

**KEMAMPUAN BIODEGRADASI STYROFOAM OLEH
Tenebrio molitor L. DENGAN PENAMBAHAN SUPLEMEN
GEMBUS RAGI DAN ANTIBIOTIK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Sriwijaya

OLEH :

SAHELLA RINTAN DEVIKA 08041382025106



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kemampuan Biodegradasi *Styrofoam* Oleh *Tenebrio molitor* L. Dengan Penambahan Suplemen Gambus, Ragi, Dan Antibiotik.

Nama Mahasiswa : Sahella Rintan Devika

NIM : 08041382025106

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang pada tanggal 4 Maret 2024

Indralaya, Maret 2024

Pembimbing

1. Dra. Syafrina Lamin, M.Si
NIP. 19621111991022001


(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kemampuan Biodegradasi *Syrofoam* Oleh *Tenebrio molitor* L. Dengan Penambahan Suplemen Gambus, Ragi, Dan Antibiotik.

Nama Mahasiswa : Sahella Rintan Devika

NIM : 08041382025106

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 4 Maret 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia Sidang Ujian Skripsi.

Indralaya, Maret 2024

Pembimbing

1. Dra. Syafrina Lamin, M.Si
NIP. 196211111991022001

(.....)

Pembahas

1. Drs. Mustafa Kasrul, M.Si
NIP. 196207091992031005

(.....)

2. Drs. Hanifa Marisa, M.Si
NIP. 196405291991021001

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sahella Rintan Devika

Nim : 08041382025106

Fakultas/Jurusan : MIPA / Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (SI) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Maret 2024

Penulis,



Sahella Rintan Devika

NIM:08041382025106

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYAH ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sahella Rintan Devika

Nim : 08041382025106

Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif" (non-exclusively royalty- freeright) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Kemampuan Biodegradasi Styrofoam Oleh *Tenebrio molitor L* Dengan Penambahan Suplemen, Gembus, Ragi, Dan Antibiotik" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data Base), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Maret 2024

Penulis,



Sahella Rintan Devika

NIM:08041382025106

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(Dengan Menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW,
- Orang tua tercinta (Ayahanda Suprasutio, dan ibunda Budiyati)
- Kakak saya (Renu)
- Rekan dan sahabat seperjuangan di sekelilingku yang selalu memberikan doa baik serta semangat.
- Almamater.

Motto:

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarakan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadi dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu selalu berjalan lancar. Tapi gelombang- gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy chandra)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi judul " Kemampuan Biodegradasi *Styrofoam* Oleh Mikroba Dalam *Tenebrio molitor L.* Dengan Penambahan Suplemen Gembus, Ragi, dan Antibiotik" sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih kepada Ibu Dra. Syafrina Lamin, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan kepada penulis.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Yth:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si selaku rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan.
5. Bapak Drs. Mustafa Kamal, M.Si sebagai dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi saya
6. Bapak Drs. Hanifa Marisa. M.Si sebagai dosen penguji sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi saya
7. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
8. Keluarga tercinta di rumah yakni Superhero saya dan panutan Ayahanda Suprasutio. S.Pd, dan Pintu surga saya ibu budyati, terimakasih sudah berjuang

dan tak heti-hentinya curahan doa selalu mengalir, memberikankasih sayang dengan penuh cinta, serta menjadi sandaran paling kuat, dan motivasi dengan penuh keikhlasan yang tak terhingga, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

9. Kepada kakak saya, mas renu manggala. S.P, terimakasih selalu kebersamai dalam suka dan duka adiknya ini dengan segala usaha, motivasi dan semangat serta doa yang telah dicurahkan.
10. Yang terkhusus sahabat saya Rohani via, dan Lokahita juga terimakasih telah menjadi *support system* dalam lika liku perskripsian dan jatuh bangkitnya, terimakasih telah selalu kebersamai dan mendoakan hal baik hingga skripsi ini selesai.
11. Serta yang telah memberikan waktunya serta fikiranya untuk membantu skripsi ini kakak “Y“ dan juga telah membimbing serta memotivasi penulis hingga skripsi ini selesai.
12. Rekan- Rekan seperjuangan TA semasa kuliah dalam suka dan duka yakni, Lara, Azalia,Astri, Uci, Tri terimakasih telah kebersamai.
13. Untuk sahella rintan devika, terimakasih sudah mau berjuang dititik ini telah menepikan ego dan memilih bangkit, menyelesaikan semua yang telah dimulai. Kamu berharga. tetaplah selalu tumbuh lebih baik lagi erimakasih sudah bertahan Penulis berjanji bahwa kamu akan baik baik saja dan lebih kuat setelah ini.
14. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa/l Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Khususnya angkatan 2020
15. Serta semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan pemikiran dan doa baik demi kelancaran dan

keberhasilan penyusunan skripsi ini.

Penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran terkait skripsi ini sangat diterima untuk kebaikan di masa yang akan datang.

Indralaya, Maret 2024
Penulis

Sahella Rintan Devika
NIM 08041382025106

BIODEGRADABILITY OF STYROFOAM BY *Tenebrio molitor* L. WITH THE ADDITION OF GEMBUS, YEAST AND ANTIBIOTIC SUPPLEMENTS.

**Sahella Rintan Devika
08041382025106**

SUMMARY

Styrofoam is a non-biodegradable plastic because its high molecular weight and stable structure make this plastic waterproof and hard, difficult to decompose in nature, causing natural pollution on land and at sea. There is a need for alternative solutions to the problem of waste in the environment. *T.molitor* larvae use a digestive mechanism that involves enzymes and collaborates with bacteria in their digestive system. The potential for *T. molitor* larvae to eat polystyrene (PS) plastic, having enzymes and bacteria in their digestive system to break down polystyrene foam into simpler organic compounds could be an alternative to waste problems through a biodegradation process. This research aims to determine which supplements are best treated. good, to trigger *Tenebrio molitor* in degrading *Styrofoam*, accelerating the rate of degradation and survival and mortality effects. This research is an experimental study and was designed using a completely randomized design with 5 treatments and 5 repetitions. Treatment includes P0 as control, P1, P2, P3, P4. Observations were carried out for 20 days. The results of the research show that the combination of pear and yeast has the highest percentage in degrading *Styrofoam*, based on the rate of degradation, survival, and has no effect on mortality. The conclusion of this research is that the best treatment to accelerate the rate of degradation is the addition of pear and yeast. Supplements Nutrition not only increases the energy or performance of *T. molitor* but plays a role in preventing *T. molitor* from experiencing mortality.

Keywords: Biodegradation, *Styrofoam*, Hongkong caterpillar larvae (*T.molitor*), survival, and mortality

KEMAMPUAN BIODEGRADASI *STYROFOAM* OLEH *Tenebrio molitor L* DENGAN PENAMBAHAN SUPLEMEN GEMBUS, RAGI, DAN ANTIBIOTIK.

Sahella Rintan Devika
08041382025106

RINGKASAN

Styrofoam merupakan plastik *non-biodegradable* karena berat molekulnya yang tinggi dan strukturnya yang stabil menjadikan plastik ini kedap air dan keras, sulit terurai di alam sehingga menimbulkan pencemaran alam di darat maupun di laut. Perlu adanya solusi alternatif untuk permasalahan limbah sampah pada lingkungan. larva *T.molitor* menggunakan mekanisme pencernaan yang melibatkan enzim dan bekerja sama dengan bakteri dalam sistem pencernaannya. Potensi larva *T. molitor* memakan plastik *polistiren* (PS), memiliki enzim dan bakteri dalam sistem pencernaannya untuk memecah busa polistiren menjadi senyawa organik yang lebih sederhana dapat menjadi alternatif permasalahan limbah melalui proses biodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pemberian suplemen pada perlakuan apa yang paling baik, untuk mentrigger *Tenebrio molitor* dalam mendegradasi *Styrofoam*, mempercepat laju degradasi dan kelangsungan hidup serta pengaruh mortalitas. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 5 kali pengulangan. Perlakuan meliputi P0 sebagai control, P1,P2,P3,P4. Pengamatan dilakukan selama 20 hari. Hasil penelitian memperlihatkan kombinasi gambus dan ragi memiliki persentase ang paling tinggi dalam mendegradasi *Styrofoam*, berdasarkan laju degradasi, kelangsungan hidup, dan tidak ada pengaruhnya terhadap mortalitas. Kesimpulan penelitian ini mendapatkan bahwa perlakuan paling baik untuk mempercepat laju degradasi yaitu pada penambahan gambus dan ragi. Suplemen nutrisi tidak hanya menambah tenaga atau kinerja *T.molitor* namun berperan menjaga agar *T.molitor* tidak mengalami mortalitas.

Kata kunci: Biodegradasi, *Styrofoam*, Larva ulat hongkong (*T.molitor*), kelangsungan hidup, dan mortalitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY.....	x
RINGKASAN.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Morfologi <i>Tenebrio molitor</i> L	8
2.2. Siklus Hidup	9
2.3. Cara Hidup.....	10

2.4. Plastik styrofoam	11
2.5. Biodegradasi Plastik menggunakan larva <i>Tenebrio molitor L.</i> (Ulat Hongkong)	12
2.6. Nutrisi Serangga	16
2.6.1. Ampas tahu	18
2.6.2. Ragi.....	19
2.6.3. Antibiotik.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Waktu dan Tempat.....	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.3. Rancangan Penelitian.....	23
3.4. Cara Kerja.....	24
3.4.1. Persiapan dan Perbanyakkan	24
3.4.2. Persiapan Media Pakan.....	24
3.4.3. Persiapan Hewan Uji	24
3.5. Variable Pengamatan	25
3.4.1. Penentuan Degradasi.....	25
3.4.2. Penentuan Laju Degradasi.....	25
3.4.3. Kelangsungan Hidup	26
3.4.4. Mortalitas Kelangsungan Hidup	26
3.4.5. Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Degradasi dan Laju Degradasi	28
4.2. Kelangsungan Hidup	36
4.3. Mortalitas.....	43

BAB V PENUTUP	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	55
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil rata – rata degradasi <i>styrofoam</i>	28
Tabel 4.2. Hasil Laju degradasi <i>styrofoam</i>	36
Tabel 4.3. Kelangsungan Hidup <i>Tenebrio molitor</i>	43
Tabel 4.4. Persentase Mortalitas <i>Tenebrio molitor</i>	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi <i>Tenebrio molitor</i>	8
Gambar 2.2. Siklus Hidup <i>Tenebrio molitor</i>	9
Gambar 2.3. Cara hidup <i>Tenebrio molitor</i>	10
Gambar 2.4. <i>Polystirine</i>	11
Gambar 2.5. Biodegradasi Plastik.....	12
Gambar 2.6. Ampas Tahu	18
Gambar 2.7. Ragi	19
Gambar 4.8. Tetrasiklin	21
Gambar 4.1. Grafik Degradasi <i>Styrofoam</i>	31
Gambar 4.2. Grafik Degradasi <i>Styrofoam</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat alat yang digunakan pada penelitian	55
Lampiran 2. Bahan-bahan penelitian	55
Lampiran 3. Persiapan Perlakuan pada penelitian	56
Lampiran 4. Penimbangan Bahan Penelitian.....	57
Lampiran 5. Pengamatan Penelitian.....	57
Lampiran 6. Contoh <i>Styrofoam</i> yang terdegradasi.....	58
Lampiran 7. Larva jadi pupa	58
Lampiran 8.Percobaan Perlakuan.....	58
Lampiran 9. Analisis uji Anova degradasi <i>styrofoam</i>	59
Lampiran 10. Analisis Uji Lanjut Degradasi.....	59
Lampiran 11. Analisis uji Anova Laju Degradasi	60
Lampiran 11. Analisis uji lanjut Laju Degradasi	6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Styrofoam merupakan plastik *non-biodegradable* karena berat molekulnya yang tinggi dan strukturnya yang stabil menjadikan plastik ini kedap air dan keras, sulit terurai di alam sehingga menimbulkan pencemaran alam di darat maupun di laut. Masyarakat merasakan manfaat plastik polistiren. tanpa disadari hal tersebut menghasilkan limbah dalam jumlah besar ke lingkungan (Sari *et al.* 2019).

Angka Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) menunjukkan bahwa volume sampah Indonesia pada tahun 2015 sebesar 64,5 juta ton dan diperkirakan akan meningkat menjadi 65,8 juta ton pada tahun 2017. Dari jumlah tersebut, 14% berupa sampah plastik. Busa *polistiren* atau *polystyrene* merupakan salah satu jenis sampah plastik yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pengemas makanan dan bahan penunjang pengemasan atau packing produk elektronik (Khairunnisa, 2016).

Penggunaan *styrofoam* sekali saja akan mengakibatkan penumpukan limbah *styrofoam*. *Styrofoam* sering ditemukan menumpuk di permukaan sungai perkotaan. Plastik *polistiren* sangat sulit terurai, diperkirakan akan memakan waktu lama, bahkan mungkin hingga ribuan tahun. Busa *polistiren* menumpuk dan mencemari lingkungan. Keadaan ini terus berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Penggunaan *styrofoam* sekali saja akan mengakibatkan penumpukan limbah *styrofoam*. *Styrofoam* sering ditemukan menumpuk di permukaan sungai perkotaan. Plastik *polistiren* sangat sulit terurai, diperkirakan akan memakan waktu lama bahkan mungkin hingga ribuan tahun. Busa *polistiren* terakumulasi dan mencemari

lingkungan. Keadaan ini terus berdampak pada penurunan kualitas lingkungan (Khairunnisa, 2016).

Pengelolaan sampah organik dilakukan secara alami dan dengan bantuan alat pengolah sampah. Pengelolaan dan pengolahan sampah anorganik belum dilakukan secara serius, khususnya pengelolaan dan pengolahan sampah plastik seperti *polystyrene* belum maksimal dan hanya berhenti pada daur ulang saja. Banyak masyarakat yang masih belum mengetahui adanya larangan penggunaan busa *polistiren*, dan pembuangan limbah yang kurang optimal menyebabkan peningkatan penumpukan limbah busa *polistiren* (Iding *et.al.*, 2020).

Banyak penelitian telah melakukan untuk mengurangi sampah plastik, diantaranya dengan menggunakan bakteri dan jamur sebagai agen yang mampu menguraikan sampah plastik dalam upaya pengelolaan sampah anorganik, namun bakteri tidak mudah didapat dan dijual bebas ke masyarakat dengan harga yang cukup tinggi. Menurut Rizqy (2017), dalam penelitiannya ia menulis bahwa penggunaan isolat bakteri untuk upaya pengomposan masih sulit dipahami oleh masyarakat umum. Pemanfaatan serangga dapat menjadi salah satu alternatif proses biodegradasi yang dilakukan oleh bakteri yang sulit dipahami oleh kebanyakan orang. mencapai.

Penelitian telah mencari alternatif degradasi menggunakan strategi biokimia yang sangat mirip dengan mekanisme yang digunakan bakteri untuk mendegradasi plastik. Menurut Abidin *et al.* (2023), mekanisme bakteri, jamur dan ulat melibatkan banyak strategi biokimia dan enzimatik yang berbeda. Mampu berbagai plastik melalui produksi enzim ekstraseluler, larva *Tenebrio molitor* menggunakan mekanisme pencernaan yang melibatkan enzim dan bekerja sama dengan bakteri dalam sistem pencernaannya. larva *Tenebrio Molitor* memakan plastik *polistiren*

(PS) dan menghasilkan enzim dan bakteri dalam sistem pencernaannya untuk memecah busa polistiren menjadi senyawa organik yang lebih sederhana.

Biodegradasi merupakan proses di mana mikroorganisme seperti jamur, bakteri dan yeast mendegradasi polimer alam (lignin, selulosa) dan polimer sintetis (polietilen, polisterin). Mikroorganisme memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga proses degradasi yang dilakukan oleh satu mikroorganisme dengan mikroorganisme lainnya juga berbeda. Mikroorganisme menurunkan polimer seperti polietilen, poliuretan dengan menggunakannya sebagai substrat untuk pertumbuhan mereka. Berbagai faktor yang mempengaruhi proses biodegradasi adalah jenis polimer, karakteristik organisme, dan jenis perlakuan yang diberikan (Bhardwaj et al., 2012).

Tenebrio molitor mengandung *Exiguobacter* sp. Strain YT2 terdapat di usus, bakteri ini mengeluarkan enzim bakteri *Exiguobacter* sp. YT2 dalam usus larva *T. molitor* berperan penting dalam penguraian busa *polistiren*. *Styrofoam* dihancurkan kecil-kecil dan ditelan ke dalam usus. Fragmen polistiren yang terdekomposisi atau termineralisasi kemudian diubah menjadi CO₂ dan karbon yang dihasilkan melalui asimilasi dalam bentuk biomassa. Residu pecahan *polistiren* dan zat lain disekresikan oleh bakteri usus menjadi pati. (Ichsan et al., 2021)

Larva *Tenebrio molitor* mampu memakan busa plastik berbahan polystyrene (PS) dan LDPE. Para peneliti berpendapat bahwa serangga ini mampu mendegradasi plastik LDPE berkat kontribusi sinergis bakteri ususnya. Bakteri usus larva diketahui dan diyakini berperan penting, misalnya dalam resistensi pestisida, depolimerisasi dan biodegradasi komponen xenobiotik pada saluran pencernaan serangga. Namun penelitian mengenai kemampuan larva menelan LDPE dalam bentuk lembaran plastik masih terbatas. Oleh karena itu kemungkinan hewa

Tenebrio. molitor dan *Z. morio* untuk biodegradasi plastik memerlukan penelitian lebih lanjut (Bernaded *et al.*, 2023)

Nutrisi merupakan kebutuhan zat kimia yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan perkembangan, pemeliharaan jaringan, reproduksi dan juga sumber energi. Menurut I Gede (2017) yang menyatakan dalam penelitiannya bahwa serangga memperoleh asam amino esensial dari protein dalam makanannya, maka kandungan protein pada makanan buatan sangatlah penting. Kandungan protein untuk pertumbuhan serangga dan perkembangan reproduksi. Selain itu, penelitian Hapsari (2018) menunjukkan bahwa substrat 50% ampas tahu + 50% dedak padi lebih baik digunakan pada budidaya ulat bambu karena dapat meningkatkan angka pupasi dan menurunkan angka kematian.

Penelitian yang dilakukan oleh Gesriantuti *et al.* (2022), ditemukan bahwa tekstur yang lembut dan halus, kadar air yang tinggi, dan aroma ampas tahu menyebabkan larva *Tenebrio molitor* lebih banyak menguraikan makanan dibandingkan makanan lainnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan ampas tahu yang diketahui mempunyai kemampuan menguraikan makanan lebih lanjut, maka penelitian ini akan mengubah penggunaan ampas tahu, ragi tidak dimasukkan dalam penelitian.

Penelitian Yunisa *et al.*, (2023) larva *T. molitor* pada instar 4, instar 6 dan instar 8 lebih banyak mendegradasi pakan masker yang dicampur dengan ampas tahu (P1) dengan laju degradasi tertinggi pada instar 6 yaitu 2,39 gr/harinya. Sedangkan untuk laju degradasi terendah yaitu pada pakan masker tanpa dicampur limbah organik yaitu sebesar 0,01 gr/hari.

Penelitian Noviyanti *et al.*, (2023) melaporkan mengenai efektivitas ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L.*) untuk mendegradasi sampah plastik *oriented Polypropylene* mendapatkan hasil penelitian, penambahan pakan dedak berpengaruh terhadap bobot akhir ulat dan laju degradasi OPP. Penambahan pakan

dedak yang efektif memengaruhi kenaikan bobot dan tingginya degradasi Penelitian Yunisa *et al.*,(2023) menyatakan banyaknya energi yang dikeluarkan larva untuk memakan sampah masker akan berpengaruh terhadap kemampuan makan larva. Aktivitas larva dalam memakan masker akan menurun sehingga menyebabkan pakan terdegradasi dalam jumlah sedikit. Kuntadi *et al.* (2018), menyatakan bahwa kurangnya asupan gizi dapat berdampak terhadap kualitas hidup larva diantaranya kemampuan larva dalam memakan pakan

Suplemen nutrisi makanan untuk serangga dapat mencakup zat-zat seperti protein, vitamin, mineral dan karbohidrat. Serangga seringkali mendapatkan nutrisinya dari sumber alami, seperti nektar, serbuk sari, atau tumbuhan lain. Namun, dalam situasi tertentu, seperti penelitian ilmiah, memelihara serangga untuk tujuan komersial, atau dalam percobaan laboratorium, serangga mungkin memerlukan suplemen nutrisi tambahan untuk memastikan kebutuhannya terpenuhi secara optimal.

Pemberian suplemen nutrisi pada serangga dapat dilakukan dengan cara mencampurkannya langsung ke dalam makanannya, menyediakan sumber makanan khusus yang kaya akan nutrisi tertentu, atau menggunakan teknik pemberian pakan lain sesuai dengan kebutuhan spesifik serangga yang dipelihara. Hal ini penting untuk memastikan serangga mendapatkan nutrisi yang cukup untuk menunjang kesehatan dan keberhasilan reproduksinya.

Probiotik yaitu bakteri hidup yang dapat memberikan efek baik atau kesehatan pada organisme lain/inangnya. Menurut penelitian Angga *et al.*, (2018) dapat terbentuk menjadi berbagai jenis produk, termasuk makanan, obat-obatan dan suplemen makanan. spesies ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan beberapa *Escherichia coli* dan *Bacillus* juga digunakan sebagai produk biologis. Probiotik diberikan kepada hewan untuk meningkatkan proporsi pertumbuhan, efisiensi

konsumsi makanan dan kesehatan Hewan. Selain itu dijelaskan bahwa Probiotik menjadi bahan tambahan makanan dalam bentuk mikroorganisme hidup yang bermanfaat mempengaruhi peningkatan keseimbangan mikroba di saluran pencernaan

Kombinasi probiotik dan prebiotik dapat menunjukkan hasil yang lebih optimal karena prebiotik membantu meningkatkan kinerja probiotik sehingga dapat meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan dan menghambat jumlah bakteri patogen. Probiotik dan prebiotik yang dikombinasi bisa menjadi lebih efektif, lebih baik dari pada diberikan secara terpisah. Antibiotik ditujukan untuk produktivitas peternakan unggas sebagai penghancur bakteri penyebab penyakit di usus sehingga terdapat bakteri menguntungkan dapat berkembang dengan banyak, sebaliknya probiotik dan prebiotik membantu dengan meningkatkan jumlah bakteri di usus, tetapi hanya bakteri bermanfaat (Zakaria dan Yuli. 2018)

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas yaitu: Bagaimana persentase tinggi pemberian komposisi pakan suplemen yang paling baik yang diberikan untuk mempercepat kinerja *Tenebrio molitor* terhadap degradasi sampah *Styrofoam*, mempercepat laju degradasi dan kelangsungan hidup serta pengaruh mortalitas ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pemberian suplemen pada perlakuan apa yang paling baik, untuk mempercepat kinerja *Tenebrio molitor* dalam mendegradasi *Styrofoam*, mempercepat laju degradasi dan kelangsungan

serta pengaruh mortalitas

1.4. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini bermanfaat sebagai sumber informasi tentang kemampuan *Tenebrio molitor* dapat digunakan sebagai agen degradasi untuk penguraian sampah *styrofoam*.
2. Memberikan wawasan pengetahuan yang berguna bagi masyarakat untuk mengetahui pemberian supplement pakan alternatif yang baik digunakan untuk mempercepat kinerja *Tenebrio molitor* dalam mempercepat degradasi, laju degradasi pada sampah *Styrofoam* dan kelangsungan hidup serta melihat persentase mortalitas

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, N. Wahdaniar, Novi F, Sharfina. (2023). Penguraian sampah plastik ramah lingkungan. *Jurnal Bincang Sains dan Teknologi (BST)*. 2 (2) : 63-71
- Agustanty A.Dan Andre,A. (2022). Pola Resistency Of *Vibrio Cholerae* Bacteria To The Antibiotic Ciprofloxacin And Tetracycline. *Journal Health And Science*. 6(1): 73- 78
- Angga . P, Mubalikhoh A. I , Kuku. C, Muhammad A. K., (2018). Penggunaan Probiotik Dalam Budidaya Ternak. *Jurnal ABADIMAS ADI*. 2(1): 6 – 7.
- Amran, M, NurainI, and Mirzah. (2021). The Influence of Fermentation Culture Media with Different Microbes on The Production of Maggot Black soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Peternakan*. 18 (1): 41-50
- Brandon A.M., Gao S.-H., Tian R., Ning D., Yang S.-S., Zhou J., Wu W.-M., Criddle C.S. Biodegradation of Polyethylene and Plastic Mixtures in Mealworms (*Larvae of Tenebrio Molitor*) and Effects on the Gut Microbiome. *Environ. Sci. Technol*. 2018;52:6526–6533
- Consalesius A. N , Annytha I. R. Detha , Diana A. W. (2014). Pengkajian Residu Tetrasiklin Dalam Daging Ayam Pedaging, Ayam Kampung Dan Ayam Petelur Afkir Yang Dijual Di Kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner*, 2(2) : 175-1181
- Ernawati S.S. dan Taufiq,L, A.S. (2013). Tinjauan Penambahan Limbah Styrofoam Dan Fly Ash Terhadap Berat Jenis, Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Ringan Struktural. *Jurnal Iptek*, 7(2). 10 : 11.
- Faridawati, D., dan Sudarti. (2021). Pengetahuan masyarakat tentang dampak pembakaran terhadap terhadap lingkungan kabupaten Jember. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 50–55.
- Gesriantuti N. (2022). Pengaruh Kombinasi Pakan terhadap Kemampuan Larva *Tenebrio molitor* dalam Mendegradasi Limbah Masker Medis Surgical. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*. 12(2): 141-147.
- Hidayanti. Yeni. Mahanani Tri A. (2019). Pertumbuhan Ulat Grayak *Spodoptera litura* (Lepidoptera:Noctuidae) pada Pakan Alami dan Pakan Buatan dengan Sumber Protein Berbeda. *Jurnal LenteraBio*. 8. (1),: 44-49.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S. and Calder, P.C., (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics

and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology and hepatology*.

- Hapsari D. G. P. L. , A. M. Fuah1 , and Y. C. Endrawati. (2018). Produktivitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*) pada Media Pakan yang Berbeda . *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 6 (2) : 53-59
- Hatiningsih ., and Eka F, S. (2014). Peningkatan Bobot Panen Ulat Hongkong Akibat Aplikasi Limbah Sayur Dan Buah Pada Media Pakan Berbeda. *Jurnal Buana Sains*. 14(1) : 55 – 64
- Ichsan L. I. P ., Nina R. (2021). Laju Degradasi Beberapa Jenis Paper Pulp Menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor L.*) di Laboratorium. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. 5(2) : 101 -109.
- Ica V. M , Nora S , Nurul H , Adi B. S. (2022). Efektivitas *Tenebrio Molitor L.* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) Sebagai Agen Pendegradasi Styrofoam Untuk Mengatasi Permasalahan Sampah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*. 14(1) : 40 : 49.
- Iding, Bachtar B, dan Maria A. W. (2020). Pertambahan Bobot Badan Larva Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor L.*) dengan Penambahan Styrofoam Di Dalam Pakan. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11 (2) : 104 – 105.
- Jullianty. I, Tri Y. Shavika M. (2020). Pengaruh Penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) pada. Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus Blochii*. *Jurnal Intek Akuakultur*.4(1). 44-57.
- Kuwar, S. S., Pauchet, Y., dan Heckel, D. G. 2020. Effects of class-specific, synthetic, and natural proteinase inhibitors on life-history traits of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera*. *Archives of insect biochemistry and physiology*. 103(4):
- Khairunnisa, S. (2016). Pengolahan Limbah Styrofoam Menjadi Produk Fashion. *E Proceeding of Art and Design*, 3 (2): 253-268
- Khikmah, N. (2015). Uji Antibakteri Susu Fermentasi Komersial. *Jurnal Penelitian Saintek*, 20 (1) : 45 – 46.
- Kanwal R, Tohid I, Sarzamin K, Amjad U, Mariam S, Ashwag S, Rania A, Abdulrahman, Fahd M, Nawal Abdulaziz A, Almadiy Nazeer A, (2023). Optimasi Pertumbuhan dan Pemeliharaan Ulat Tepung (*Tenebrio molitor L.*) sebagai Sumber Pangan Berkelanjutan. *Jurnal Foods* . 1(12) : 2 -13
- Laellatul, B dan Maya, S. 2015. Biodegradasi Plastik Putih dalam Kolom Winogradsky. *Jurnal sains dan seni its* 4(1), : 2337-3520.

- Lestari, S. Trisnowati B, A, Hery P. 2013. Tabel Hidup Spodoptera litura Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *Jurnal Sainvetern.* 31-2: 167 -170
- Noviyanti E. Rubiansyah D. Lazuardi , Melly M, Gatut A. W. (2023). Efektivitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.) untuk Mendegradasi Sampah Plastik Oriented Polypropylene. *Journal of Science and Technology.* 16(2): 189-194
- Masauna, E.D., H.L.J. Tanasale, H. Hetharie. (2013). Study of Damage Caused by the Prominent Pest Attack on *Vigna unguiculata*. *Jurnal Budidaya Pertanian* 9(2):
- Meriyani ,H., Dwi A., Sanjaya N,Wayan S., RR., Asih J., Nyoman B., Siada 2021. Penggunaan dan Resistensi Antibiotik di Instalasi Rawat Intensif Rumah Sakit Umum Daerah di Bali *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*,. 10 (3): 180–189 .
- Masir, U., A. Fausiah, and S. Sagita. (2020). Produksi maggot Black Soldier Fly (BSF) (*Hermetia illucens*) pada media ampas tahu dan feses ayam. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian.* 5(2): 87-90
- Mamtimim, T , Huawen H., Aman K ., Pengya F., Qing Z., Xiaobiao M., Yitian F., Pu L., Saurabh K., Toshiro S., and X, L . (2023). Gut microbiome of mealworms (*Tenebrio molitor* Larvae) show similar responses to polystyrene and corn straw diets. *Journal Microbiome.* 11:98
- Manullang, D. V. C., Nukmal, N., and Suratman, S. (2017). Kemampuan Berbagai Tingkatan Stadium Larva Kumbang *Tenebrio Molitor* L. (Coleoptera : Tenebrionidae) Dalam Mengonsumsi Styrofoam (*Polystyrene*). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 4(2), 37–42
- Nurhayati, Berliana,Nelwida. (2020). Kandungan nutrisi ampas tahuyang difermentasi dengan *Trichoderma viride*,*Saccaromyces cerevisia*edan kombinasinya. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 23(12) :104-113
- Nuraini, M. E. Mahata Dan A. Djulardi. (2014) Peningkatan Kualitas Campuran Kulit Pisang Dengan Ampas Tahu Melalui Fermentasi Dengan *Phanerochaete Chrysosporium* Dan *Neurospora Crassa* Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan.* 11(1) : 22 - 28
- Ong.S, Y.Zainab-L.I.,Pyary,SandSundesh,K. (2018). A Novel Biological recovery approach for PHA employing selective digestion of bacterial of bacterial biomass in animal . *Journal Applied microbiology and biotechnology.* 102(5) : 2117 -2127.
- Oetomo, D. (2015). Biodegradasi Minyak Bumi oleh Mikroba pada Media Air Laut

dan Air Tawar. *Jurnal BIO-PEDAGOGI*. 4 (1) : 1-4.

- Pawestri, W , Gagak D, S, Nisa, H, Doddi Y, (2019). Deteksi Kejadian Residu Tetrasiklin pada Daging Ikan Nila di Kota Yogyakarta dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). *Jurnal Sain Veteriner*, 37 (2). : 185-192
- Peng, G., Zhu, Z., Chen, Y., & Gao, H. (2019). A convolutional neural network based on a capsule network with strong generalization for bearing fault diagnosis. *Neurocomputing*, 323, 62-75.
- Putri , M.A. Diar, H, Nety, (2015). Pengembangan Metode Analisis Antibiotik Tetrasiklin dalam Hati Ayam Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (Kckt). *Jurnal Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. : 79 -80.
- Pathak, V. M. and Navneet (2017). *Review on the current status of polymer degradation: a microbial approach*, *Bioresources and Bioprocessing*. Springer Berlin Heidelberg, 4(1)
- Purnamasari, D,K., Erwan, Syamsuhaidi, K.G. Wiryawan, and Nurmaya. 2018. Growth and Survival Rate of Larvae *Tenebrio Molitor* Provided by Different Feed Media. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 7(2): 17 – 23
- Peng BY, Su U, Chen Z, Chen J, Zhou X, Benbow ME, Criddle CS, Wu WM, Zhang Y. (2019) Bio degradation of polystyrene by dark (*Tenebrio obscurus*) and yellow (*Tenebrio molitor*) mealworms (Coleoptera: Tenebrionidae). *Environ Sci Technol* 53:5256–5265.
- Peng BY, Chen Z, Chen J, Yu H, Zhou X, Criddle CS, Wu WM, Zhang Y (2020) Biodegradation of polyvinyl chloride (PVC) in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae. *Environ Int* 145:106106
- Peng BY, Chen Z, Chen J, Zhou X, Wu WM, Zhang Y (2021) Biodegradation of polylactic acid by yellow mealworms (larvae of *Tenebrio molitor*) via resource recovery: a sustainable approach for waste management. *J Hazard Mater* 416:125803.
- Putra, I,L,I., Haris,S., Danni,S., Ragil Y, M, W, Roby A,S., 2021. Pengolahan Sampah Anorganik Menggunakan Ulat Hongkong dan Ulat Jerman di Padukuhan Wuni, Giricahyo, Gunung Kidul. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan* : 1229-1235
- Puspitasari,C.E., Audra M., Ni Made A, Ratnata D. 2022. Evaluation of Knowledge Level of Antibiotics Use and Storage in Community in Ampenan District. *Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.)* 4. (6).

- Putra, I, L, I ., Nila Ma'rufah². 2022. Laju Degradasi Beberapa Jenis Plastik Menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor* L.) Dan Ulat Jerman (*Zophobas Atratus* F.). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 23.(1) : 1- 8
- Purnamasari, D. K., Erwan, Syamsuhaidi, Woryawan, K. G., and Nurmaya. (2018). Growth and survival rate of larvae *Tenebrio molitor* provided by different feed media, *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 7(2), 17-23.
- Palmer, K J., Kerri L., Kyshaun C., Fatima G., Rebecca W., Alex J. B. 2022. Biodegradation of Expanded Polystyrene by Larval and Adult Stages of *Tenebrio molitor* with Varying Substrates and Beddings. *Journal Environmental Processes*. 9: 3
- Rhumana P,D. , Agus Dharmawan¹ , Sofia Ery Rahayu. 2017), Uji Perbedaan Formulasi Pakan Terhadap Pertumbuhan Larva Kumbang Beras (*Tenebrio Molitor* L.). *Jurnal Ilmu Hayat*. 1(2) : 61-75
- Ruscahyani Y., Sarita Oktorina² , Abdul Hakim³. (2021), Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam. *Jurnal Teknologi Technoscintia*.14(1):25-31
- Rho MS, Lee KP (2016) Balanced intake of protein and carbohydrate maximizes lifetime reproductive success in the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal Insect Physiol*. 91-92 : 93–99.
- Rahmawati, Nismah N., Suratman U .2022. Pengaruh Dua Jenis Pakan Terhadap Lama Stadium Larva Kumbang *Tenebrio Molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) *Jurnal Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati* 4 (2) : 29-35
- Sari, D, N., Hendi S., Abun. (2016). Pengaruh Lama Fermentasi Oleh *Bacillus Licheniformis* Dilanjutkan Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Limbah Udang Terhadap Kandungan Protein Dan Glukosa Produk. *Jurnal E - Student*. 5(4): 2- 3
- Stoops J., Crauwels S., Waud M., Claes J., Lievens B., Van Campenhout L. 2016. Microbial Community Assessment of Mealworm Larvae (*Tenebrio Molitor*) and Grasshoppers (*Locusta Migratoria Migratorioides*) Sold for Human Consumption. *Food Microbiol.* 53:122–127.
- Supit A., Linda T., Sicilia K. 2022. Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan* 13 (1), 199-208
- Sari, S.A., Yenie, E. and Muria, S.R., (2019). Pengaruh Komposisi Nutrisi Terhadap Laju Biodegradasi Styrofoam Menggunakan Ulat Hongkong

- (Larva *Tenebrio Molitor*). *Jurnal Online Mahasiswa Teknik*.
- 6(1) Setyanto. R.H. (2013). Aplikasi Polimer Biodegradable Dan Dampaknya Pada Ekonomi Dan Lingkungan. *Jurnal Mekanika*. 11 (2): 83 - 84.
- Setyanto D. (2019). *Untung Berlimpah dari Budi Daya Ulat Hongkong*. Yogyakarta. LAKSANA. E-book online.
- Suraya, K. H. Rani. Zulfahmi. (2018). Karakteristik Fruktooligosakarida (Fos) Hasil Isolasi Dari Kulit Pisang Sebagai Prebiotik Pada Ternak. *Jurnal Kelitbang*. 4 (2) : 124 – 125.
- Sulthony,A.(2015). *Pertumbuhan dan Perkembangan Tenebrio molitor. L(Coleoptera :Tenebrionidae) Pada Berbagai Jenis Pakan*. Skripsi.
- Sari, N. M. L P., I.G.N.G. Bidura dan N.W Siti. (2016). Pengaruh ransum yang mengandung ampas tahu difermentasi dengan khamir *Saccharomyces* sp. terhadap komposisi fisik karkas broiler umur 6 minggu. *Jurnal Peternakan Tropika*, 4(1): 170 -183
- Suwarno, (2009). Studies on Some Biological and (Lepidoptera: Papilionidae) and *Papilio demoleus* L. (Lepidoptera: Papilionidae) on Rutaceae host plants. Thesis. University Sains Malaysia, Malaysia. Suwarno, Salmah, M.R.C., Hassan, A.A., & Norani, A. (2007). Effect of different host plants on the life cycle of *Papilio polytes* Cramer (Lepidoptera: Papilionidae) (Common Mormon Butterfly). *Jurnal Biosains*. 18, 35-44
- Tiara, C. Andi, S. Sri H, Rafika N. F. (2021). Perbedaan Penggunaan Air Yakult dan Air Biasa pada Penyemprotan Baglog Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) terhadap Peningkatan Hasil Produksi melalui Pemangkasan Baglog di IP2TP Kayu Agung. *Jurnal Prosiding SEMNAS BIO*. 1.741-747
- Urbanek K.A. Justyna Rybak B , Magdalena Wrobel Karol Leluk , Aleksandra M. Mironczuk 2020 . Environmental Pollution *Journal.Elsevier* 262- 114281

- Wirahadi., M. (2017). Elemen Interior Berbahan Baku Pengolahan Sampah Styrofoam Dan Sampah Kulit Jeruk. *Jurnal Intra*. 5 (2),144-153.
- Yang, Y., Yang, J., Wu, W. M., Zhao, J., Song, Y., Gao, L.Jiang, L.(2015). Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic Eating Mealworms: Part 2. Role of Gut Microorganisms. *Environmental Science and Technology*, 49(20), 12087–12093.
- Yunisa ,T, A, S, Novia G Nofripa H. (2023). Laju Degradasi Limbah Masker Medis Surgical Dengan Menggunakan Tingkatan Instar Larva *Tenebrio Molitor* Yang Berbeda. *Jurnal Biologi Udayana* 27(1): 56-6
- Yusuf, D, H Sugiharto, Gratiana E Wijayanti (2014) Perkembangan Post-Larva Ikan Nilem *Osteochilus Hasselti* C.V. Dengan Pola Pemberian Pakan Berbeda.*Jurnal Scripta Biologica* 1(3):185-192
- Zhang Y. Jacob Nedergaard Pedersen, Bekir Engin Eser, Zheng Guo.2022). *Biotechnology Advances. Journal.Elsevier*.1-1