

**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI PUPUK
ORGANIK DAN PENGARUHNYA TERHADAP
PERTUMBUHAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.),
KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.), DAN KACANG
POLONG (*Pisum sativum* L.)**

PROPOSAL KARYA ILMIAH

Merupakan Ujian Keterampilan dan Syarat Kelulusan Sekolah



Disusun oleh:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. 29848 Chrysilla Goldie | XII MIPA 4 / 09 |
| 2. 29883 Eliana Ingrid Haryanto | XII MIPA 4 / 12 |
| 3. 29946 Irene Dayu Tiara Sukmabana | XII MIPA 4 / 17 |
| 4. 29963 Jason Fersen Siho | XII MIPA 4 / 20 |
| 5. 30003 Joseph Jason Gunawan | XII MIPA 4 / 21 |
| 6. 30043 Krischnan Rooney Surya | XII MIPA 4 / 25 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2024**

**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI PUPUK
ORGANIK DAN PENGARUHNYA TERHADAP
PERTUMBUHAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.),
KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.), DAN KACANG
POLONG (*Pisum sativum* L.)**

PROPOSAL KARYA ILMIAH

Merupakan Ujian Keterampilan dan Syarat Kelulusan Sekolah



Disusun oleh:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. 29848 Chrysilla Goldie | XII MIPA 4 / 09 |
| 2. 29883 Eliana Ingrid Haryanto | XII MIPA 4 / 12 |
| 3. 29946 Irene Dayu Tiara Sukmabana | XII MIPA 4 / 17 |
| 4. 29963 Jason Fersen Siho | XII MIPA 4 / 20 |
| 5. 30003 Joseph Jason Gunawan | XII MIPA 4 / 21 |
| 6. 30043 Krischnan Rooney Surya | XII MIPA 4 / 25 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PROPOSAL KARYA ILMIAH

Judul : Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Organik dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.), Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dan Kacang Polong (*Pisum Sativum* L.).

Penyusun : 1. 29848 Chrysilla Goldie XII MIPA 4/09
2. 29883 Eliana Ingrid Haryanto XII MIPA 4/12
3. 29946 Irene Dayu Tiara S. XII MIPA 4/17
4. 29963 Jason Fersen Siho XII MIPA 4/20
5. 30003 Joseph Jason Gunawan XII MIPA 4/21
6. 30043 Krischnan Rooney Surya XII MIPA 4/25

Pembimbing 1 : Dra. Maria Viciati, MM.
Pembimbing 2 : Y. Hari Suyanto, S.Pd., M.Si.
Tanggal Presentasi : Senin, 2 Desember 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dra. Maria Viciati, MM.

Y. Hari Suyanto, S.Pd., M.Si.

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Dra. Sri Wahjoeni Hadi S.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat penyertaan-Nya sehingga proposal karya ilmiah yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Organik dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.), Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dan Kacang Polong (*Pisum Sativum* L.)” dapat disusun dan diselesaikan dengan tepat waktu. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas ujian praktek karya ilmiah mata pelajaran MIPA.

Penyusunan dan Penelitian Karya Ilmiah Sederhana adalah kegiatan ujian praktek tahun 2024 yang diadakan oleh SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya. Kegiatan ini dilakukan agar para siswa dapat melakukan penelitian mengenai ilmu pengetahuan alam dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Penyusunan dan Penelitian Karya Ilmiah Sederhana dilakukan dengan melibatkan para siswa dan guru SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya.

Penulis menyadari keterbatasan kemampuan dalam penyusunan proposal ini. Dalam penyusunan proposal, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan, dukungan, dan masukan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku kepala SMAK St. Louis 1 Surabaya;
2. Dahlia Adiati, S.Pd., selaku wakil kepala bidang kurikulum SMAK St. Louis 1 Surabaya;
3. Linda Juliarti, S.Pd., M.Si., selaku ketua pelaksana ujian praktek karya ilmiah mata pelajaran MIPA;
4. Dra. Maria Viciati, MM., selaku pembimbing I dan guru mata pelajaran Kimia;
5. Y. Hari Suyanto, S.Pd., M.Si., selaku wali kelas XII MIPA 4, pembimbing II, dan guru mata pelajaran Matematika;
6. Irminda Indiyarti, S.Pd., selaku guru mata pelajaran Fisika;

7. Maria Anita Kurniasih, S.Si., selaku guru mata pelajaran Biologi;
8. Orang tua peserta didik XII MIPA 4, atas dukungan yang diberikan kepada penulis;
9. Peserta didik XII MIPA 4, atas kerjasamanya dalam membuat proposal ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata, kami mengharapkan proposal ini dapat bermanfaat.

Surabaya, 2 Desember 2024

Penyusun,

Chrysilla Goldie

Ketua Kelompok

DAFTAR ISI

SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Hipotesis.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Cair Tahu.....	6
2.2 Tanaman Kacang - Kacangan.....	8
2.2.1 Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.).....	10
2.2.2 Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	12
2.2.3 Kacang Polong (<i>Pisum Sativum</i> L.).....	13
2.3 Larutan EM4 (eksoterm endoterm).....	15
2.4 Molase.....	16
2.5 Pupuk Organik Limbah Tahu.....	17
2.6 Rancangan Alat.....	21

2.7 Statistika.....	25
2.7.1 Rata-Rata.....	25
2.7.2 Simpangan Baku.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.2.1 Bahan Penelitian.....	28
3.2.2 Alat Penelitian.....	29
3.3 Tahapan Penelitian.....	29
3.3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.3.2 Variabel Penelitian.....	31
3.4 Metode dan Analisis Data.....	32
3.4.1 Metode Penelitian.....	32
3.4.2 Teknik Analisis Data.....	32
BAB IV PENUTUP.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

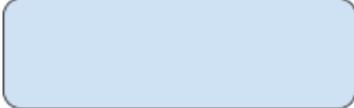
Gambar 2.1.1	Sungai yang Tercemar Limbah Tahu.....	6
Gambar 2.2.1.1	Kacang Hijau.....	12
Gambar 2.2.2.1	Kacang Merah.....	13
Gambar 2.2.3.1	Kacang Polong.....	15
Gambar 2.3.1	Botol EM4.....	16
Gambar 2.4.1	Molase.....	17
Gambar 2.6.1	Gambaran Model Penelitian.....	22
Gambar 2.6.2	Diagram Hukum Gay-Lussac.....	24
Gambar 3.1.1	Tempat Penelitian.....	29
Gambar 3.3.1.1	Diagram Alir.....	31

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
ADP	Adenosine Diphosphate
ATCC	American Type Culture Collection
ATP	Adenosine Triphosphate
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BPS	Badan Pusat Statistik
C°	Celcius
Ca	Calcium
CM	Centimeter
CO_2	Carbon Dioxide
COD	Chemical Oxygen Demand
EFP	Emergency Food Product
EM4	Effective Microorganism
Fe	Ferrum
g	gram
H0	Hipotesis 0
H1	Hipotesis 1
H_2S	Hidrogen Sulfida
ha	Hectare
IOM	Institute of Medicine
K	Kalium
KKAL	Kilo Kalori
KTK	Kapasitas Tukar Kation

L	Liter
Mg	Magnesium
mg	Miligram
NH_3	Ammonia
O_2	Oxygen
P	Phosphorus
PH	Potential of Hydrogen
S	Displacement
SB	Simpangan Baku
SR	Simpangan Rata-rata
t	Time
TSS	Total Suspended Solids
V	Velocity
ZN	Zinc

DAFTAR SIMBOL

	<p>Start/End Point Menggambarkan permulaan atau juga akhir dari suatu proses diagram alir.</p>
	<p>Arrow Menggambarkan arah dari proses diagram alir.</p>
	<p>Process Menunjukkan proses yang terjadi pada diagram alir.</p>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kertas konsultasi.....	38
-----------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pupuk organik, yang dihasilkan dari bahan-bahan alami seperti limbah pertanian, sangat penting dalam pertanian berkelanjutan. Pupuk ini tidak hanya meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian, tetapi juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan memperbaiki kesuburan tanah secara berkelanjutan. Oleh karena itu, mengolah limbah tahu menjadi pupuk organik merupakan salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan lingkungan dan mendukung peningkatan produksi pertanian.

Selain itu, limbah tahu kaya akan kandungan organik dan nutrisi, seperti protein, karbohidrat, dan mineral yang bermanfaat bagi tanah. Kandungan ini dapat memperkaya tanah, meningkatkan kesuburan, dan memperbaiki struktur tanah yang gersang. Salah satu cara untuk mengolah limbah tahu adalah dengan mengubahnya menjadi pupuk organik yang memiliki banyak manfaat bagi lingkungan dan pertanian.

Pupuk organik memiliki peran yang sangat penting dalam pertanian karena penggunaan pupuk organik tidak hanya meningkatkan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, tetapi juga mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan.

Sehubungan dengan hal tersebut, tanaman kacang-kacangan memiliki peran yang sangat penting dalam sistem pertanian berkelanjutan. Selain kemampuannya dalam memperbaiki dan meningkatkan kandungan nitrogen tanah. Tanaman ini juga memiliki sifat yang sangat cocok untuk penelitian ilmiah, mengingat kemampuannya untuk tumbuh cepat. Dalam penelitian ini, kami memilih tiga jenis kacang-kacangan, yaitu kacang hijau, kacang merah, dan kacang polong, untuk diamati pertumbuhannya. Pemilihan ini didasarkan pada kecepatan pertumbuhannya, yang memungkinkan kami untuk mengamati perubahan tanaman dalam waktu singkat. Kecepatan pertumbuhan ini sangat penting dalam eksperimen dengan waktu observasi yang terbatas.

Ketiga jenis kacang ini juga memiliki ukuran yang relatif kecil, sehingga sangat efisien dalam eksperimen baik di laboratorium maupun di lapangan. Hal ini membuat kacang-kacangan menjadi objek yang ideal untuk menguji hipotesis dan mempelajari interaksi antara faktor lingkungan dan pertumbuhan tanaman.

Mengingat pentingnya keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan dalam mencapai visi Indonesia Emas 2045, yang bertujuan untuk menjadikan Indonesia negara maju dan sejahtera pada tahun 2045, maka pembangunan yang ramah lingkungan dan ketahanan pangan nasional harus menjadi prioritas utama. Dalam kerangka Indonesia Emas 2045, Indonesia tidak hanya berfokus pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga pada pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan teknologi hijau untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Salah satu langkah penting dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional adalah dengan mengoptimalkan potensi pertanian, termasuk pemanfaatan limbah pertanian seperti limbah tahu, untuk mendukung pembuatan pupuk organik. Pupuk organik ini akan mendukung peningkatan produktivitas pertanian secara berkelanjutan, serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat merusak ekosistem dan kualitas tanah.

Dengan demikian, dalam penelitian ini, kami berupaya menyediakan solusi untuk mengatasi masalah limbah tahu yang kurang dimanfaatkan dengan mengolahnya menjadi pupuk organik. Untuk melihat keefektifannya, kami menguji pupuk organik dari limbah tahu pada tanaman kacang-kacangan yang mudah tumbuh. Ini merupakan langkah kecil namun penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan kontribusi terhadap visi Indonesia Emas 2045, yang mengedepankan keberlanjutan lingkungan, ketahanan pangan, dan kemajuan ekonomi yang inklusif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana cara pembuatan pupuk organik dari limbah tahu?
- b. Bagaimana pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan biji kacang-kacangan?

- c. Bagaimana perbandingan kecepatan pertumbuhan biji kacang-kacangan pada penambahan pupuk organik dari limbah tahu?

1.3 Hipotesis

Dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Organik dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.), Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dan Kacang Polong (*Pisum Sativum* L.)” maka rumusan hipotesis disusun sebagai berikut:

- a. H1: Limbah tahu dapat menjadi pupuk organik.
H0: Limbah tahu tidak dapat menjadi pupuk organik.
- b. H1: Pemanfaatan limbah tahu menjadi pupuk organik mempengaruhi kecepatan pertumbuhan biji kacang-kacangan.
H0: Pemanfaatan limbah tahu menjadi pupuk organik tidak mempengaruhi kecepatan pertumbuhan biji kacang-kacangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas dapat diperoleh tujuan sebagai berikut.

- a. Menjelaskan cara pembuatan pupuk organik dari limbah tahu.
- b. Menganalisis pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan biji kacang-kacangan.
- c. Mendeskripsikan perbandingan kecepatan pertumbuhan biji kacang-kacangan pada penambahan pupuk organik dari limbah tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan di atas dapat diperoleh beberapa manfaat, yaitu:

- a. Mengetahui cara pembuatan pupuk organik dari limbah tahu.
- b. Memahami pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan biji kacang-kacangan.
- c. Mengetahui perbandingan kecepatan pertumbuhan biji kacang-kacangan pada penambahan pupuk organik dari limbah tahu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Tahu

Tahu adalah jenis makanan yang memiliki nilai gizi, mengandung protein dengan bahan dasar kacang kedelai. Kebutuhan terhadap kedelai mencapai 2,3 juta ton pertahun, dengan persentase 40% yang dikonsumsi berupa tahu, 50% berupa tempe dan 10% minyak kedelai (Buchori, 2012). Tahu merupakan makanan yang masih banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, sebagai makanan bergizi dan sumber protein yang tinggi dengan harga terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat (Maukar dkk, 2019). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, rata - rata konsumsi tahu per kapita mencapai 0,163 per minggu, jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya terjadi peningkatan sebanyak 2%. Pemenuhan konsumsi tahu berakibat pada melonjaknya angka produksi limbah tahu dalam bidang industri.



***Gambar 2.1.1** Sungai yang Tercemar Limbah Tahu*

Apabila pengolahan limbah tahu tidak dilakukan dengan benar akan menyebabkan pencemaran air (Indah, 2014). Limbah industri tahu dibedakan

menjadi dua jenis yakni limbah tahu cair dan padat. Pada limbah padat, pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai seperti batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai, selain itu sisa saringan bubur kedelai atau ampas tahu. Pada umumnya limbah padat tahu tidak terlalu banyak hanya sekitar 0,3% dari bahan baku kedelai. Sedangkan pada ampas limbah cair tahu besarnya berkisar antara 25–35% dari produk tahu yang dihasilkan (Kaswinarni, 2007). Pada proses produksi tahu akan menghasilkan limbah cair yang berasal dari pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman, percetakan, dan apabila dibuang langsung ke perairan akan berbau busuk dan mencemari lingkungan (Kaswinarni, 2008). Limbah cair tahu mengandung senyawa organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak sehingga apabila dibuang ke dalam sungai atau danau, maka airnya menjadi tercemar (Said, 2015).

Limbah industri tahu memiliki kandungan bahan C-organik, yang mempengaruhi kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sayow (2020), limbah cair dari produksi tahu yang belum diolah memiliki kadar BOD berkisar 5.000–10.000 mg/L dan tingkat COD sekitar 7.000 hingga 12.000 mg/L. Limbah cair tahu juga mengandung *Total Suspended Solid* (TSS) sekitar 1.202 mg/L dan memiliki pH berkisar antara 5,5 hingga 5,6 yang tidak sesuai dengan Permen Lh RI No.5 Tahun 2014 (Setiawan, 2023). Permen Lh RI No. 5 Tahun 2014, mengindikasikan kadar maksimum BOD pada limbah cair tahu maksimum 150 mg/L, 300 mg/L untuk COD, 200 mg/L

untuk TSS, dan pH berkisar 6 hingga 9. Selain itu, limbah tahu mengandung bahan organik dan gas seperti oksigen terlarut (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), dan amoniak (NH_3) (Herlambang, 2005). Menurut Agung dan Winata (2011), kadar BOD, COD dan senyawa-senyawa gas organik yang berlebihan akan berpengaruh terhadap daya dukung lingkungan. Farhana dan Yayi (2021) menyatakan bahwa ampas tahu cair mengandung berbagai jenis bahan organik yang dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri di dalam air lebih cepat.

Pertumbuhan bakteri menggunakan media alternatif ampas tahu pada bakteri *Staphylococcus aureus* dapat tumbuh pada media tersebut (Samudra, 2020). Menurut Putri (2021), pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* juga terjadi pada media ampas tahu. Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa bakteri gram negatif yakni *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, dapat bertumbuh dalam media ampas tahu, hal ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu dapat mempercepat dan menunjang perkembangan serta pertumbuhan bakteri (Fauziah, 2023).

2.2 Tanaman Kacang - Kacangan

Indonesia merupakan negara agraris yang beriklim tropis dan menghasilkan berbagai macam jenis tumbuhan termasuk kacang-kacangan. Tanaman kacang-kacangan telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan

terutama dalam bidang pangan sehingga berkualitas baik dan cocok untuk dikonsumsi.

Tanaman kacang-kacangan (*Leguminosae*) telah ditanam di Indonesia selama ratusan tahun yang lalu (Fachruddin, 2000). Menurut penelitian Mead (2017), terdapat kurang lebih 36 jenis kacang-kacangan yang tersebar di Indonesia. Berdasarkan survei dan penelitian oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Timur, daerah sentra produksi utama tanaman kacang-kacangan di Indonesia antara lain, Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat dengan produksi rata-rata di tingkat petani sebesar 1,02–1,11 t/ha. Luas areal lahan pengembangan kacang tanah 629.087 ha dengan target rata-rata produktivitas 12,14 kuintal/ha di tahun 2009. Eksplorasi Paslma Nutfah (2020) menyatakan terdapat 27 jenis kacang lokal sebagai bahan pangan fungsional di Pulau Timor. Sebanyak 16 Jenis kacang-kacangan ditemukan di Jember (Prasitasari, 2018) dan 14 jenis dibudidayakan di Pulau Larat Maluku Tenggara (Refwallu & Sahertian, 2020). Kacang-kacangan menjadi salah satu bahan makanan sumber protein dengan nilai gizi sebesar 20–25 g/100 g, mengandung vitamin B (tiamin, riboflavin, niasin, dan asam folat), mineral (Ca, Fe, P, K, ZN, dan Mg), serta serat (Dostalova, 2009). Tanaman kacang-kacangan juga dinilai cukup ekonomis dari segi harga, memiliki kandungan lemak yang umumnya baik untuk kesehatan, dan mengandung berbagai mineral yang banyak (Koswara, 2013).

Tanaman kacang-kacangan di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk produk pangan darurat (Emergency Food Product, EFP), yakni jenis pangan

yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi harian energi dan gizi dalam keadaan darurat atau mendesak (IOM, 1995). EFP memiliki kandungan energi sebanyak 2100 kkal yang terdiri dari 35–45 persen lemak, 10–15 persen protein dan 40–50 persen karbohidrat (Zoumas, dkk., 2002). Terdapat beberapa jenis kacang-kacangan yang sering untuk dimanfaatkan dalam bidang pangan, diantaranya kacang hijau (*Vigna radiata* L.), kacang merah (*Vigna angularis* L.) dan kacang polong (*Pisum Sativum* L.).

2.2.1 Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau merupakan jenis kacang-kacangan yang memiliki banyak peminat di Indonesia, karena kacang hijau unggul dalam beberapa faktor dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya (Mustakim, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2018) menyebutkan bahwa, produktivitas kacang hijau masih berada di kisaran 1,1 ton/ha dan hasil tersebut masih dibawah potensi hasil dari tanaman kacang hijau. Hasil rata-rata kacang hijau pada uji adaptasi genotipe kacang hijau mencapai 2,15 ton apabila pertumbuhan tanaman optimal (Trustinah dan Iswanto, 2013).

Pertumbuhan kacang hijau dibagi menjadi beberapa fase diantaranya, perkecambahan, pertumbuhan primer, dan pertumbuhan sekunder. Proses perkecambahan merupakan fase ketika bakal akar (radikula) keluar dari kulit biji (kotiledon). Selanjutnya terjadi pertumbuhan pada meristem primer yang terletak pada ujung akar dan

tunas. Tahap terakhir yakni ditandai dengan adanya pertumbuhan yang menghasilkan perubahan ukuran diameter pada tumbuhan akibat aktivitas kambium dalam batang tumbuhan (Ningsih, 2019). Pada proses perkecambahan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan yakni faktor internal dan eksternal. Faktor internal berupa cahaya, suhu, oksigen, kelembaban, dan udara di sekitarnya, sedangkan yang termasuk faktor internal adalah kadar air pada biji, kerusakan benih dan biji (Mudadina, 2006). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wimudi dan Fuadiyah (2021) yang menyatakan bahwa intensitas cahaya matahari memiliki peran yang krusial dalam proses fotosintesis, respirasi, transpirasi hingga pembentukan organ-organ pada tanaman. Pada proses perkecambahan juga meliputi konsentrasi dan kualitas air. Berdasarkan penelitian oleh Imam'nda (2022) menyatakan bahwa, pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman kacang hijau paling cepat adalah penyiraman dengan air mineral yaitu 16,17 cm dan 8 helai daun dan pertumbuhan paling lambat adalah dengan penyiraman air tetes tebu yaitu 10,73 cm dan 4 helai daun. Kacang hijau dapat bertumbuh ideal dengan pH berkisar 5,8. Suhu optimum pada pertumbuhan kacang hijau antara 25–27°C dan dapat hidup di daerah yang relatif kering dengan kelembaban udara 50–90% (Purwono dan Hartono, 2005). Kacang hijau akan tumbuh optimal pada media tanam yang cocok untuk pertumbuhan dan memiliki sifat

spesifikasinya sendiri yakni dengan tanah yang gembur dan ringan (Balitkabi, 2012).



Gambar 2.2.1.1 Kacang Hijau

2.2.2 Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.)

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) termasuk ke dalam jenis tanaman hortikultura sayuran dan kelompok leguminosa. Berdasarkan data dari BPS (2022), total produksi kacang merah di Indonesia per tahun 2018 adalah 67,862 ton. Kacang merah dikenal karena kaya akan makronutrien dan mikronutrien. Kacang merah mengandung protein, serat, dan karbohidrat sebesar 22,1 g, 4 g, dan 56,3 g dalam 100 g kacang merah. Kacang merah juga mengandung kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B1, dan komponen bioaktif (Layli, 2019). Kacang merah kalsium, magnesium, kalium, fosfor, tembaga, besi, seng, mangan, dan belerang. Kelompok leguminosa ini kaya akan komponen bioaktif seperti penghambat enzim, lektin, fitat, oligosakarida, dan fenolik, yang menunjukkan peran metabolisme pada manusia dan hewan (Kimothi *et al.*, 2020).

Menurut Vita Loka (2021), Pertumbuhan dan perkembangan kacang merah dipengaruhi oleh faktor-faktor, seperti faktor cahaya, suhu, dan air dan nutrisi. Cahaya bermanfaat bagi tumbuhan terutama sebagai energi yang akan digunakan untuk proses fotosintesis. Selain itu, cahaya juga berperan dalam proses pembentukan klorofil. Namun, cahaya dapat bersifat sebagai penghambat (inhibitor) pada proses pertumbuhan karena dapat memacu difusi auksin pada bagian yang tidak terkena cahaya sehingga kacang merah tumbuh lebih panjang pada bagian yang tidak terkena cahaya. Suhu ruangan dapat mengoptimalkan kerja hormon-hormon tumbuhan karena faktor internal dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Terakhir, air sangat diperlukan oleh tumbuhan sebagai media terjadinya reaksi kimia. Tanaman kacang merah lambat laun akan menjadi layu karena kekurangan air.



Gambar 2.2.2.1 Kacang Merah

2.2.3 Kacang Polong (*Pisum Sativum* L.)

Kacang polong merupakan tanaman berumur pendek yang dapat tumbuh di daerah pulau Jawa sehingga tanaman kacang polong sulit

dibudidayakan di daerah dataran rendah (Novare, 2021). Menurut Dahl *et al.* (2012) kacang polong bermanfaat bagi kesehatan terutama berasal dari konsentrasi dan sifat pati, protein, serat, vitamin, mineral dan fitokimia. Kacang polong memiliki nilai gizi yang tinggi, terutama protein dan karbohidrat. kacang polong memiliki kemampuan yang kuat untuk menyerap dan mengakumulasi Selenium sehingga diajukan sebagai sumber biofortifikasi peningkatan konsumsi Se karena senyawa ini merupakan mikronutrien yang berperan sebagai antioksidan, antikanker, dan antivirus yang penting bagi manusia serta binatang (Poblaciones *et al.*, 2013). Selain itu, kacang polong sering dimanfaatkan untuk memasak sup atau bahan pelengkap untuk salad pada masakan Eropa dan Cina (Zulkarnin, 2003). Kacang polong mengandung 20–25% pati, 4–10% gula, 0,6–1,5% lemak serta 2–4% mineral. Karbohidrat sebagai sumber energi karena mempunyai 15,12% amilosa dalam pati (Mulyawan dkk, 2021).

Suhu yang terlalu tinggi dapat membahayakan tanaman bahkan membuat tanaman menjadi mati terutama pada kacang ercis, karena pada umumnya tanaman kacang ercis tumbuh pada suhu 13–18°C (Kay, 1979). Kelembaban yang terlalu tinggi akan meningkatkan kadar air bahan pangan sehingga memudahkan penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan (Rahayu *et al.*, 2015).



Gambar 2.2.3.1 Kacang Polong

2.3 Larutan EM4

Effective Microorganism-4 (EM4) adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah (Rasminto, 2019). Menurut Djuarnani (2018), komposisi kandungan bakteri EM4 meliputi bakteri *Rhodopseudomonas* (fotosintetik), bakteri *Lactobacillus sp.* (asam laktat), bakteri *Saccharomyces sp.* (ragi), bakteri *actinomyces*, dan jamur fermentasi.

EM4 menjadi pilihan solutif untuk meningkatkan produktivitas tanah sehingga mendukung pertanian organik. EM4 memiliki beragam kegunaan, seperti membantu proses dekomposisi dan fermentasi material organik, memperbaiki sifat biologis tanah, kimia, dan fisik tanah, meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah, dan membantu mempercepat proses pengomposan sampah organik atau kotoran hewan (Yuniwati, 2012).



Gambar 2.3.1 Botol EM4

Layaknya bakteri pada umumnya, EM4 terdiri atas berbagai macam bakteri dan fungi yang melakukan respirasi. Respirasi yang terjadi pada EM4 terjadi secara anaerob, yaitu proses pembentukan energi yang terjadi tanpa menggunakan oksigen.

2.4 Molase

Molase adalah hasil samping industri gula tebu yang masih mengandung glukosa, mineral, protein, dan vitamin yang sangat dibutuhkan dalam proses fermentasi. Kandungan gula di dalam molase terdiri atas sukrosa 35%, glukosa 7%, fruktosa 9%, dan karbohidrat lain 4% (Kusmiati *et al.*, 2007). Cairan molase berfungsi sebagai sumber energi dan penyubur bagi bakteri dalam proses dekomposisi untuk menghasilkan pupuk organik cair (Lepongbulan *et al.*, 2017).



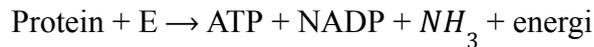
Gambar 2.4.1 Molase

2.5 Pupuk Organik Limbah Tahu

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroorganisme yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah banyak.

Limbah tahu yang telah difermentasi mengandung karbon organik yang dapat memperkaya kandungan bahan organik dalam tanah sehingga meningkatkan struktur tanah dan kemampuannya untuk menahan air. Menurut Rasmito (2019), limbah cair tahu memiliki kandungan zat organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak, yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair melalui proses fermentasi agar zat-zat tersebut pecah dan dapat diserap tanaman dengan baik.

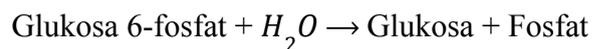
Proses fermentasi yang terjadi pada limbah organik akan merubah N organik menjadi senyawa nitrat agar dapat diserap oleh tanaman. Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi untuk mendapatkan hara nitrogen:



Reaksi pembentukan unsur NO_3^- yang akan diserap oleh tanaman:



Sedangkan untuk mendapatkan phosphate, bakteri pelarut *phosphate pseudomonas sp.* memanfaatkan ATP (*Adenosine Tri Phosphate*) yang sebelumnya terbentuk pada awal proses fermentasi:



Larutan *effective microorganism-4* yang disingkat EM4 merupakan kultur campuran mengandung mikroorganisme fermentasi yang sudah diseleksi dan jumlahnya sangat banyak, sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan utama yang terkandung di dalam EM4, yaitu bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp.*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), *Streptomyces sp.*, ragi (*yeast*), *Actinomycetes sp.* (Indirani, Y.Y, 2011).

Dalam EM4 terdapat mikroorganisme yang bekerja efektif menambah unsur hara apabila bahan organik dalam keadaan cukup (Dwicaksono, Bagus dkk). Bahan organik tersebut merupakan bahan makanan yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) akan didekomposisi oleh mikroba yang ada pada EM4 (Kurniawati, D.). Setiap spesies mikroorganisme mempunyai peranan masing-masing. Bakteri

fotosintesis adalah pelaksana kegiatan EM4 yang terpenting karena mendukung kegiatan mikroorganisme lain dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2016).

Pupuk organik adalah bahan pembenah tanah yang berasal dari dekomposisi bahan organik seperti limbah tanaman, kotoran hewan, atau limbah industri yang kaya akan unsur hara makro dan mikro. Menurut Ch'ng (2014), pupuk organik tidak hanya menyediakan nutrisi penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tetapi juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah, seperti struktur dan porositasnya. Penelitian lain oleh Hue and Silva (2000) menunjukkan bahwa bahan organik dalam pupuk organik juga dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), yang berkontribusi pada penyimpanan dan pelepasan hara yang lebih efisien.

Sumber pupuk organik yang menarik perhatian adalah limbah tahu, produk samping dari pengolahan kedelai, yang kaya akan bahan organik dan nutrisi. Limbah tahu, baik cair maupun padat, mengandung nitrogen tinggi dalam bentuk protein yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman setelah melalui proses fermentasi (Setyowati, 2019). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wijaya (2020), pupuk organik cair dari limbah tahu mengandung nitrogen sebesar 1,25%, fosfor 0,75%, dan kalium 0,65%, dengan pH netral yang cocok untuk sebagian besar jenis tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah tahu dapat menjadi alternatif pupuk organik yang

efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman, khususnya pada sistem pertanian hortikultura.

Lebih lanjut, penelitian oleh Suhartini (2018) membuktikan bahwa fermentasi limbah tahu dengan penambahan mikroorganisme seperti *Effective Microorganisms* (EM4) mampu meningkatkan kadar nitrogen dan menurunkan kadar bahan organik yang sulit terurai. Selain itu, limbah tahu juga mengandung senyawa karbon organik yang penting untuk memperbaiki sifat fisik tanah, seperti kemampuan tanah menyimpan air (Wang., 2017). Dengan demikian, limbah tahu tidak hanya berguna sebagai sumber pupuk organik, tetapi juga membantu mengatasi permasalahan limbah domestik yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Rahman, 2020).

Pemanfaatan limbah tahu sebagai pupuk organik juga mendukung pertanian berkelanjutan karena mengurangi penggunaan pupuk kimia yang berisiko menurunkan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Menurut Zhang (2016), kombinasi penggunaan pupuk organik dan pupuk kimia memberikan hasil panen yang optimal sekaligus menjaga kualitas tanah, terutama pada tanah yang terdegradasi. Dengan kandungan nutrisinya yang lengkap, limbah tahu berpotensi menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan limbah industri sekaligus meningkatkan efisiensi produksi di sektor pertanian.

2.6 Rancangan Alat

Pada proses pembuatan pupuk organik cair dari limbah tahu, alat fermentasi dirancang dengan komponen yang sederhana namun efektif untuk mendukung proses biologis dan fisik yang terjadi selama fermentasi. Rancangan alat ini melibatkan beberapa komponen utama sebagai berikut.

a. Botol Pertama (Tempat Fermentasi)

Botol pertama berfungsi sebagai wadah utama untuk mencampur dan memfermentasikan bahan-bahan, seperti limbah tahu, EM4, dan molase. Botol ini terbuat dari plastik yang tahan tekanan dan korosi untuk memastikan durabilitas selama proses berlangsung. Kapasitas botol disesuaikan dengan kebutuhan, biasanya antara 5 hingga 10 liter. Penutup rapat digunakan untuk menjaga kondisi fermentasi tetap anaerobik, yaitu tanpa adanya oksigen.

b. Botol Kedua (Tempat Penampungan Gas dan Cairan)

Botol kedua berfungsi sebagai penampung gas yang dihasilkan selama fermentasi sekaligus membantu mengelola tekanan di dalam sistem.

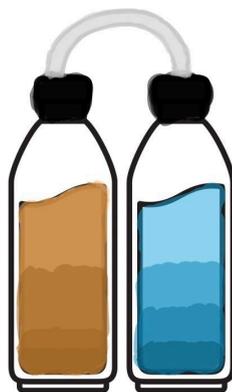
Botol kedua diisi dengan air, yang berfungsi sebagai media untuk menahan gas dan memastikan bahwa hanya gas dari botol pertama yang dapat keluar dari sistem. Botol ini juga terbuat dari kaca dengan ukuran yang sebanding dengan botol pertama sehingga dapat menampung volume gas atau cairan hasil fermentasi secara aman.

c. Selang Silikon

Selang digunakan untuk menghubungkan botol pertama dengan botol kedua. Selang ini biasanya terbuat dari silikon yang tahan terhadap cairan dan gas. Ujung selang dalam botol pertama diletakkan beberapa sentimeter di atas campuran bahan fermentasi untuk mencegah cairan masuk ke dalam selang. Selang ini memungkinkan gas berpindah dari botol pertama ke botol kedua secara efisien.

d. Penutup Botol

Penutup botol pada kedua botol dirancang untuk menutup sistem fermentasi secara rapat, mencegah masuknya udara luar yang dapat mengganggu proses fermentasi. Penutup ini biasanya terbuat dari bahan karet atau plastik yang elastis namun mampu memberikan segel kedap udara. Dalam penelitian ini digunakan lakban sebagai penutup botolnya.



Gambar 2.6.1 Gambaran Model Penelitian

Keberadaan botol kedua ini memiliki peran penting dalam memastikan kelancaran proses fermentasi melalui prinsip fisika, yaitu Hukum Gay-Lussac.

Selama fermentasi, mikroorganisme dalam campuran limbah tahu, molase, dan EM4 mencerna bahan organik dan menghasilkan gas, terutama karbon dioksida (CO_2). Gas ini menyebabkan peningkatan tekanan dalam botol pertama. Jika tidak ada pengaturan, tekanan yang terus bertambah dapat merusak alat dan mengganggu proses fermentasi. Kehadiran botol kedua yang berisi air, dihubungkan dengan selang, memungkinkan gas dari botol pertama mengalir ke botol kedua. Air dalam botol kedua bertindak sebagai penampung gas dan penyegel alami sehingga mencegah udara luar masuk ke botol pertama.

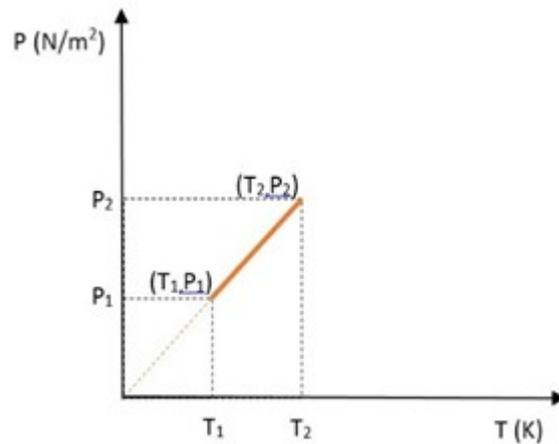
Hukum Gay-Lussac mengemukakan bahwa “suatu gas dengan volume tetap atau tidak berubah-ubah dan gas tersebut berada dalam wadah tertutup maka temperatur gas akan berbanding lurus dengan tekanannya.” (Muldiani dan Hadiningrum, 2019). Jadi, ketika suatu gas dipanaskan maka suhunya akan meningkat, maka tekanan pada gas tersebut juga akan meningkat. Menurut Tepler (2008) secara sistematis hukum Gay-Lussac dapat ditulis:

$$\frac{P}{T} = C \text{ atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

P = Tekanan (N/m^2)

T = Temperatur (K)

Grafik Hukum Gay-Lussac:



Gambar 2.6.2 Diagram Hukum Gay-Lussac

Selama fermentasi, aktivitas mikroorganisme dapat menghasilkan panas, yang berpotensi meningkatkan tekanan dalam botol pertama. Kehadiran botol kedua dengan air membantu mengurangi dampak kenaikan tekanan dan menjaga kestabilan suhu agar fermentasi berjalan secara optimal. Air bertindak sebagai buffer, menyerap gas yang dihasilkan sehingga tekanan di dalam sistem tetap terkendali meskipun terjadi peningkatan suhu.

Di samping fungsi fisik tersebut, botol kedua juga memungkinkan proses fermentasi berlangsung dalam kondisi anaerobik yang optimal. Gas dari botol pertama dapat mengalir keluar tetapi udara luar tidak dapat masuk ke dalam sistem karena disegel oleh air. Hal ini memastikan bahwa fermentasi berlangsung tanpa oksigen, sesuai dengan kebutuhan mikroorganisme anaerobik dalam EM4.

2.7 Statistika

Statistika adalah bagian dari matematika yang secara khusus membicarakan cara-cara pengumpulan, analisis, dan penafsiran data. Dengan kata lain, istilah statistika di sini digunakan untuk menunjukkan tubuh pengetahuan (*body of knowledge*) tentang cara-cara penarikan sampel (pengumpulan data), serta analisis dan penafsiran data.

Gasperz (1989) juga menyatakan bahwa “statistika adalah ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan serta penganalisisannya, penarikan kesimpulan serta pembuatan keputusan yang cukup beralasan berdasarkan fakta yang ada.” Somantri (2006) juga menyatakan hal yang sama bahwa “statistika dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang bagaimana cara kita mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menginterpretasikan data sehingga dapat disajikan lebih baik.”

2.7.1 Rata-Rata

Rata-rata (*Mean*) adalah cara mengukur pemusatan data yang paling umum digunakan dalam statistika untuk menggambarkan nilai pusat dari sekumpulan data. Nilai pusat data dari perhitungan rata-rata menunjukkan nilai yang paling mendekati kebanyakan nilai lainnya dalam suatu distribusi data.

Rumus Rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi.fi}{\sum fi}$$

2.7.2 Simpangan Baku

Simpangan baku mengukur seberapa jauh nilai-nilai dalam data menyimpang dari rata-rata (mean). Semakin besar simpangan baku, semakin besar variasi data. Sebaliknya, semakin kecil simpangan baku, semakin dekat data dengan rata-rata.

Rumus Simpangan Baku:

$$SB = \sqrt{\frac{\sum\{xi-\bar{x}\}^2}{\sum fi}}$$

2.7.3 Simpangan Rata-Rata

Simpangan rata-rata berguna untuk menunjukkan berapa selisih tiap data terhadap nilai mean-nya. Artinya, rumus ini menggambarkan selisih suatu data terhadap nilai rata-ratanya.

Rumus Simpangan Rata-rata

$$SR = \frac{\sum|xi-\bar{x}|}{\sum fi}$$

2.8 Laju Pertumbuhan Tanaman

Laju Pertumbuhan tanaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus kecepatan. Kecepatan dalam hal ini mengacu pada perubahan tinggi tanaman per satuan waktu. Dengan mengamati laju pertumbuhan, bisa kita lihat apakah penggunaan pupuk organik berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau, kacang merah dan kacang polong.

Rumus Kecepatan:

$$V = S/t$$

Rumus ini dapat diganti sesuai dengan kebutuhan kita, karena kita mau menghitung laju pertumbuhan, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

V = laju pertumbuhan

S = Tinggi akhir tanaman

t = Total hari

2.9 Perbandingan

Perbandingan merupakan dua besaran / lebih yang mempunyai satuan yang sama yang dibandingkan. Perbandingan tidak memiliki satuan dan hasil dari perbandingan nilai berupa perbandingan dalam bentuk yang paling sederhana.

Menurut Mutiara dan dan Agustin (2017) menyebutkan bahwa membandingkan adalah Comparing atau membandingkan yang berarti proses dimana anak membangun suatu hubungan antara dua benda berdasarkan atribut tertentu.

Bentuk Perbandingan: A: B

Bentuk ini bisa dipakai untuk berbagai macam besaran, seperti tinggi tanaman yang memiliki satuan panjang (cm)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jalan Panjang Jiwo Permai Selatan 14c, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur 60292. Secara administratif wilayah Kelurahan Panjang Jiwo dibatasi oleh Kelurahan Sidosermo di sebelah barat, Kelurahan Kedung Baruk di sebelah timur, Kelurahan Nginden Jangkungan dan Kelurahan Barata Jaya di sebelah utara, dan Kelurahan Tenggilis Mejoyo di sebelah selatan. Secara geografis, topografi Kelurahan Panjang Jiwo merupakan wilayah industri dengan karakteristik dataran rendah yang berada 4 m di atas permukaan air laut. Penelitian ini dilakukan pada pukul 15.00 WIB, pada hari Jumat, 6 Desember 2024.



Gambar 3.1.1 Tempat Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

- a. Limbah cair tahu (3.600 ml).

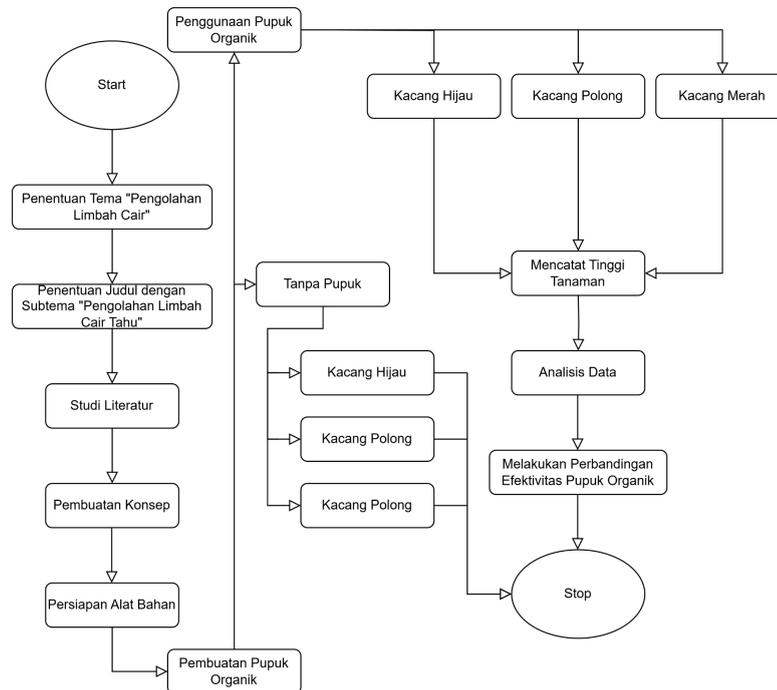
- b. EM4 (45 ml).
- c. Molase (135 ml).
- d. Aquadest (2.400 ml).

3.2.2 Alat Penelitian

- a. Botol kaca (4 botol).
- b. Selang silikon (1 meter).
- c. Gunting (1 buah).
- d. Lakban (1 buah)
- e. Penggaris (1 buah)

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3.1.1 Diagram Alir

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berubah-ubah dan dapat diukur secara ilmiah. Terdapat tiga jenis variabel dalam penelitian ini, diantaranya sebagai berikut.

- a. Variabel bebas: Jenis tanaman yang ditanam (nominal).
- b. Variabel kontrol: Jenis tanah yang digunakan, kondisi lingkungan, dan frekuensi pemberian pupuk (nominal dan rasio).
- c. Variabel terikat: Efektivitas pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman (rasio).

3.4 Metode dan Analisis Data

3.4.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Studi pustaka, yaitu dengan mengadakan kajian pustaka terhadap berbagai sumber referensi yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

3.4.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang akan digunakan adalah teknik analisis kuantitatif. Pada teknik ini, akan dilakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan, menggunakan statistik dan perhitungan matematis, dan membuat kesimpulan dari data yang didapatkan.

BAB IV

PENUTUP

Demikian permohonan proposal penelitian ini kami ajukan. Kami berharap Bapak/Ibu yang telah membaca proposal ini dapat mendukung dan menyetujuinya agar penelitian ini dapat terlaksana dan memberikan manfaat bagi semua pihak. Rancangan ini bisa berubah sewaktu-waktu pada penerapannya dikarenakan kondisi yang kurang menentu. Semoga penelitian ini dapat diterima dan terlaksana dengan lancar dan sesuai dengan harapan. Atas kebijaksanaannya, kami ucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Sriatun, S., Hartutik, S., & Taslimah, T. (2009). Pemanfaatan Limbah Penyulingan Bunga Kenanga sebagai Kompos dan Pengaruh Penambahan Zeolit terhadap Ketersediaan Nitrogen Tanah. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 12(1), 17-22.
- Barus, T., Wulandari, Y.R.E., Hutagalung, R.A., Subali, D. 2019. Pelatihan membuat tahu yang sehat pada WKPRI PAROKI ST. Maria Fatima, Sentul City, Bogor. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*. 2 (1), 20-29.
- Anggara, O. C. A. C., Asyrofi, A. A. A., Roni, D. R. S., & Putro, A. B. P. (2023). PENGUJIAN KUALITAS AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DI DESA KUNCEN KECAMATAN PADANGAN. *Aptekmas Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 6(3), 150-156.
- F. Sayow, B. V. J. Polii, W. Tilaar, and K. D. Augustine, "ANALISIS KANDUNGAN LIMBAH INDUSTRI TAHU DAN TEMPE RAHAYU DI KELURAHAN UNER KECAMATAN KAWANGKOAN KABUPATEN MINAHASA," *Jurnal Transdisiplin Pertanian (Budidaya Tanaman, Perkebunan, Kehutanan, Peternakan, Perikanan), Sosial dan Ekonomi*, vol. 16, no. 2, pp. 1–8, 2020.
- A. Setiawan, D. R. Jati, and O. Saziati, "PENERAPAN PRODUKSI BERSIH INDUSTRI KECIL TAHU DI JALAN PARIT PANGERAN SIANTAN PONTIANAK," *Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak*, pp. 1–10, 2021.

- Fauziah, P. N., Handayani, R. T., El Jannah, S. M., & Latifah, I. (2023). LIMBAH AMPAS TAHU SEBAGAI MEDIA ALTERNATIF PERTUMBUHAN BAKTERI GRAM NEGATIF. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, 2, 158-168. (page 167)
(29/11/24)
- Ch'Ng, H. Y., Ahmed, O. H., & Majid, N. M. A. (2014). Improving phosphorus availability in an acid soil using organic amendments produced from agroindustrial wastes. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 506356.
- Hue, N. V., & Silva, J. A. (2000). Organic soil amendments for sustainable agriculture: organic sources of nitrogen, phosphorus, and potassium. *Plant nutrient management in Hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Manoa*, 133-144.
- Susilawati, D., Diwanti, D. P., & Ningsih, E. R. (2023). Pengolahan Limbah Tahu menjadi Pupuk Organik Cair untuk Ecogreen dan Optimalisasi Pemasaran melalui Rebranding UMKM Tahu. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(5), 4469-4480.
- Fan, H., Zhang, Y., Li, J., Jiang, J., Waheed, A., Wang, S., ... & Zhang, R. (2023). Effects of organic fertilizer supply on soil properties, tomato yield, and fruit quality: A global meta-analysis. *Sustainability*, 15(3), 2556.
- Zhao, Z., Yang, Y., Xie, H., Zhang, Y., He, H., Zhang, X., & Sun, S. (2024). Enhancing Sustainable Agriculture in China: A Meta-Analysis of the

- Impact of Straw and Manure on Crop Yield and Soil Fertility. *Agriculture*, 14(3), 480.
- Mahardika, I. K., Malihah, B. M., & Sabeta, M. N. (2023, Februari). *Analisis Hukum Gay-Lussac Tentang Fluida Pada Kaleng Parfum*, 9(3), 204-209. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7624719>
- Pagoray, H., Sulistyawati, & Fitriyani. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65. <https://ojs.stiperkutim.ac.id/index.php/jpt>
- Widari, N. S., Rasmito, A., & Rovidatama, G. (2020, Oktober). *Optimalisasi Pemakaian Starter EM4 dan Lamanya Fermentasi pada Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Limbah Cair Industri Thursday*, 15(1).
- Pratiwi, D. D., Komarayanti, S., & Prafitasari, A. N. (2018). Keanekaragaman kacang-kacangan di kabupaten jember. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 3(2).
- Ekafitri, R., & Isworo, R. (2014). Pemanfaatan kacang-kacangan sebagai bahan baku sumber protein untuk pangan darurat the utilization of beans as protein source for emergency food. *Jurnal Pangan*, 23(2), 134-145.
- Yenni, B., Andarias, S. H., & Slamet, A. (2020). KEANEKARAGAMAN LEGUM LOKAL DI BUTON SELATAN. *Media Agribisnis*, 4(2), 48-54.
- Wimudi, M., & Fuadiyah, S. (2021, September). Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 1, pp. 587-592).

Kimothi, S., & Dhaliwal, Y. S. (2020). Nutritional and Health Promoting Attribute of Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 1201-1209.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.134>

Mustikarini, N., Ikaromah, A., Supriyadi, A., Nugraha, T. A., & Ma'ruf, N. A. (2022). Pengaruh Variasi Komposisi Dekomposer EM4 dan Molase pada Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Budidaya Lele. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(1).
<https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/jppl>

Putri, F. J. A. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) TERHADAP KARAKTERISTIK SOSIS ANALOG TEMPE. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/459284>

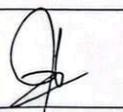
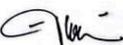
Santosa, B., Wirawan, & Muljawan, R. E. (2019). Pemanfaatan molase sebagai sumber karbon alternatif dalam pembuatan nata de coco. *Teknologi Pangan*, 10(2), 61-69. <https://doi.org/10.35891/tp.v10i2.1641>

LAMPIRAN

**FORM KONSULTASI PEMBUATAN KARYA TULIS
SMA KATOLIK ST. LOUIS 1 SURABAYA**

Judul Penelitian : Pemantauan limbah Tahu sebagai Pupuk Organik dan
Terdapat pertumbuhan kacang hijau (*Vigna radiata* L.), kacang merah (*Phaseolus vil-*
gatus), kacang polong (*Pisum sativum*)
Pembimbing 1 : Dra. Maria Vicari, M.M.
Pembimbing 2 : Y. Hari Suyanto, S.Pd, M.Si
Penyusun : XII MIPA - 4. / Kelompok 2.

Nama	No. Absen	Nama	No. Absen
1. Chryssa Goldie	9	4. Jason Ferron Sino	20
2. Eliana Ingrid H.	12	5. Joseph Jason Gunawan	21
3. Irene Dayu Tiara S.	17	6. Krischnan Rooney S.	25

No.	Hari, Tanggal	Kegiatan Konsultasi	Tanda Tangan
1	Celasa 12/11/2024	Penentuan Tema dan judul karya tulis.	
2	Celasa 24/11/2024	Penentuan topik pada karya tulis.	
3	Jumat 29/11/2024	Mengubah rumusan masalah	
4	Sabtu 30/11/2024	• Judul, teknik penelitian • Langkah penelitian } teknis proposal • Metode penelitian	
5	Sabtu 30/11/2024	• Konsultasi flowchart • Pertimbangan saran & penambahan data pada karya ilmiah	
6			

Lampiran 1 Kertas konsultasi