PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SKRIPSI

OLEH
SUGIYANTO
NIM. F1071211048

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi Pendidikan Biologi

OLEH
SUGIYANTO
NIM. F1071211048

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SUGIYANTO
NIM F1O71211048

Disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Eka Ariyati, M. Pd	Dr. Reni Marlina, M. Pd
NIP. 197901312003122001	NIP. 198405202008012013
Penguji I	**Penguji II**
Laili Fitri Yeni, S. Si., M. Si	Eko Sri Wahyuni, M. Pd
NIP. 197410082005012002	NIP. 198303312008122002

PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SUGIYANTO
NIM F1O71211048

Disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Eka Ariyati, M. Pd	Dr. Reni Marlina, M. Pd
NIP. 197901312003122001	NIP. 198405202008012013
Penguji I	**Penguji II**
Laili Fitri Yeni, S. Si., M. Si	Eko Sri Wahyuni, M. Pd
NIP. 197410082005012002	NIP. 198303312008122002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi

Dr. Afandi, M. Pd
NIP. 198705282008121002

PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SUGIYANTO
NIM F1O71211048

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Dr. Eka Ariyati, M. Pd
NIP. 197901312003122001

Pembimbing II

Dr. Reni Marlina, M. Pd
NIP. 198405202008012013

Penguji I

Laili Fitri Yeni, S. Si., M. Si
NIP. 197410082005012002

Penguji II

Eko Sri Wahyuni, M. Pd
NIP. 198303312008122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Kurnia Ningsih, S. Pd., M. Pd
NIP. 196703191991012001

PEMBUATAN MEDIA *GOOGLE SITES* PADA MATERI PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN BERDASARKAN HASIL ISOLASI BAKTERI PELARUT FOSFAT LIMBAH *DECANTER SOLID* KELAPA SAWIT

SUGIYANTO
NIM. F1O71211048

Disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Eka Ariyati, M. Pd	Dr. Reni Marlina, M. Pd
NIP. 197901312003122001	NIP. 198405202008012013

Disahkan oleh,
Dekan
FKIP Universitas Tanjungpura Pontianak

Dr. Ahmad Yani T., S. Pd., M. Pd
NIP. 196604011991021001

Lulus Tanggal: 2 Juli 2025

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sugiyanto

Nim : F1071211048

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Jurusan/Prodi : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Pendidikan Biologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan saya bersedia menerima sanksi atau perbuatan tersebut.

Pontianak, 02 Juli 2025
Yang membuat pernyataan,



Sugiyanto
NIM F1071211048

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri pelaruf fosfat limbah decanter solid kelapa sawit dan mengetahui kelayakan *Google Sites.* Bentuk penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan lima tahapan yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi desain. Terdapat lima isolat yang berhasil diisolasi dan dikarakterisasi berdasarkan analisis morfologi dan fisiologi dari limbah *decanter solid* kelapa sawit dan terdapat dua genus bakteri yang berhasil diidentifikasi dari kelima isolat tersebut yaitu genus *Micrococcus* dan *Pseudomonas*. Validasi *Google Sites* dilakukan oleh lima validator dengan nilai CVI (*Content Validity Indeks*) 0,99 sehingga media *Google Sites* dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi peranan bakteri dalam kehidupan kelas X SMA.

Kata Kunci: Google Sites, Peranan Bakteri dalam kehidupan, Bakteri Pelarut Fosfat, Limbah *Decanter Solid* Kelapa Sawit

ABSTRACT

This study aimed to isolate and identify phosphate-solubilizing bacteria from palm oil solid decanter waste and to determine the feasibility of Google Sites. The research used a Research and Development (R&D) approach with five stages: potential and problems, data collection, product design, design validation, and design revision. Five isolates were successfully isolated and characterized based on morphological and physiological analysis of palm oil solid decanter waste. Two bacterial genera were identified from the five isolates: Micrococcus and Pseudomonas. Google Sites validation was conducted by five validators with a Content Validity Index (CVI) of 0.99, thus declaring Google Sites suitable for use as a learning medium for the role of bacteria in life in grade 10 of high school.

Keywords: ***Google Sites, Role of Bacteria in Life, Phosphate-Solubilizing Bacteria, Palm Oil Solid Decanter Waste***

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Pembuatan Media *Google Sites* pada Materi Peranan Bakteri dalam Kehidupan Berdasarkan Hasil Isolasi Bakteri Pelarut Fosfat Limbah *Decanter Solid* Kelapa Sawit". Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir ujian skripsi. Pada saat menyelesaikan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eka Ariyati, M. Pd selaku dosen pembimbing pertama yang banyak memberikan bimbingan, memberi saran dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Dr. Reni Marlina, M. Pd selaku dosen pembimbing kedua yang banyak memberikan bimbingan, memberi saran dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Laili Fitri Yeni, S. Si., M. Si selaku dosen penguji pertama yang telah banyak memberikan kritik dan saran terhadap skripsi ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Eko Sri Wahyuni, M. Pd selaku dosen penguji kedua yang telah banyak memberikan kritik dan saran terhadap skripsi ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

5. Hayatul Fajri, M. Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bimbingan, memotivasi, dan saran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Fariz Mahmudi, S. Pd selaku guru mata pelajaran biologi di SMAN 1 Teluk Batang, sekaligus sebagai validator yang telah bersedia memberikan validasi dan memberikan saran yang membangun sehingga media *Google Sites* dapat diselesaikan dengan baik.Kusnani, S. Pd selaku guru mata pelajaran biologi di SMAN 1 Teluk Batang, sekaligus sebagai validator yang telah bersedia memberikan validasi dan memberikan saran yang membangun sehingga media *Google Sites* dapat diselesaikan dengan baik.
7. Rini Wulandari S. Pd selaku guru mata pelajaran biologi di SMAS Mujahidin Pontianak, sekaligus sebagai validator yang telah bersedia memberikan validasi dan memberikan saran yang membangun sehingga media *Google Sites* dapat diselesaikan dengan baik.
8. Dr. Afandi, M.Pd selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura.
9. Dr. Kurnia Ningsih, M.Pd selaku Ketua jurusan Pendidikan MIPA.
10. Dr. Ahmad Yani T, M.Pd., M. Pdi selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura.
11. Titin, S. Pd., M. Pd selaku Kepala Laboratorium Pendidikan FKIP Universitas Tanjungpura yang selama ini telah memberikan fasilitas penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan pada waktunya.

12. Laboran Laboratorium Pendidikan FKIP Universitas Tanjungpura yang selama ini telah memberikan fasilitas penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan pada waktunya.
13. Seluruh Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga selama perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi.
14. Orang tua penulis yaitu Ayahanda **Kunoro**, yang telah berjuang untuk kehidupan penulis yang selalu memperjuangkan pendidikan penulis agar bisa menjadi seorang sarjana. Ibunda **Yuliana**, yang telah berjuang untuk kehidupan penulis dan yang selalu memperjuangkan pendidikan penulis agar bisa menjadi seorang sarjana.
15. Seluruh anggota keluarga yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
16. Beasiswa Parsial Universitas Tanjungpura yang telah memberikan penulis bantuan biaya selama perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi ini.
17. Teman angkatan 2021, para sahabat dekat, dan para senior Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura, yang telah memberikan banyak bantuan baik dalam pikiran dan tenaga dalam perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi ini.
18. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi sehingga semua kendala dapat diselesaikan.

Tidak ada sesuatu hal yang sempurna di dunia, oleh karena itu penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan dan masih perlu diperbaiki. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk membantu penulis memperbaikinya. Harapan penulis skripsi ini dapat dijadikan sebagai pengetahuan baru.

Pontianak, 02 Juli 2025



Sugiyanto

NIM. F1071211048

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN ix

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang Penelitian 1

B. Rumusan Masalah 6

C. Tujuan Penelitian 7

D. Manfaat Penelitian 7

E. Asumsi Pengembangan 9

F. Terminologi (Peristilahan) 9

BAB II KAJIAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR 13

A. Kajian Teori 13

1. Bakteri 13

2. Limbah *Decanter Solid* 22

3. Media Pembelajaran 23

4. *Google Sites* 26

5. Materi Peranan Bakteri dalam Kehidupan 30

B. Kerangka Berpikir 35

BAB III METODE PENELITIAN 36

A. Bentuk Penelitian 36

B. Langkah-Langkah Pelaksanaan Penelitian *Research and Development* 37
1. Potensi Dan Masalah 37
2. Pengumpulan Data 37
3. Desain Produk 45
4. Validasi Media *Google Sites* 47
5. Revisi Media *Google Sites* 50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 51
A. Hasil 51
B. Pembahasan 60
BAB V PENUTUP 74
A. Kesimpulan 74
B. Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 76
LAMPIRAN 84

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan isolasi bakteri pelarut fosfat limbah limbah *decanter solid* kelapa sawit 38

Tabel 3.2 Jadwal pelaksanaan pembuatan produk *Google Sites*. 45

Tabel 3.3 Nilai minimum CVR 49

Tabel 4.1 Hasil pengamatan morfologi makroskopik isolat bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.....51

Tabel 4.2 Hasil *streak plate* isolat bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit 53

Tabel 4.3 Hasil pengamatan mikroskopik isolat bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.....54

Tabel 4.4 Hasil pengamatan fisiologi isolat bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit 56

Tabel 4.5 Hasil analisis validasi media *Google Sites* oleh validator.....58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Limbah *decanter solid* kelapa sawit.....23

Gambar 2.2. Peranan bakteri nitrogen 33

Gambar 2.3. Cicalok 34

Gambar 2.4. Kerangka berpikir 35

Gambar 4.1. Hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit 57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Panduan wawancara guru Biologi SMA 85

Lampiran 2. Capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran 89

Lampiran 3. Dokumentasi pengambilan sampel limbah decanter solid kelapa sawit 94

Lampiran 4. *Storyboard* media *Google Sites* 95

Lampiran 5. Tampilan media *Google Sites* 98

Lampiran 6. Surat pernyataan validasi media *Google Sites* 103

Lampiran 7. Lembar pengamatan isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit 108

Lampiran 8. Lembar pengamatan hasil *streak plate* isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit 110

Lampiran 9. Hasil validasi media *Google Sites* oleh validator Analisis data hasil validasi media *Google Sites* 112

Lampiran 10. Analisis data hasil validasi media *Google Sites* Dokumentasi wawancara 122

Lampiran 11. Revisi media *Google Sites* berdasarkan hasil validasi oleh validator 125

Lampiran 12. Modul Ajar *Google Sites* Surat izin validasi media *Google Sites* 127

Lampiran 13. Dokumentasi Wawancara 132

Lampiran 14. Pedoman penskoran validasi media *Google Sites* 133

Lampiran 15. Surat izin validasi media *Google Sites* 138

Lampiran 16. Kegiatan isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.....143

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pabrik kelapa sawit (PKS) adalah industri yang menghasilkan residu saat proses pengolahannya. Residu atau limbah pada pabrik kelapa sawit berupa tandan kosong, limbah cair, serabut, cangkang, dan limbah padatan. Produk utama yang dihasilkan pabrik kelapa sawit adalah CPO (*Crude Palm Oil)* atau minyak kelapa sawit, sebesar 20-23%, minyak inti sawit sebesar 5-7%, limbah cair sebanyak 50%, limbah tandan kosong sebanyak 23%, serabut (*fiber*) sebanyak 13%, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5%, dan *decanter solid* (lumpur sawit) sebanyak 4% (Haryanti, Norsamsi, Sholiha, & Putri, 2014)

Decanter solid kelapa sawit adalah limbah penggilingan kelapa sawit yang berbentuk seperti lumpur tanah berwarna hitam. Limbah *decanter solid* kelapa sawit berasal dari *mesocarp* atau serabut berondolan kelapa sawit yang telah digiling atau telah mengalami pengolahan di pabrik kelapa sawit. Limbah *decanter solid* kelapa sawit merupakan produk akhir berupa padatan dari proses pengolahan tandan buah segar di pabrik kelapa sawit yang memakai sistem *decanter* (Sarman dkk, 2021). *Decanter* digunakan untuk memisahkan fase cair (minyak dan air) dari fase padat sampai partikel-partikel terakhir. *Decanter* dapat mengeluarkan 90% semua padatan dari lumpur sawit dan 20% padatan terlarut dari minyak sawit (Maryani, 2018). Limbah *decanter solid* kelapa sawit umumnya dimanfaatkan sebagai pupuk di

perkebunan kelapa sawit dan hal ini menyebabkan limbah *decanter solid* kelapa sawit menimbulkan bau busuk, tempat bersarangnya lalat, menghasilkan air lindi, sehingga menghambat kegiatan produksi (Sari, Suhendra, & Suryanto, 2022)

Limbah *decanter solid* kelapa sawit yang kaya akan bahan organik sering dimanfaatkan sebagai pupuk organik dalam pertanian. Pupuk organik dari limbah *decanter solid* kelapa sawit ini mampu meningkatkan kadar hara tanah yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Limbah *decanter Solid* kelapa sawit sering diaplikasikan pada tanaman seperti kelapa sawit, cabe, sawi, jagung, dan tanaman lainnya. Penggunaan limbah *decanter solid* kelapa sawit juga membantu mengurangi penggunaan pupuk kimia, sekaligus mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan limbah *decanter solid* kelapa sawit terbukti dapat meningkatkan hasil pertanian yang lebih baik. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Purwono, Langai, & Jumar, 2021), bahwa secara umum pemberian limbah *decanter solid* kelapa sawit memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tanpa diberi limbah *decanter solid.* Limbah *decanter solid* kelapa sawit merupakan limbah dengan *selulosa*, unsur hara, protein, dan lemak yang tinggi yang menjadikannya salah satu pemicu bakteri bisa hidup (Imran & Mustaka, 2019).

Bakteri berperan besar dalam proses pembuatan pupuk organik hayati. Pupuk organik hayati adalah pupuk organik yang mengandung beberapa mikroorganisme menguntungkan. Limbah pertanian banyak mengandung

bahan *lignoselulosa* yang dapat diuraikan oleh *selulase*. *Lignoselulosa* terdiri dari tiga polimer yaitu *hemiselulosa, selulosa*, dan *lignin*. Bahan *lignoselulosa* banyak terdapat pada limbah pertanian seperti brangkasan jagung, jerami padi, dan tandan kosong kelapa sawit (Setiawati, Ufah, Hindersah, & Suryatmana, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Imran & Mustaka (2019), terdapat tiga jenis bakteri pada limbah *decanter solid* kelapa sawit yaitu *Cellvibrio* sp*., Pseudomonas* sp., dan *Micrococcus* sp. Bakteri *Vibrio* merupakan bakteri yang termasuk dalam golongan bakteri gram negatif, memiliki sel berbentuk batang, katalase positif, motil, bersifat kemoorganotrof, anaerob, dan memiliki suhu optimum tumbuh 20-30 derajat celcius. Genus *Micrococcus* merupakan bakteri yang termasuk dalam golongan bakteri gram positif, berbentuk sel bulat, berukuran 0,5-0,2 μm, jarang yang motil, sel tersusun tunggal, tidak membentuk endospora, tetrad, koloni biasanya berwarna merah atau kuning, bergerombol, dan menghasilkan katalase. *Micrococcus* hidup secara aerob, oksidase sering positif, meskipun ada juga yang negatif, tidak menghasilkan asam dari karbohidrat atau sedikit menghasilkan asam. Suhu optimum pertumbuhan 25-37 derajat celcius, biasanya di kulit mamalia, air, tanah, dan produk makanan (Holt et al, dalam Nofu dkk, 2014). Penelitian (Imran & Mustaka, 2019), menunjukkan adanya bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit yaitu dari genus *Pseudomonas* dan *Micrococcus*.

Fosfat (P) adalah salah satu unsur hara makro yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Namun ketersediaan fosfat dalam bentuk larut di tanah sangat terbatas karena

cenderung berikatan dengan mineral tanah dan membentuk senyawa fosfat yang tidak larut. Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan fosfat adalah dengan menggunakan bakteri pelarut fosfat, yaitu mikroorganisme yang dapat mengubah fosfat yang tidak tersedia menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman (Larasati, Rukmi, Kusdiyantini, & Ginting, 2018). Bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu solusi alternatif dalam pemupukan fosfor (P) karena kemampuannya untuk melepaskan fosfor dari senyawa yang sulit larut menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Hal ini dilakukan melalui sintesis dan sekresi asam organik seperti asam malat, asam oksalat, dan asam glukonat (Fallo, Pardosi, & Boluk, 2022).

Hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit dapat menjadi bahan pembelajaran biologi di kelas X SMA pada materi peranan bakteri dalam kehidupan pada materi peranan bakteri dalam kehidupan. Berdasarkan hasil wawancara bersama guru biologi di SMAN 1 Teluk Batang pada 30 Oktober 2025 (Lampiran 1), didapatkan informasi bahwa pada pembelajaran biologi untuk materi peranan bakteri dalam kehidupan, peserta didik kesulitan memahami bahwa tidak semua bakteri bersifat merugikan. Pada proses pembelajaran guru menggunakan media *Powerpoint* yang ditampilkan di kelas menggunakan proyektor. Penggunaan media *Powerpoint* menurut guru terkendala pada keterbatasan interaksi peserta didik, dimana penggunaan *Powerpoint* cenderung bersifat satu arah, sehingga bisa mengurangi interaksi antara pengajar dan peserta didik serta jika *slide Powerpoint* terlalu banyak peserta didik cenderung cepat bosan.

Pembelajaran biologi dengan menggunakan media *Powerpoint* membuat peserta didik kurang dilibatkan dan bersifat pasif dalam proses pembelajaran, sehingga kurang efektif karena masih berpusat kepada guru (Yoriska & Ristiono, 2021).

Berdasarkan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang digunakan guru biologi SMAN 1 Teluk Batang (Lampiran 2), pada materi peranan bakteri dalam kehidupan, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai adalah peserta didik dapat menjelaskan bentuk dan struktur bakteri, memahami cara hidup bakteri, melakukan praktikum pengamatan bakteri, menyebutkan klasifikasi *Eubacteria* dan *Archaebacteria*, dan memahami peranan bakteri yang menguntungkan serta merugikan. Penggunaan *Powerpoint* sebagai media pembelajaran seringkali memiliki keterbatasan pada materi yang membutuhkan visualisasi, seperti bentuk dan struktur bakteri, cara hidup bakteri, dan praktikum pengamatan bakteri. Oleh sebab itu diperlukan suatu pengembangan media pembelajaran yang dapat menggabungkan tampilan yang berisi teks, video, dan audio. Salah satu media yang dapat menggabungkan teks, video, dan audio adalah *Google Sites. Google sites* dapat dikelola dalam bentuk tampilan *website* yang berisi teks, video, dan audio (Aulia, Kaspul, & Riefani, 2021).

Google sites merupakan layanan pada *Google* yang memiliki fitur-fitur sebagai situs kunjungan seperti *website* lainnya. *Google Sites* dapat dimanfaatkan untuk menampilkan gambar-gambar dan video yang menunjukkan struktur dan bentuk bakteri, cara hidup bakteri, serta proses

praktikum pengamatan bakteri dari hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid,* karena *Google sites* dapat dikelola dalam bentuk tampilan *website* yang berisi teks, dan bisa dilengkapi dengan audio dan video. *Google Sites* memberikan keunggulan yang membuatnya layak digunakan untuk pengembangan media selain penggunaan *Powerpoint* yaitu dapat menyajikan materi yang lebih dinamis karena memungkinkan berbagai elemen interaktif seperti penambahan menu materi, video, dan kuis. Guru dapat memberikan kuis atau latihan soal kepada peserta didik sehingga peserta didik dapat memberikan tanggapan atau jawaban yang dapat dilihat langsung sehingga memungkinkan terjadinya interaksi dua arah. *Google Sites* memiliki kelebihan-kelebihan diantaranya, dapat diakses secara gratis, sehingga memungkinkan peserta didik dapat belajar secara mandiri. Pada pembuatan media pembelajaran melalui *Google Sites*, guru dapat memanfaatkan berbagai *template* dan tema yang tersedia dan menyesuaikannya dengan kreativitas masing-masing. Selain itu guru juga dapat menambahkan berbagai fitur pendukung seperti *Google Form*, *Google Sheets*, maupun tautan video dari *YouTube*.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit?
2. Bagaimana kelayakan media *Google Sites* yang dikembangkan pada materi peranan bakteri dalam kehidupan berdasarkan hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.
2. Mengetahui kelayakan media *Google Sites* yang dikembangkan pada materi peranan bakteri dalam kehidupan berdasarkan hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah sebagai berikut:

1. Penulis

   Hasil penelitian ini bermanfaat sebagai penambah wawasan dan pengetahuan penulis mengenai cara isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit serta mengetahui cara pengembangan media *Google Sites* dan dapat menerapkan serta mengembangkan keilmuan di bidang biologi terutama mikrobiologi.

2. Guru

   Media pembelajaran *Google Sites* dari hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit dapat digunakan untuk meningkatkan kreativitas guru dalam mengembangkan media pembelajaran menggunakan contoh dari lingkungan sekitar. Lebih lanjut, guru dapat memasukkan media pembelajaran ini ke dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

3. Peserta Didik

Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumber belajar mandiri kepada peserta didik, agar peserta didik lebih fokus dan kreatif dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar. Diharapkan media *Google Sites* sebagai sumber belajar biologi, dapat membuat peserta didik menggabungkan pengetahuan yang telah diperoleh dengan pengetahuan baru melalui media pembelajaran, sebagai alat bantu belajar biologi, pada materi peranan bakteri dalam kehidupan khususnya pada submateri peranan bakteri yang menguntungkan.

4. PT. KAP (Kalimantan Agro Pusaka)

Penelitian ini dapat membantu memberi solusi pengendalian limbah *decanter solid* kelapa sawit. Setelah mengisolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit diharapkan PT. KAP (Kalimantan Agro Pusaka) dapat mengolah *decanter solid* kelapa sawit secara lebih baik sebagai pupuk organik.

5. Masyarakat Sekitar

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai bakteri pada limbah *decanter solid* kelapa sawit sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik. Limbah *decanter solid* kelapa sawit yang dianggap sebagai limbah ternyata mempunyai potensi menjadi pupuk organik karena kandungan bakteri didalamnya.

E. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran *Google Sites* pada materi peranan bakteri dalam kehidupan dengan asumsi yaitu, media pembelajaran yang didesain interaktif secara tidak langsung akan membuat peserta didik lebih semangat membaca dan melakukan hal-hal yang terdapat di buku. Peserta didik akan lebih terdidik, tertarik, dan teratur arus belajarnya dengan media pembelajaran interaktif yang dikembangkan. Permasalahan pada penelitian ini harus memiliki batasan agar masalah yang dikaji lebih fokus dan tidak terlalu luas. Adapun batasan-batasan tersebut sebagai berikut:

1. Isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
2. Isolasi bakteri limbah *decanter solid* kelapa sawit berfokus pada karakter morfologi dan fisiologi dari hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit.
3. Prosedur pengembangan pada penelitian R&D ini hanya sampai pada tahap revisi produk.

F. Terminologi (Peristilahan)

Untuk menghindari kesalahpahaman pembaca maka perlu dijelaskan istilah pada judul skripsi ini yaitu sebagai berikut:

1. *Google Sites*

   Google Sites merupakan salah satu produk buatan Google yang berfungsi sebagai alat untuk membuat situs *web*. *website* ini sangat mudah

digunakan terutama dalam mendukung proses pembelajaran karena dapat menggabungkan berbagai fitur seperti *Google Docs*, *Sheets*, *Forms*, *Calendar, Awesome Table*, dan fitur lainnya secara optimal. (Japrizal & Irfan, 2021). *Google Sites* dalam penelitian ini menyajikan hasil isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit dengan memuat menu- menu seperti menu *home*, tujuan, materi, video, kuis, dan diskusi. *Google sites* ini juga memuat video langkah-langkah isolasi bakteri pelarut fosfat limbah *decanter solid* kelapa sawit agar peserta didik juga dapat mengetahui cara isolasi bakteri pelarut fosfat.

2. *Website*

   Website merupakan sekumpulan halaman yang saling terhubung dan berada dalam satu domain atau subdomain yang dapat diakses melalui jaringan internet dalam ruang lingkup *World Wide Web* (WWW) (Josi, 2017). *Website* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *website* dari *Google* yang dapat digunakan untuk membuat media *Google Sites*.

3. Isolasi

   Isolasi adalah suatu cara untuk memindahkan mikroba dari lingkungan ke dalam medium buatan dan menumbuhkannya pada media buatan untuk didapatkan biakan murni (Manalu & Pardosi, 2022). Isolasi pada penelitian ini merujuk pada proses menumbuhkan bakteri pelarut fosfat dari limbah *decanter solid* kelapa sawit yang ditumbuhkan pada media pikovskaya agar.

4. Bakteri pelarut fosfat

   Bakteri pelarut fosfat adalah jenis bakteri yang memiliki kemampuan untuk mengubah fosfat yang tidak tersedia menjadi bentuk yang larut sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Larasati dkk, 2018). Pada penelitian bakteri pelarut fosfat merujuk pada bakteri yang terdapat pada limbah decanter solid kelapa sawit yang menyebabkan limbah decanter solid kelapa sawit dapat dijadikan sebagai pupuk organik.

5. Limbah *decanter solid* kelapa sawit

   Limbah *decanter solid* kelapa sawit adalah produk terakhir yang berbentuk padatan dari proses pengolahan tandan buah segar di pabrik kelapa sawit yang menggunakan sistem *decanter* (Sarman dkk, 2021). *Decanter* berfungsi untuk memisahkan fase cair yaitu minyak dan air, dari fase padat hingga partikel-partikel terkecil. *Decanter* ini mampu mengeluarkan hingga 90% padatan dari lumpur kelapa sawit serta sekitar 20% padatan terlarut yang terdapat dalam minyak sawit (Maryani, 2018). Pada penelitian ini limbah decanter solid kelapa sawit merujuk pada limbah hasil penggilingan tandan buah segar kelapa sawit yang dilakukan di pabrik kelapa sawit. Sampel limbah *decanter solid* kelapa sawit pada penelitian ini diambil dari PT Kalimantan Agro Pusaka (KAP) Desa Teluk Batang, Kecamatan Teluk Batang, Kabupaten Kayong Utara, Kalimantan Barat.

6. Kelayakan

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia kelayakan adalah kepantasan dan kepatutan suatu hal (Poerwadarminta, 2007, h.674). Dalam penelitian ini kelayakan adalah layak atau validnya media *Google Sites* yang dibuat serta kesesuaian isi media dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai agar media *Google Sites* dapat digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah.