG.
- Ramli, H. K., Aprianti, E., Putinur, Roiska, R., & Asiz, M. A. (2025). Profil Nutrisi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Tambak Intensif dan Tambak Tradisional. *Mantis Journal of Fisheries*, 2(1), 14–18.  
<https://doi.org/10.22437/mjf.v2i01.41900>
- Ratnasari, Andi Asdar Jaya, Rimal Hamal, F. N. (2022). “Multifunctional Agriculture for Food, Renewable Energy, Water, and Air Security” Teknik pengeringan pada persiapan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) Di Desa Talaka, Kecamatan Ma’rang Kabupaten Pangkep Drying techniques in the preparation of poun. *Prosiding Semnas Politani Pangkep*, 3(September), 816–829.
- Ricu Sidiq, & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14.  
<https://doi.org/10.21009/jps.091.01>
- Rizki, F. C., Wicaksono, P. R., & Wijayanti, F. (2024). Peningkatan Kesuburan Tanah Dan Produktivitas Sebagai Hasil Pengolahan Lahan Di Dusun Ngadilegi, Pandaan. *JIPM: Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 1–9.
- Rosida, D. F. (2022). Lamtoro Gung (Produk, Sifat Fungsional, dan Manfaatnya). In *Indomedia Pustaka*.
- Scabra, A. R., Marzuki, M., & Rizaldi, A. (2023). Effect of

- calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) and magnesium sulfate (MgSO<sub>4</sub>) on vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation in freshwater media. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(1), 77.  
<https://doi.org/10.29103/aa.v1i2.9501>
- Setyono, Bagus Dwi Hari Marzuki, M., Scabra, R. A., & Sudirman. (2020). EFEKTIFITAS TEPUNG IKAN LOKAL DALAM PENYUSUNAN RANSUM PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan*, 10(2), 183–194.
- Setyono, B. D. H., Saomadia, B. T., & Affandi, R. I. (2024). The Effect of Exposure to Polystyrene Microplastics in Feed on the Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 10124–10132.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.7924>
- Situmorang, Risya, P. (2016). Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang. *Jurnal Pendidikan Sains*, 04, 51–57.
- Sriyati, S., Ivana, A., & Pryandoko, D. (2021). Pengembangan Sumber belajar Biologi Berbasis Potensi lokal Dadiah untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 168–180.  
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.18783>
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kualitatif dan R and D. In *Bandung: Alfabeta* (Vol. 3, Issue April).
- Sukirno, Setyoko, & Indriaty. (2020). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BIOLOGI SMA KONTEKSTUAL BERBASIS POTENSI LOKAL HUTAN MANGROVE Sukirno2,. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 3(2), 208–2016.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature10402>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature21059>  
<http://journal.stainkudus>

ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%  
0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577%0Ahttp://

Sungkono. (2009). PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN BAHAN AJAR MODUL DALAM PROSES PEMBELAJARAN. *Jurnal Undiksha*, 6(2), 64–71.

Usman, Z., Kurniaji, A., Saridu, S. A., Anton, & Riskayanti. (2022). Produksi Juvenil Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Menggunakan Teknologi Recirculating Aquaculture System. *Budidaya Perairan*, 10(2), 263–271.

Utama, D., Widigdo, B., Kamal, M. M., & Taryono, T. (2023). Evaluasi Kesesuaian Tambak Budidaya Udang Vaname Dengan Tingkat Teknologi Berbeda Di Pesisir Kabupaten Lampung Timur, Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(4), 235. <https://doi.org/10.15578/jra.17.4.2022.235-248>

Verdian, A. H., Witokp, P., & Aziz, R. (2020). CHEMICAL COMPOSITION OF WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) AND TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon*) MEATS CULTIVATED IN FLOATING NET CAGE. *Jurnal Perikanan Terapan*, 1(1), 298–305. <https://doi.org/10.2307/3615019>

Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>

Widowati, A., Wibowo, Y., & Hidayati, S. (2013). Pemanfaatan potensi lokal sekolah dalam pembelajaran biologi SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 1(1), 74–82.

Yusrah, M. (2023). PENGARUH PEMBERIAN *Artemia* sp. HASIL PENGKAYAAN DENGAN SINBIOTIK EM-4 DAN Bio-MOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN BENIH UDANG VANNAME (*Litopenaeus vannamei*). UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR.

**Lampiran 1** Hasil Wawancara Guru Biologi Terkait Kebutuhan Peserta Didik.

**HASIL WAWANCARA GURU BIOLOGI**

**A. Tujuan Wawancara**

Tujuan wawancara yaitu untuk mengetahui kebutuhan terhadap pengembangan media pembelajaran berupa E-Modul berbasis potensi lokal budidaya udang vannamei pada materi invertebrata kelas X di SMAN 1 Sidayu Gresik.

**B. Pelaksanaan Wawancara**

Hari/Tanggal : Rabu, 14 Oktober 2024

Pukul : 13.30 WIB - Selesai

Tempat : SMAN 1 Sidayu

Narasumber : Yuni Rohmawati M.Pd.

**C. Pertanyaan Wawancara**

1. Mohon dijelaskan mengenai metode pembelajaran yang digunakan ibu dalam pembelajaran teori pada mata pelajaran biologi!
2. Materi apa saja menurut ibu yang paling sulit dipahami oleh peserta didik?, Mengapa?
3. Bagaimana strategi ibu dalam menyampaikan materi yang dianggap sulit?
4. Media Pembelajaran apa saja ya ibu, yang digunakan dalam proses pembelajaran biologi?

5. Apakah pada materi animalia invertebrata membutuhkan bahan ajar yang berbasis potensi lokal?
6. Seperti yang sudah kita ketahui ya bu, daerah Kabupaten Gresik merupakan daerah penghasil udang vannamei tertinggi di Jawa Timur, menurut Ibu apakah efisien jika dikembangkan e-modul berbasis potensi lokal udang vannamei?

#### **D. Jawaban Wawancara**

1. Metode pembelajaran yang saya lakukan cukuplah bervariasi, tergantung materi yang sedang dipelajari. Sebagai contoh pada pembelajaran di kelas X materi Gen itu saya menggunakan metode pembelajaran ceramah, diskusi dan kooperatif, saya menerangkan terlebih dahulu kemudian saya bagi kelompok dan menyuruh mereka membawa berbagai macam sayur dan buah yang ada disekitar rumah, lalu saya sediakan lkpd dan saya minta mereka mengklasifikasikan lalu mengolompokkan jenis buah dan sayur berdasarkan tingkat gennya, setelah itu saya minta tiap kelompok mempresentasikan kegiatan tersebut dan diakhiri dengan refleksi bersama. Metode pembelajaran yang kerap kali saya gunakan adalah metode ceramah, metode

kooperatif, metode diskusi, metode demonstrasi dan lain-lain pokoknya tergantung materi yang dipelajari.

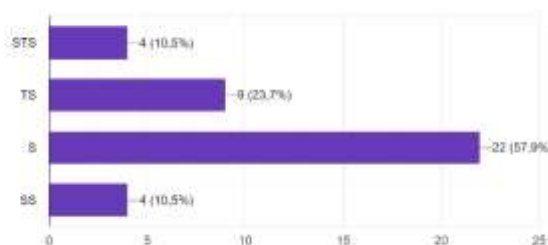
2. Pada materi animalia vetebrata dan invertebrata. Karena peserta kesulitan dalam penyebutan nama ilmiah, ciri-ciri dan contoh hewan disetiap kelas maupun filumnya.
3. Strategi saya adalah menggunakan studi kasus yang berhubungan dengan kegiatan sehari-hari agar peserta didik lebih mengetahui kondisi sebenarnya.
4. Media yang saya gunakan adalah PPT, Modul ajar, internet, buku paket, video YouTube dan lain-lain.
5. Ya, materi Animalia Invertebrata sangat ideal jika dikaitkan dengan bahan ajar yang berbasis potensi lokal.
6. Sangat efisien, bahkan bisa dikatakan strategis, jika dikembangkan e-modul berbasis potensi lokal udang vannamei di Kabupaten Gresik. Hal ini pengembangan e-modul berbasis potensi lokal akan mempermudah guru dalam menyampaikan materi karena didukung oleh banyak sumber langsung dari lingkungan sekitar. E- modul ini mengintegrasikan aspek lain seperti ekologi,

ekonomi, bahkan kewirausahaan. Diharapkan pengembangan e-modul ini bisa menjadi bentuk inovasi pendidikan lokal yang mendukung program Merdeka Belajar dan memperkuat sinergi antara pendidikan dan potensi daerah. Jadi, tidak hanya efisien, tapi juga sangat relevan dan berdampak luas. Pengembangan dalam bentuk e-modul untuk mendukung pembelajaran berbasis potensi lokal dirasa lebih efisien dikarenakan lebih mudah digunakan.

## Lampiran 2 . Hasil Angket Observasi Zooinvertebrata Berbasis Budidaya Lokal Di SMAN 1 Sidayu.

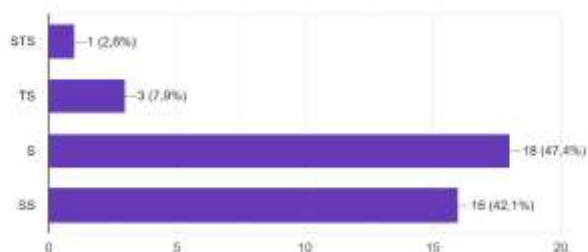
Siswa dapat menyebutkan contoh anggota filum arthropoda

38 jawaban



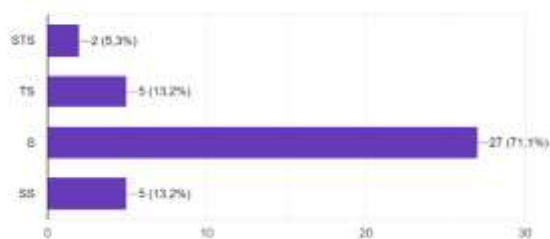
Siswa mengetahui bahwa "udang vaname" merupakan potensi lokal kabupaten gresik

38 jawaban



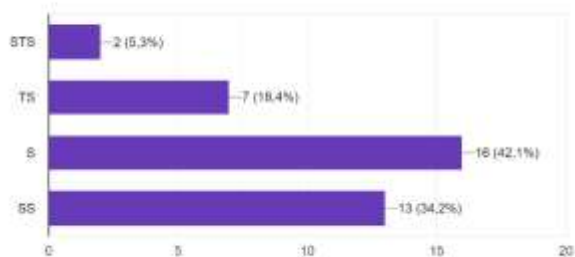
Siswa tidak mengetahui cara budidaya dan kandungan dari udang vaname

38 jawaban



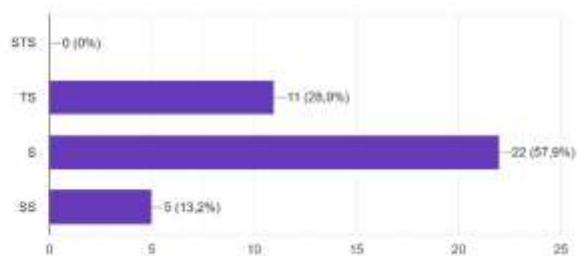
Siswa tertarik untuk mempelajari potensi lokal yang ada di Kab. Gresik

38 jawaban



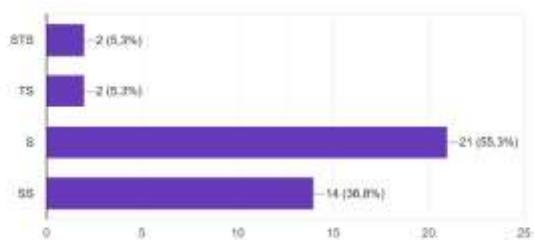
Siswa sering mengonsumsi makanan olahan berbahan dasar udang vannamei

38 jawaban



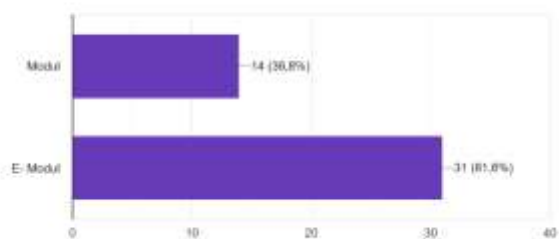
Melalui pembelajaran berbasis potensi lokal, siswa dapat mengeksplor potensi lokal yang ada di daerah kab. Gresik

38 jawaban



Ketika guru memberi bahan ajar salah satunya modul, menurut siswa lebih efisien penggunaan modul atau e-modul

58 jawaban



## Lampiran 3 Lembar validasi Ahli Media

### LEMBAR VALIDASI

#### UNTUK AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budaya Ujung Yammami (Jihpenoruu Yammami) Dengan Aplikasi Pupuk Daun Lantoro

Mata Pelajaran : Biologi

Peneliti : Indy Naurah Atiqah

Ahli Media : Nisa Rasyidah, M.Pd

- Lembar evaluasi ini dimaksudkan untuk mendapat informasi dari Bapak/Ibu sebagai guru biologi mengenai kualitas media pembelajaran yang dikembangkan.
- Pendapat, penilaian, saran, dan kritik Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.
- Selubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar evaluasi dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia.

Keterangan :

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

- Komentar dan saran Bapak/Ibu mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan.
- Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini, saya ucapkan terima kasih.

| No                              | Aspek Penilaian                                                                              | SS | S | TS | STS |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|-----|
| <b>A. Tampilan Desain Layar</b> |                                                                                              |    |   |    |     |
| 1.                              | Pemilihan warna teks yang kontras dengan warna latar belakang sudah sesuai dan mudah dibaca. |    | ✓ |    |     |
| 2.                              | Proporsional tata letak (Lay out) teks dan gambar pada halaman awal sudah sesuai.            |    | ✓ |    |     |
| 3.                              | Tata letak setiap komponen dalam e-modul disusun dengan tepat.                               |    | ✓ |    |     |

|                                |                                                                                                                       |   |   |  |  |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
| 4.                             | Keterkaitan antara ilustrasi, grafis, visual, dan teks sudah selaras.                                                 |   | ✓ |  |  |
| 5.                             | Kjelasan judul dan konten e-modul.                                                                                    | ✓ |   |  |  |
| 6.                             | Desain e-modul yang ditampilkan memiliki daya tarik melalui penggunaan warna, gambar atau ilustrasi, dan jenis huruf. |   | ✓ |  |  |
| <b>B. Kemudahan Penggunaan</b> |                                                                                                                       |   |   |  |  |
| 7.                             | E-modul disajikan secara terstruktur sesuai dengan setiap bagunnya.                                                   |   | ✓ |  |  |
| 8.                             | E-modul mudah dioperasikan dengan laptop/PC/smartphone.                                                               | ✓ |   |  |  |
| 9.                             | Konten dalam e-modul dapat diakses dengan mudah.                                                                      |   | ✓ |  |  |
| 10.                            | Tombol operasional berfungsi dengan baik.                                                                             |   | ✓ |  |  |
| <b>C. Konsistensi</b>          |                                                                                                                       |   |   |  |  |
| 11.                            | Kata, istilah dan kalimat dalam materi pembelajaran sudah konsisten.                                                  |   | ✓ |  |  |
| 12.                            | Bentuk dan ukuran sudah konsisten.                                                                                    |   | ✓ |  |  |
| 13.                            | Susunan tata letak sudah konsisten.                                                                                   |   | ✓ |  |  |
| <b>D. Kegrafikan</b>           |                                                                                                                       |   |   |  |  |
| 14.                            | Pemilihan warna pada e-modul sudah sesuai tidak berlebihan.                                                           |   | ✓ |  |  |
| 15.                            | Ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca dengan jelas.                                                                |   | ✓ |  |  |
| 16.                            | Jenis huruf yang digunakan mudah dengan jelas.                                                                        |   | ✓ |  |  |
| 17.                            | Ilustrasi/gambar yang digunakan pada e-modul jelas (tidak buram).                                                     |   | ✓ |  |  |
| 18.                            | Video yang ada pada E-Modul dapat berjalan dengan lancar dan dapat dilihat dengan jelas.                              |   | ✓ |  |  |
| 19.                            | Narasi komik dalam e- modul dapat dilihat jelas dan mudah dimengeti.                                                  | ✓ |   |  |  |
| 20.                            | Background tidak mengganggu pemahaman peserta didik.                                                                  | ✓ |   |  |  |

| E. Kebersamaan |                                                                                |   |  |  |  |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|
| 21.            | Langkah-langkah dalam E-Modul mempermudah peserta didik dalam belajar mandiri. | ✓ |  |  |  |
| 22.            | Guru/pendidik dapat berinteraksi menggunakan E-Modul dengan mudah.             | ✓ |  |  |  |
| 23.            | Peserta didik dapat berinteraksi menggunakan e-modul dengan mudah.             | ✓ |  |  |  |
| 24.            | E-Modul dapat meningkatkan fokus peserta didik dalam belajar.                  | ✓ |  |  |  |

(Disadai dan dimodifikasi dari (Putra, 2021))

#### Saran

- Tambahkan video yg menarik dalam bentuk link
- Uda (kugis) pada gambar slide.
- Sumber or khal jurnal
- Bule sound di awal lagu

#### Kesimpulan

Mohon kepada Bapak/Ibu memberi tanda check list (✓) sebagai kesimpulan terhadap Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro.

|                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------|---|
| E-Modul layak diuji cobakan di lapangan tanpa revisi.        |   |
| E-Modul layak diuji cobakan di lapangan dengan sesuai saran. | ✓ |
| E-Modul tidak layak diuji cobakan                            |   |

Semarang, 6 Mei 2025

Nisa Rasyidah, M.Pd

# LEMBAR VALIDASI

## UNTUK AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Aplikasi Pupuk Dan Larutano

Mata Pelajaran : Biologi

Peneliti : Indy Naurah Atiqah

Ahli Materi : Dr. Siti Mukhlisah S., M.Si

1. Lembar evaluasi ini dimaksudkan untuk mendapat informasi dari Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi mengenai kualitas media pembelajaran yang dikembangkan.
  2. Pendapat penilaian, saran, dan kritik Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.
  3. Sehubungan dengan hal tersebut dimohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar evaluasi dengan memberikan tanda cek (√) pada kolom yang tersedia.
- Keterangan:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

4. Komentar dan saran Bapak/Ibu mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan.
5. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini, saya ucapkan terima kasih.

| No |                                                           | SS | S | TS | STS |
|----|-----------------------------------------------------------|----|---|----|-----|
|    | Cakupan Materi                                            |    |   |    |     |
| 1. | Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran.            | √  |   |    |     |
| 2. | Kesesuaian materi sebagai penunjang capaian pembelajaran. | √  |   |    |     |
|    | Keakuratan Materi                                         |    |   |    |     |
| 3. | Keakuratan data dan fakta yang disajikan dalam e-modul.   |    | √ |    |     |

|                                       |                                                                                                               |   |   |  |  |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
| 4.                                    | Keakuratan istilah.                                                                                           |   |   |  |  |
| 5.                                    | Kesesuaian gambar dengan materi yang disajikan.                                                               | √ |   |  |  |
| <b>Kegiatan yang Mendukung Materi</b> |                                                                                                               |   |   |  |  |
| 6.                                    | Glosarium menunjang materi dengan tepat.                                                                      |   | √ |  |  |
| 7.                                    | Gambar yang disajikan mendukung materi.                                                                       | √ |   |  |  |
| 8.                                    | Informasi yang disajikan memberikan pengetahuan baru dan luas.                                                |   | √ |  |  |
| <b>Potensi Lokal</b>                  |                                                                                                               |   |   |  |  |
| 9.                                    | E-Modul menyajikan materi dari lingkungan sekitar atau lokal.                                                 | √ |   |  |  |
| 10.                                   | Menjelaskan cara budidaya udang vannamei yang tepat.                                                          | √ |   |  |  |
| 11.                                   | Menjelaskan kandungan gizi udang vannamei.                                                                    | √ |   |  |  |
| 12.                                   | Menyajikan gambar / foto hewan invertebrata sebagai penunjang materi beserta klasifikasinya dan ciri-cirinya. | √ |   |  |  |
| <b>Penggunaan Bahasa</b>              |                                                                                                               |   |   |  |  |
| 13.                                   | Kata/kalimat yang digunakan sesuai dengan tata bahasa yang baik dan benar sesuai EYD.                         |   | √ |  |  |

(Diadaptasi dan dimodifikasi dari (Putra, 2021))

#### Saran

1. Klasifikasi/pengelompokan animalia perlu disesuaikan dengan perkembangan terbaru (contoh: pada Coelenterata, bagian judul masih dituliskan filum Coelenterata. Sedangkan pada klasifikasi tertulis filum Cnidaria. Seharusnya bagian judul cukup dituliskan Coelenterata (Filum Cnidaria dan Filum Ctenopora). untuk contoh disesuaikan, jika contohnya filum Cnidaria, maka pada judul dapat dituliskan "Coelenterata (Filum Cnidaria)".
2. Beberapa saran penulisan belum diikuti, misal untuk penulisan kelas, seharusnya Hydrozoa (ilmiah) bukan Hydrozoan (inggris).
3. Lebih teliti untuk penulisan nama ilmiah
4. Materi tahap 7 pada e-modul budidaya udang vannamei tidak dapat dibuka

### Kesimpulan

Mohon kepada Bapak/Ibu memberi tanda *check list* (✓) sebagai kesimpulan terhadap Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro.

|                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------|---|
| E-Modul layak diuji cobakan di lapangan tanpa revisi.        |   |
| E-Modul layak diuji cobakan di lapangan dengan sesuai saran. | ✓ |
| E-Modul tidak layak diuji cobakan                            |   |

Semarang, 17/5/2025



Dr. Siti Mubillah Setyawati, M.Si

#### Lampiran 4. Angket Respon Guru

##### ANGKET RESPON GURU

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budaya  
Udang Vannamei (*Litopenurus Vannamei*) Dengan Aplikasi  
Pupuk Daun Lamtoro

Mata Pelajaran : Biologi

Peneliti : Indy Naurah Atiqah

Nama Guru : Yuni Rohmawati

Instansi : SMAN 1 Sidayu

Tanggal : 20 Mei 2024

1. Lembar evaluasi ini dimaksudkan untuk mendapat informasi dari Bapak/Ibu sebagai Ahli Media mengenai kualitas media pembelajaran yang dikembangkan.
2. Pendapat, penilaian, saran, dan kritik Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar evaluasi dengan memberikan tanda cek (√) pada kolom yang tersedia

Keterangan:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

4. Komentar dan saran Bapak/Ibu mohon dituliskan pada kolom yang telah disediakan.
5. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini, saya ucapkan terima kasih.

| No                             | Indikator Penilaian                                                                   | SS | S | TS | STS |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|-----|
| <b>Cakupan Materi</b>          |                                                                                       |    |   |    |     |
| 1.                             | Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran.                                        | ✓  |   |    |     |
| 2.                             | Kesesuaian materi sebagai penunjang capaian pembelajaran.                             | ✓  |   |    |     |
| <b>Kelengkapan Isi E-Modul</b> |                                                                                       |    |   |    |     |
| 3.                             | Kedalaman isi e-modul sesuai dengan tingkat perkembangan siswa.                       | ✓  |   |    |     |
| 4.                             | Konsep dijabarkan dengan benar.                                                       | ✓  |   |    |     |
| 5.                             | Isi e-modul relevan dengan referensi.                                                 |    | ✓ |    |     |
| 6.                             | Isi e-modul yang disajikan memberikan wawasan dan mudah dipahami.                     | ✓  |   |    |     |
| 7.                             | E-Modul menyajikan materi dari lingkungan sekitar / lokal.                            | ✓  |   |    |     |
| <b>Komponen Penyajian</b>      |                                                                                       |    |   |    |     |
| 7.                             | Isi e-modul dijabarkan dengan jelas.                                                  | ✓  |   |    |     |
| 8.                             | Deskripsi singkat dan jelas.                                                          | ✓  |   |    |     |
| <b>Layout</b>                  |                                                                                       |    |   |    |     |
| 9.                             | Variasi warna yang digunakan menarik.                                                 | ✓  |   |    |     |
| 10.                            | Tampilan huruf jelas untuk dibaca.                                                    | ✓  |   |    |     |
| 11.                            | Tampilan gambar jelas dan relevan.                                                    | ✓  |   |    |     |
| 12.                            | Tampilan cover bagus dan menarik.                                                     | ✓  |   |    |     |
| 13.                            | Media dapat menunjang pembelajaran yang interaktif                                    | ✓  |   |    |     |
| <b>Penggunaan Bahasa</b>       |                                                                                       |    |   |    |     |
| 14.                            | Kata/kalimat yang digunakan sesuai dengan tata bahasa yang baik dan benar sesuai EYD. | ✓  |   |    |     |

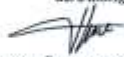
|     |                                                                    |                                     |                          |                          |                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 15. | Kata/kalimat yang digunakan sederhana, lugas dan mudah dimengerti. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. | Bahasa yang digunakan komunikatif.                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. | Menggunakan istilah yang konsisten.                                | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. | Penulisan nama ilmiah sudah tepat.                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(Diadaptasi dan dimodifikasi dari (Putra, 2021))

Saran

Gresik, 20 MEI 2024

Guru Biologi

  
Yuni Rahmawati, S.pd, A.pd  
Nip. 19771110 200012 2005

## Lampiran 5. Hasil Angket Respon Siswa

| Nama                         | Skor | Skor Max | Presentase (%) |
|------------------------------|------|----------|----------------|
| Adira Rafifah Amelia         | 55   | 72       | 76,38888889    |
| Alfan                        | 69   | 72       | 95,83333333    |
| Budi                         | 56   | 72       | 77,77777778    |
| Rafaelus Novella             | 61   | 72       | 84,72222222    |
| Aulia Rahmah                 | 71   | 72       | 98,61111111    |
| Talitha Nabilah Naifah       | 58   | 72       | 80,55555556    |
| Safira Anggun Priowati       | 69   | 72       | 95,83333333    |
| Revalina Ajeng Putri Hamidah | 72   | 72       | 100            |
| Firatha Mega Maharotama      | 66   | 72       | 91,66666667    |
| Raidah Rahiyah Ibad          | 64   | 72       | 88,88888889    |
| Putri ayubha syahrani        | 72   | 72       | 100            |
| kirania ayra shafa kinasih   | 72   | 72       | 100            |
| Nasywa Fairiyah              | 69   | 72       | 95,83333333    |
| KAYYIDAH NABILAH QISMHYAH    | 72   | 72       | 100            |
| Ditaul iman                  | 67   | 72       | 93,05555556    |
| Muhammad Vito Raditya aretha | 63   | 72       | 87,5           |
| nur kholidah merhawani       | 67   | 72       | 93,05555556    |
| berlina nevila nurwanto      | 67   | 72       | 93,05555556    |
| Hajar Nailan Najah           | 70   | 72       | 97,22222222    |
| Shiripah novita Iari         | 69   | 72       | 95,83333333    |
| Iryad                        | 64   | 72       | 88,88888889    |
| RIPATUN NISA*                | 67   | 72       | 93,05555556    |
| KAMILJUDON MA'RUF            | 69   | 72       | 95,83333333    |
| fitriy natiara rahmat dhany  | 69   | 72       | 95,83333333    |
| Muhammad Daniel Arfan Fari3  | 70   | 72       | 97,22222222    |
| Lumaa                        | 68   | 72       | 94,44444444    |
| muh.kwanu kurniawan          | 65   | 72       | 90,27777778    |
| Lailatul Nafho               | 68   | 72       | 94,44444444    |
| Sala Ra                      | 65   | 72       | 90,27777778    |
| M.fakri yugo                 | 63   | 72       | 87,5           |
| azam                         | 66   | 72       | 91,66666667    |

## Lampiran 6. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

| PH | Perlakuan | Kontrol Negatif<br>(Tanpa Pupuk) | Kontrol Positif<br>(Pupuk Urea) | Konsentrasi<br>10% | Konsentrasi<br>20% | Konsentrasi 30% |
|----|-----------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|    |           |                                  |                                 |                    |                    |                 |
|    | Awal      | 8,48                             | 8,41                            | 8,57               | 8,54               | 8,68            |
|    | Pekan 1   | 8,44                             | 8,47                            | 8,43               | 8,45               | 8,57            |
|    | Pekan 2   | 8,65                             | 8,34                            | 8,31               | 8,18               | 8,42            |
|    | Pekan 3   | 8,41                             | 8,32                            | 8,37               | 8,99               | 8,96            |
|    | Akhir     | 8,63                             | 8,44                            | 8,99               | 9,16               | 8,92            |
|    | Rata-rata | 8,52                             | 8,48                            | 8,53               | 8,68               | 8,71            |

| SUHU | Perlakuan | Kontrol Negatif<br>(Tanpa Pupuk) | Kontrol Positif<br>(Pupuk Urea) | Konsentrasi<br>10% | Konsentrasi<br>20% | Konsentrasi 30% |
|------|-----------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|      |           |                                  |                                 |                    |                    |                 |
|      | Awal      | 27,7                             | 27,2                            | 28,43              | 28,6               | 29,07           |
|      | Pekan 1   | 31,60                            | 31,30                           | 32,03              | 32,68              | 33,38           |
|      | Pekan 2   | 28,50                            | 28,70                           | 29,1               | 29,36              | 29,36           |
|      | Pekan 3   | 29,10                            | 28,80                           | 28,73              | 28,8               | 29,4            |
|      | Akhir     | 30,30                            | 29,50                           | 29,46              | 29,56              | 29,76           |
|      | Rata-Rata | 29,44                            | 29,1                            | 29,55              | 29,796             | 30,19           |

| Salinitas | Perlakuan | Kontrol Negatif<br>(Tanpa Pupuk) | Kontrol Positif<br>(Pupuk Urea) | Konsentrasi<br>10% | Konsentrasi<br>20% | Konsentrasi 30% |
|-----------|-----------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|           |           |                                  |                                 |                    |                    |                 |
|           | Awal      | 8                                | 7                               | 7                  | 7                  | 7               |
|           | Pekan 1   | 7                                | 7                               | 7                  | 7                  | 7               |
|           | Pekan 2   | 7                                | 8                               | 7                  | 7                  | 7               |
|           | Pekan 3   | 7                                | 7                               | 7                  | 7                  | 7               |
|           | Akhir     | 7                                | 7                               | 7                  | 6                  | 6               |
|           | Rata-Rata | 7,2                              | 7,2                             | 7                  | 6,8                | 6,8             |

## Lampiran 7. SPSS Kadar Air

### Descriptives

| AIR   | N  | Mean     | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|-------|----|----------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|       |    |          |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| KD    | 3  | 74.19500 | .000000        | .000000    | 74.19500                         | 74.19500    | 74.195  | 74.195  |
| KP    | 3  | 76.71967 | .577350        | .333333    | 75.28545                         | 78.15388    | 76.053  | 77.053  |
| A     | 3  | 75.36400 | .001075        | .269296    | 74.11526                         | 76.60874    | 74.868  | 75.870  |
| B     | 3  | 75.56733 | .553105        | .319335    | 74.19334                         | 76.94132    | 75.248  | 76.206  |
| C     | 3  | 75.70567 | 1.427562       | .824204    | 72.15941                         | 79.25193    | 74.868  | 77.354  |
| Total | 15 | 75.51033 | 1.056367       | .272753    | 74.92534                         | 76.09533    | 74.195  | 77.354  |

### Test of Homogeneity of Variances

|     |                                      | Levene Statistic | df1 | df2   | Sig. |
|-----|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| AIR | Based on Mean                        | 6.312            | 4   | 10    | .008 |
|     | Based on Median                      | .487             | 4   | 10    | .746 |
|     | Based on Median and with adjusted df | .487             | 4   | 3.521 | .750 |
|     | Based on trimmed mean                | 5.184            | 4   | 10    | .016 |

### ANOVA

| AIR            | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 9.766          | 4  | 2.442       | 4.169 | .031 |
| Within Groups  | 5.857          | 10 | .586        |       |      |
| Total          | 15.623         | 14 |             |       |      |

## Lampiran 8 . SPSS Kadar Abu

### Descriptives

| ABU   |    |        |                |            |                                  |        |         |         |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|--------|---------|---------|
|       | N  | Mean   | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |        | Minimum | Maximum |
| KN    | 3  | .09800 | .000000        | .000000    | .09800                           | .09800 | .098    | .098    |
| PP    | 3  | .07800 | .000000        | .000000    | .07800                           | .07800 | .078    | .078    |
| A     | 3  | .09867 | .022546        | .013617    | .08366                           | .11567 | .038    | .083    |
| B     | 3  | .07887 | .005859        | .003383    | .06411                           | .09322 | .072    | .083    |
| C     | 3  | .07333 | .003055        | .001764    | .06574                           | .08092 | .070    | .076    |
| Total | 15 | .07593 | .015827        | .004087    | .06717                           | .08470 | .038    | .098    |

### Test of Homogeneity of Variances

|     |                                      | Levene Statistic | df1 | df2   | Sig. |
|-----|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| ABU | Based on Mean                        | 4.142            | 4   | 10    | .031 |
|     | Based on Median                      | 2.925            | 4   | 10    | .077 |
|     | Based on Median and with adjusted df | 2.925            | 4   | 2.603 | .225 |
|     | Based on trimmed mean                | 4.070            | 4   | 10    | .033 |

### ANOVA

| ABU            |                |    |             |       |      |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups | .002           | 4  | .001        | 5.441 | .014 |
| Within Groups  | .001           | 10 | .000        |       |      |
| Total          | .004           | 14 |             |       |      |

## Lampiran 9. SPSS Kadar Lemak

### Descriptives

| LEMAK |    |         |                |            |                                  |             |      |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|------|
|       | N  | Mean    | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             |      |
|       |    |         |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |      |
| KH    | 3  | .52500  | .000000        | .000000    | .52500                           | .52500      | .525 |
| KP    | 3  | .61900  | .000000        | .000000    | .61900                           | .61900      | .619 |
| A     | 3  | 1.36367 | .993617        | .567892    | -1.07977                         | 3.80711     | .564 |
| B     | 3  | .74733  | .457419        | .264091    | -.38896                          | 1.88363     | .316 |
| C     | 3  | .59667  | .162549        | .093848    | .19287                           | 1.00046     | .413 |
| Total | 15 | .77033  | .521347        | .134586    | .48168                           | 1.05899     | .316 |

### Test of Homogeneity of Variances

|       |                                      | Levene Statistic | df1 | df2   | Sig. |
|-------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| LEMAK | Based on Mean                        | 6.347            | 4   | 10    | .008 |
|       | Based on Median                      | 1.822            | 4   | 10    | .201 |
|       | Based on Median and with adjusted df | 1.822            | 4   | 2.721 | .338 |
|       | Based on trimmed mean                | 5.892            | 4   | 10    | .011 |

### ANOVA

| LEMAK          |                |    |             |       |      |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups | 1.397          | 4  | .349        | 1.452 | .287 |
| Within Groups  | 2.406          | 10 | .241        |       |      |
| Total          | 3.804          | 14 |             |       |      |

## Lampiran 10 . SPSS Kadar Protein

| Descriptives |    |          |                |            |                                  |             |                 |
|--------------|----|----------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|-----------------|
| PROTEIN      |    |          |                |            |                                  |             |                 |
|              | N  | Mean     | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             |                 |
|              |    |          |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound | Minimum Maximum |
| KN           | 3  | 10.50500 | .000000        | .000000    | 10.50500                         | 10.50500    | 10.505 10.505   |
| KP           | 3  | 19.45900 | .000000        | .000000    | 19.45900                         | 19.45900    | 19.459 19.459   |
| A            | 3  | 14.29167 | 1.758130       | 1.015057   | 9.92423                          | 18.65910    | 12.459 15.963   |
| B            | 3  | 17.53700 | .808132        | .466575    | 15.52049                         | 19.54451    | 16.856 18.430   |
| C            | 3  | 19.84267 | .262889        | .163326    | 19.13993                         | 20.54540    | 19.545 20.108   |
| Total        | 15 | 16.32707 | 3.709672       | .957833    | 14.27272                         | 18.38141    | 10.505 20.108   |

| Test of Homogeneity of Variances |                                      |                  |     |       |      |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
|                                  |                                      | Levene Statistic | df1 | df2   | Sig. |
| PROTEIN                          | Based on Mean                        | 4.065            | 4   | 10    | .033 |
|                                  | Based on Median                      | 2.558            | 4   | 10    | .104 |
|                                  | Based on Median and with adjusted df | 2.558            | 4   | 3.177 | .225 |
|                                  | Based on trimmed mean                | 3.967            | 4   | 10    | .035 |

| ANOVA          |                |    |             |        |      |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| PROTEIN        |                |    |             |        |      |
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
| Between Groups | 185.015        | 4  | 46.254      | 60.476 | .000 |
| Within Groups  | 7.648          | 10 | .765        |        |      |
| Total          | 192.663        | 14 |             |        |      |

| PROTEIN                 |   |          |          |          |          |
|-------------------------|---|----------|----------|----------|----------|
| Duncan <sup>a</sup>     |   |          |          |          |          |
| Subset for alpha = 0.05 |   |          |          |          |          |
| PERLAKUAN               | N | 1        | 2        | 3        | 4        |
| KN                      | 3 | 10.50500 |          |          |          |
| A                       | 3 |          | 14.29167 |          |          |
| B                       | 3 |          |          | 17.53700 |          |
| KP                      | 3 |          |          |          | 19.45900 |
| C                       | 3 |          |          |          | 19.84267 |
| Sig.                    |   | 1.000    | 1.000    | 1.000    | .603     |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 11. SPSS Kadar Karbohidrat

Descriptives

| KARBOHIDRAT |    |          |                |            |                                  |          |         |         |
|-------------|----|----------|----------------|------------|----------------------------------|----------|---------|---------|
|             | N  | Mean     | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |          | Minimum | Maximum |
| HN          | 3  | 14.26800 | .000000        | .000000    | 14.26800                         | 14.26800 | 14.268  | 14.268  |
| HP          | 3  | 4.79900  | .000000        | .000000    | 4.79900                          | 4.79900  | 4.799   | 4.799   |
| A           | 3  | 7.75467  | 2.079791       | 1.200768   | 2.58818                          | 12.92115 | 6.061   | 10.076  |
| B           | 3  | 6.16867  | 1.168091       | .674340    | 3.26719                          | 9.07014  | 5.170   | 7.453   |
| C           | 3  | 4.37200  | .437336        | .252496    | 3.28560                          | 5.45840  | 4.048   | 4.899   |
| Total       | 15 | 7.47247  | 3.835170       | .990237    | 5.34862                          | 9.59631  | 4.048   | 14.268  |

Test of Homogeneity of Variances

|             |                                      | Levene Statistic | df1 | df2   | Sig. |
|-------------|--------------------------------------|------------------|-----|-------|------|
| KARBOHIDRAT | Based on Mean                        | 6.376            | 4   | 10    | .008 |
|             | Based on Median                      | 1.665            | 4   | 10    | .234 |
|             | Based on Median and with adjusted df | 1.665            | 4   | 3.286 | .340 |
|             | Based on trimmed mean                | 5.868            | 4   | 10    | .011 |

ANOVA

| KARBOHIDRAT    |                |    |             |        |      |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
| Between Groups | 194.157        | 4  | 48.539      | 41.268 | .000 |
| Within Groups  | 11.762         | 10 | 1.176       |        |      |
| Total          | 205.919        | 14 |             |        |      |

## KARBOHIDRAT

Duncan<sup>a</sup>

| PERLAKUAN | N | Subset for alpha = 0.05 |         |          |
|-----------|---|-------------------------|---------|----------|
|           |   | 1                       | 2       | 3        |
| C         | 3 | 4.37200                 |         |          |
| KP        | 3 | 4.79900                 |         |          |
| B         | 3 | 6.16867                 | 6.16867 |          |
| A         | 3 |                         | 7.75467 |          |
| KN        | 3 |                         |         | 14.26800 |
| Sig.      |   | .081                    | .104    | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

## Lampiran 12. Dokumentasi



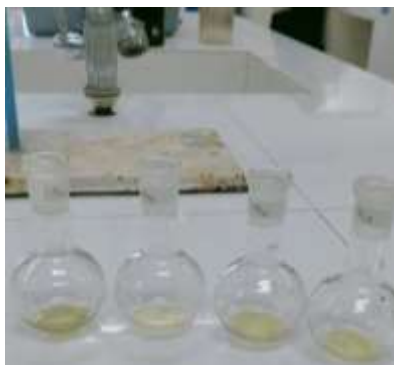
### Lampiran 13. Dokumentasi Pengujian Kadar Air



#### Lampiran 14 Dokumentasi Pengujian Kadar Abu



## Lampiran 15. Dokumentasi Pengujian Kadar Lemak



## Lampiran 16 Dokumentasi Pengujian Kadar Protein



## Lampiran 17 . Dokumentasi budidaya udang vannamei



## Lampiran 18 . Hasil Lab Proksimat



LABORATORIUM ANALISA ZAT GIZI  
FAKULTAS ILMU KEPERAWATAN DAN KESEHATAN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SEMARANG  
Jl. Kedungmuda Raya No. 18 Telp. ( 024 ) 76410801 – 76410803  
Fax. ( 024 ) 76740287 Semarang 50272, Jawa Tengah

### HASIL UJI PROKSIMAT

| Kode | Ulangan | Air (%) | Abu (%) | Lemak (%) | Serat (%) | Protein (%) |
|------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|
| 1    | A       | 75.354  | 0.058   | 1.065     | 4.802     | 7.061       |
|      | B       | 74.868  | 0.038   | 0.564     | 5.706     | 10.076      |
|      | C       | 75.870  | 0.083   | 2.462     | 6.314     | 8.127       |
| 2    | A       | 75.250  | 0.083   | 0.699     | 6.791     | 16.856      |
|      | B       | 75.246  | 0.081   | 0.316     | 5.352     | 18.430      |
|      | C       | 76.206  | 0.072   | 1.227     | 5.780     | 17.325      |
| 3    | A       | 77.354  | 0.070   | 0.655     | 6.918     | 19.875      |
|      | B       | 74.868  | 0.076   | 0.413     | 5.732     | 19.545      |
|      | C       | 74.895  | 0.074   | 0.722     | 5.349     | 20.108      |
| Urea | -       | 77.053  | 0.070   | 0.619     | 7.084     | 19.459      |
| Noti | -       | 74.195  | 0.098   | 0.525     | 6.307     | 10.505      |

Semarang, 13-11-2024  
Laboratorium Analisa Zat Gizi



Sella Fitri Setyowati Sidiq

## Lampiran 19 . Hasil Lab POC



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN  
RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS PERTANIAN  
Jalan. Insinyur Sutardi Nomor 36A, Kentingan Surakarta, 57126  
Telepon (0271) 637457, Faksimile(0271)637457  
Email: [info@uns.ac.id](mailto:info@uns.ac.id), [kredit.pertanian@uns.ac.id](mailto:kredit.pertanian@uns.ac.id)

---

Nomor : 254 / UN27.07/PT.01.06/2024  
Hal : Analisis Kémia POC  
Lampiran :

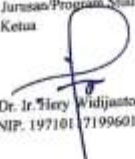
Nama petan : Dwimel Aye Dewandari Prasanti  
Alamat : UEN Walisongo Semarang

### HASIL ANALISIS KIMIA POC

| No | K o d e | N t o t a l | P z O s    | K z O  |
|----|---------|-------------|------------|--------|
| 1  | 10 %    | 0,22 %      | 151,33 ppm | 0,05 % |
| 2  | 20 %    | 0,31 %      | 168,23 ppm | 0,07 % |
| 3  | 30 %    | 0,45 %      | 231,59 ppm | 0,12 % |
| 4  | 100 %   | 1,23 5      | 561,08 ppm | 0,27 % |

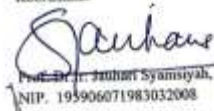
Catatan : Hasil analisis kimia hasil uji tanah sampel yang diujikan dan nilai dapat diperiboryok napa  
petanian Lab. Kémia dan Kesuburan Tanah

Jurusan/Program Studi Ilmu Tanah  
Ketua



Dr. Ir. Herly Widjanto, S.P., M.P.  
NIP. 197101 71996011002

Surakarta,  
Lab. Kimia dan Kesuburan Tanah  
Koordinator



Prof. Dr. Ir. Suharti Syamsiyah, M.P.  
NIP. 195906071983032008

A.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik



Prof. Dr. Ir. Mulyo, S.P., M.P.  
NIP. 197308 102003121002

## Lampiran 20 . Penujukan Surat Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang  
E-mail: [fa@uwalisongo.ac.id](mailto:fa@uwalisongo.ac.id) Web: <http://fa.uwalisongo.ac.id>

Nomor : B.4145/Jn.10.B/K/SP.01.08/05/2025  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 15 Mei 2025

Kepada Yth.  
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Sidayu  
Jl. Raya Pahlawan No.6, Sidayu, Rasi Tengah, Kec. Sidayu  
Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61153  
di tempat

Assalamu/alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : INDY NAURAH ATIQA  
NIM : 2108088015  
Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI  
Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL INVERTEBRATA BERBASIS POTENSI LOKAL  
BUDIDAYA UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DENGAN APLIKASI  
PUKUP DAUN LAMTORO  
Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan Mei 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu/alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )
2. Arsip

Cc: INDY NAURAH ATIQA, 2008088015

## Lampiran 21. Surat Selesai Riset



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR**  
**DINAS PENDIDIKAN**  
KABUPATEN DINAS PENDIDIKAN WILAYAH KABUPATEN GRESIK  
**UPT SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 SIDAYU**  
NSS : 301050112110 NPSN : 20500474  
Jl. Pahlawan No. 6 Sidayu Telp.(031)3949011 Fax.(031)3943696  
Website : www.smansigres.sch.id Email : smansatusidayu@gmail.com  
**GRESIK 61153**

### SURAT KETERANGAN

Nomor : 400.3.9.8/31 /101.6.24.11/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Sidayu Kabupaten Gresik, menerangkan bahwa :

Nama : Indy Naurah Atiqah  
NIM : 2108086015  
Program /jurusan : S.I/ Pendidikan Biologi  
Nama Perguruan : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

benar-benar telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Sidayu Kabupaten Gresik pada tanggal, 20 Mei 2025 guna menyusun skripsi dengan judul :

**" Pengembangan E-Modul Invertebrata Berbasis Potensi Lokal Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Aplikasi Pupuk Daun Lamtoro "**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Gresik, 20 Mei 2025

Kepala,

Indy Naurah Atiqah, S.Pd., M.M

Pembina Tingkat I

NIP. 19710517 200012 1 005

## RIWAYAT HIDUP

Nama : Indy Naurah 'Atiqah  
TTL : 14 Februari 2003  
Alamat : Ujungpangkah Gresik Jawa Timur  
No HP : 0895354192900  
Email : [indiynaurah@gmail.com](mailto:indiynaurah@gmail.com)  
Riwayat Pendidikan : 1. TK Al Muniroh 1  
2. MI Al Muniroh 1  
3. MTs Al Muniroh  
4. SMA Al Azhar Menganti  
Riwayat Organisasi : 1. Public Relation Gerakan Mengajar Desa Jawa Timur (2022)  
2. Bendahara DEMA Fakultas Sains dan Teknologi (2023)