

**PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI
HIJAU, KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN
PROTEIN DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-
MODUL BERMUATAN *SUSTAINABILITY***

SKRIPSI



oleh

(Faila Siva Sholechah) NPM (20320017)

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN
ALAM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2024

**PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI
HIJAU, KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN
PROTEIN DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-
MODUL BERMUATAN *SUSTAINABILITY***

Skripsi

Diajukan kepada Universitas PGRI Semarang
untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan
Program Sarjana Pendidikan Biologi



oleh

(Faila Siva Sholechah) NPM 20320017

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN
ALAM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul

PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI HIJAU,
KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN
DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL
BERMUATAN *SUSTAINABILITY*

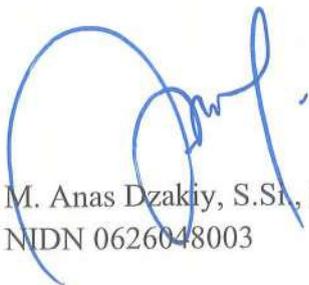
yang diajukan oleh Faila Siva Sholechah

NPM 20320017

telah disetujui dan siap diujikan.

Semarang, 18 April 2024

Pembimbing I



M. Anas Dzakiy, S.St., M.Sc.
NIDN 0626048003

Pembimbing II



Dr. Ary Susatyo Nugroho, M.Si
NIDN 0026086901

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul

PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI HIJAU,
KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN
DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL
BERMUATAN *SUSTAINABILITY*

yang dipersiapkan dan disusun oleh Faila Siva Sholechah

NPM 20320017

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada hari.....*Senin*.....

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

Panitia Ujian

Semarang, *22 April 2021*

Ketua



Dr. Supandi, S.Si., M.S.
NIDN 0621067401



Sekretaris



Praptining Rahayu, S.Si., M.Pd.
NIDN 0607098303

Anggota Penguji

1. M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc.
NIDN 0626048003



(.....)

2. Rivanna Citraning R, S.Si., M.Pd.
NIDN 0621118101



(.....)

3. Fibria Kaswinarni, M.Si.
NIDN 0624028102



(.....)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dan/ atau karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang,
yang membuat pernyataan,



Faila Siva Sholechah
NPM 20320017

ABSTRAK

Akibat adanya wabah covid-19 yang melanda dunia mengakibatkan adanya era disrupsi yang berpengaruh pada bidang peternakan yaitu adanya kenaikan pakan ternak yang signifikan. Hal ini membutuhkan solusi salah satunya yaitu dengan menggunakan *Azolla pinnata* untuk pemenuhan pakan ternak karena *Azolla* memiliki kandungan protein yang cukup tinggi hal ini dapat memenuhi kebutuhan nilai gizi ternak. Selain itu, saat ini jumlah sampah semakin meningkat, untuk itu solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan mengubah limbah organik menjadi Biowash-promic. Biowash-promic merupakan cairan hasil fermentasi limbah organik dengan menggunakan promic sebagai starternya dan fermentasinya hanya membutuhkan waktu tiga hari. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin mengetahui apakah dengan penambahan Biowash- promic tersebut dapat meningkatkan berat basah, berat kering, dan kadar protein pada tanaman *Azolla pinnata*. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas 4 perlakuan aplikasi Biowash (B). Masing-masing faktor perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata*. Konsentrasi Biowash-promic yang terbaik untuk berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata* menunjukkan pada perlakuan B3 dengan menggunakan Biowash 45 ml/liter air sungai. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka unsur hara yang terkandung juga semakin banyak. Unsur hara tersebut yang menunjang proses pertumbuhan tanaman *Azolla pinnata*.

Kata kunci: *Azolla pinnata*, Biowash, biomassa, protein.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI HIJAU, KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL BERMUATAN *SUSTAINABILITY*” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (Strata 1) Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan, dorongan, dan saran dari berbagai pihak, khususnya pembimbing, sehingga segala hambatan dan kesulitan dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sri Suciati, M.Hum. selaku rektor Universitas PGRI Semarang.
2. Dr. Supandi, M.Si. selaku dekan Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang.
3. Praptining Rahayu, S.Si.,M.Pd. selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Semarang.
4. M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah mengarahkan dengan penuh kesabaran.
5. Dr. Ary Susatyo Nugroho, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang juga telah mengarahkan dengan penuh kesabaran.
6. Seluruh dosen dan staf Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis yang tak ternilai selama menempuh pendidikan di Universitas PGRI Semarang.

7. Kedua orang tua saya, Bapak Subekan dan Ibu Siti Purwati yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, doa, dan cinta kasihnya yang tiada pernah putus.
8. Ahmad Akbar Navis, S.T., yang telah kebersamai penulis dari awal hingga akhir dengan memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Diri sendiri, yang sudah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan berbagai kendala yang dihadapi selama penelitian maupun penyusunan laporan skripsi.
10. Seluruh teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2020 dan semua pihak yang terlibat yang tidak bisa penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Istilah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Landasan Teori.....	9
B. Kerangka Berpikir.....	22
C. Hipotesis Penelitian.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	24
B. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	24
C. Variabel Penelitian	26
D. Desain Eksperimen.....	26
E. Prosedur Penelitian.....	27
F. Analisis dan Interpretasi Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Hasil Penelitian	34
B. Pembahasan.....	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Uji berat basah <i>Azolla pinnata</i>	34
Tabel 4. 2. Hasil uji ANOVA Biowash terhadap berat basah <i>Azolla pinnata</i>	35
Tabel 4. 3. Hasil Uji Duncan (JNTD) berat basah <i>Azolla pinnata</i>	36
Tabel 4. 4. Uji berat kering <i>Azolla pinnata</i>	36
Tabel 4. 5. Hasil uji ANOVA Biowash terhadap berat kering <i>Azolla pinnata</i>	37
Tabel 4. 6. Hasil Uji Duncan (JNTD) berat kering <i>Azolla pinnata</i>	38
Tabel 4. 7. Uji kadar protein <i>Azolla pinnata</i>	39
Tabel 4. 8. Hasil uji ANOVA Biowash terhadap kadar protein <i>Azolla pinnata</i> ...	40
Tabel 4. 9. Hasil Uji Duncan (JNTD) kadar protein <i>Azolla pinnata</i>	40

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1. Rata-rata hasil uji berat basah <i>Azolla pinnata</i>	34
Grafik 4. 2. Rata-rata hasil uji berat kering <i>Azolla pinnata</i>	37
Grafik 4. 3. Rata-rata hasil uji kadar protein <i>Azolla pinnata</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Biowash-promic.....	59
Lampiran 2. Aklimatisasi <i>Azolla pinnata</i>	63
Lampiran 3. Pemberian perlakuan pada setiap nampan.....	64
Lampiran 4. Pengecekan fisikokimia (pH air, suhu air, dan intensitas cahaya) ...	65
Lampiran 5. Pemanenan dan pengujian parameter pada <i>Azolla pinnata</i>	83
Lampiran 6. Hasil uji berat basah <i>Azolla pinnata</i>	84
Lampiran 7. Hasil uji berat kering <i>Azolla pinnata</i>	85
Lampiran 8. Hasil uji kadar protein <i>Azolla pinnata</i>	86
Lampiran 9. Hasil SPSS berat basah <i>Azolla pinnata</i>	87
Lampiran 10. Hasil SPSS berat kering <i>Azolla pinnata</i>	96
Lampiran 11. Hasil SPSS kadar protein <i>Azolla pinnata</i>	105
Lampiran 12. Usulan tema penelitian	114
Lampiran 13. Perijinan tempat penelitian dan peminjaman alat laboratorium ...	115
Lampiran 14. Persetujuan usulan penelitian	117
Lampiran 15. Permohonan ijin penelitian	118
Lampiran 16. Instrumen validasi modul	119
Lampiran 17. Lembar pembimbingan skripsi	122
Lampiran 18. Persetujuan pelaksanaan sidang skripsi	126
Lampiran 19. Hasil ujian skripsi	127

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada tahun 2020 terdapat pandemi Covid-19 atau yang disebut sebagai virus corona. Covid-19 merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *syndrome* pernafasan akut coronavirus2. Adanya wabah Covid-19 berpengaruh sangat besar terhadap perekonomian tingkat global termasuk Indonesia. Maka hal inilah yang mendasari hadirnya era disrupsi (Aprilia & Subiyantoro, 2022). Era disrupsi adalah masa dimana terjadinya perubahan besar dan dikenal dengan era industri 4.0. Perubahan yang terjadi didukung dengan mulai adanya perkembangan dan inovasi teknologi yang cepat dalam memproses suatu informasi baru. Akibatnya pada era industri 4.0 tidak pernah puas akan hasil yang telah diraih dan akan selalu melakukan inovasi agar terus berkembang (Premana et al., 2020).

Salah satu dampak dari adanya era disrupsi yaitu pada bidang pertanian dan peternakan. Seusai pandemi Covid-19 mulai mereda, permintaan pasar berangsur-angsur mulai pulih. Hal ini menjadi kendala dalam pemenuhannya karena banyak sektor usaha yang tidak berproduksi saat pandemi berlangsung sehingga menyebabkan adanya kenaikan harga jual bahan pokok. Salah satunya yaitu terjadi kenaikan biaya pakan ternak yang menyebabkan para peternak mengalami kesulitan dalam pemenuhan pakan untuk ternaknya, seperti pada peternak ikan yang mengalami kesulitan pemenuhan pakan ikan karena adanya kenaikan harga pakan tersebut. Kisaran harga pakan buatan yang cukup mahal dikarenakan memiliki kandungan protein yang tinggi. Beberapa tahun terakhir ini terciptalah solusi dari permasalahan tersebut dengan mencari alternatif pakan ternak dengan menggunakan *Azolla pinnata* sebagai bahan campuran untuk pakan ternak ikan. Apabila produksi pembudidayaan tanaman *Azolla pinnata* semakin meningkat, tentunya hal ini juga dapat digunakan sebagai pakan pokok sebagai pakan ikan. Budidaya tanaman sebagai pakan ternak sangat penting untuk dikembangkan karena

permintaan pasar terhadap daging unggas dan ikan yang kian meningkat. Hal ini tentunya berpengaruh pada pasokan pakan ternak (Zulfida & Rahmaniah, 2022).

Daun pada *Azolla* memiliki ukuran yang kecil sekitar 3-4 cm, pada permukaan daun lunak, daun berwarna hijau cerah dengan spora yang banyak. *Azolla pinnata* juga mudah dan cepat berkembangbiak ketika dibudidayakan dalam media yang mendukung. Selain cocok sebagai pupuk tanaman, *Azolla* sangat baik dimanfaatkan untuk alternatif pakan ternak dan ikan (Sunaryo, 2020). Hal ini dikarenakan dalam 100 gram *Azolla pinnata* mengandung protein hingga 30%, Natrium (N) 5%, Magnesium (Mg) 0,6%, Kalium (K) 4,5%, Kalsium (Ca) 1%, Fosfat (P) 0,9%, klorofil 0,5%, gula 3,5%, Mangan (Mn) 0,16%, lemak 7,5%, 15% serat. 17%, vitamin B, b12 dan beta karoten (Sarah et al., 2023). Selain itu rendahnya kandungan lignin pada *Azolla* sehingga hewan ternak dapat dengan mudah untuk mencernanya. Tersedianya kandungan gizi pada tanaman *Azolla* tersebut, maka dapat menjadi salah satu alternatif pakan yang cukup ekonomis dan efisien untuk ternak (Samah et al., 2022).

Azolla pinnata dapat dijumpai dengan mudah pada genangan air di persawahan, rawa-rawa, dan sungai. *Azolla pinnata* dapat hidup dengan mudah, akan tetapi keberadaannya saat ini cukup terbatas di beberapa daerah yang tidak terdapat rawa-rawa ataupun sungai yang masih asri. Diketahui *Azolla* juga dapat hidup dengan mudah di persawahan, namun keberadaan *Azolla* dimusnahkan atau secara sengaja dibasmi oleh petani karena dianggap sebagai hama bagi tanaman padi. Hal ini tentunya membutuhkan pembudidayaan khusus *Azolla pinnata* agar keberadaannya semakin banyak dan kandungan yang terdapat pada *Azolla pinnata* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif atau campuran pakan ternak (Widianingrum et al., 2021).

Pemberian *Azolla* sebagai pakan tidak boleh diberikan secara langsung pada ternak. Hal ini karena *Azolla pinnata* mengandung serat kasar yang tinggi akan mengganggu pencernaan zat lainnya. Oleh karena itu, *Azolla pinnata* sebaiknya diberikan dalam kondisi sudah difermentasikan dalam

bentuk pelet (Prawitasari et al., 2012). Ikan yang dapat diberikan pakan *Azolla* merupakan ikan herbivora seperti ikan gurami, mas, nila, karper, dan lain sebagainya. Adanya pemanfaatan tanaman *Azolla pinnata* sebagai pakan ikan, maka dapat mengurangi biaya dalam pemenuhan kebutuhan para peternak ikan (Samah et al., 2022). Kandungan nutrisi pada *Azolla pinnata* dipengaruhi oleh pemenuhan unsur hara dan media tanam. Kandungan mineral yang cukup pada media tanam merupakan pengaruh penting bagi tanaman untuk tumbuh. Unsur hara bagi tanaman berfungsi dalam proses metabolismenya. Pemenuhan unsur hara tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pemupukan pada tanaman. Apabila syarat tumbuh dan pemenuhan unsur haranya terpenuhi dengan baik, maka akan mendapatkan pertumbuhan yang maksimum pada *Azolla pinnata* (Hamawi et al., 2015).

Besarnya produksi sampah saat ini didasari dengan banyaknya jumlah penduduk. Semakin cepat laju pertumbuhan penduduk, maka produksi sampah juga semakin besar, baik pada sampah organik maupun anorganik. Apabila tidak ditangani dengan serius, keberadaan sampah yang kian bertambah dapat menyebabkan berbagai permasalahan dan berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan manusia. Salah satu cara yang dapat diterapkan dalam penanganan sampah yaitu dengan menerapkan konsep *zero waste*. Konsep *zero waste* meliputi gerakan 3R (*reduse, reuse, recycle*) seperti menggunakan kembali barang-barang bekas, prinsip akuntabilitas produsen, dan daur ulang (Riali, 2020; Soekiswati et al., 2022). Limbah organik diantaranya seperti limbah sayuran dan buah-buahan. Limbah dari sayur sawi dapat digunakan sebagai POC bagi tanaman. Hal tersebut dikarenakan POC dari limbah sawi memiliki NPK dan C-organik paling tinggi dibandingkan dengan pupuk organik cair dari limbah sayur kangkung dan bayam. Kadar C-organik 17.55%, nitrogen 3.49 %, phosphor 3.84%, dan kalium 4.46%. Selain itu terdapat limbah kulit buah naga dan kulit buah nanas yang dapat digunakan sebagai pupuk. Kulit buah naga mengandung unsur hara fosfor. Kandungan P pada kulit buah naga sebesar 30,2 – 36,1 mg. Kulit nanas mengandung kalium yang tinggi yaitu sebesar 938,48 mg/kg. Limbah-

limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman, namun dilakukan pengolahan terlebih dahulu menjadi Biowash-promic. Biowash-promic merupakan larutan hasil dari fermentasi limbah-limbah rumah tangga yang dicampurkan dengan promic sebagai starternya. Proses fermentasi tersebut dilakukan selama kurang lebih tiga hari. Diketahui dari ketiga limbah organik tersebut mengandung unsur hara NPK yang maksimal. Hal ini tentunya sangat bagus digunakan sebagai pupuk organik cair bagi tanaman.

Biowash-promic yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan atau *sustainability*. *Sustainability* merupakan keberlanjutan yang meliputi kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan secara berkesinambungan sehingga dapat menghasilkan kondisi yang nyaman dan aman di masa sekarang maupun masa yang akan datang tanpa merusak apapun (Khairina et al., 2020). Pengelolaan limbah organik menjadi Biowash-promic akan berdampak pada bidang sosial karena memberikan kesejahteraan masyarakat dan rasa aman karena limbah organik yang akan menyebabkan kerusakan lingkungan tersebut dapat diolah menjadi Biowash-promic. Hasil dari Biowash-promic juga dapat dijual sehingga akan meningkatkan perekonomian masyarakat. Selain itu, pengelolaan limbah organik tersebut juga berdampak pada lingkungan yang mana hasil dari Biowash-promic dapat digunakan sebagai pupuk organik. Hal ini dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia yang dapat merusak lingkungan.

Tersedianya kandungan unsur hara untuk tanaman, maka tanaman akan semakin banyak melakukan penyusunan klorofil sehingga proses fotosintesisnya akan berjalan lancar. Proses fotosintesis yang berlangsung kemudian menghasilkan karbohidrat seperti glukosa yang berfungsi sebagai sumber energi bagi tanaman untuk menyusun sel akar, batang, dan daun (Marginingsih et al., 2018). Tersusunnya sel jaringan tanaman tersebut dan adanya ketersediaan air maka akan meningkatkan berat basah pada tanaman. Selain itu, hasil dari fotosintesis akan menghasilkan metabolit yang dapat meningkatkan berat kering tanaman. Glukosa dari hasil fotosintesis juga dapat membentuk protein dalam tanaman. Diketahui bahwa bahan utama

pembentuk protein adalah glukosa dan nitrat (NO_3) yang diserap oleh akar. Glukosa yang direaksikan dengan nitrat akan membentuk asam amino. Asam amino kemudian dirangkai untuk membentuk protein (Prasetyo et al., 2022).

Hampir di seluruh bagian organ vegetatif tanaman *Azolla* seperti akar, batang, daun memiliki kandungan protein, namun kandungan protein yang paling banyak yaitu terdapat di bagian daun. Oleh karena itu, tujuan dalam melakukan budidaya *Azolla pinnata* adalah untuk meningkatkan produksi biomassa *Azolla pinnata*. Biomassa merupakan massa semua bagian tanaman yang berasal dari proses fotosintesis, unsur hara, dan air yang diserap oleh tanaman dan diolah melalui proses biosintesis. Biomassa merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman dan biasanya didasarkan pada berat basah dan berat kering tanaman (Warganegara et al., 2017). Pertumbuhan merupakan salah satu aspek dari perkembangan tanaman disamping diferensiasi, baik pada tingkat sel, jaringan, organ atau individu secara keseluruhan. Pada tingkat sel, pertumbuhan digambarkan dengan adanya pembelahan dan pembentangan sel, yang diaktifkan oleh adanya sintesis senyawa organik hasil penyerapan unsur hara dan fotosintesis. Pertumbuhan tingkat organ, pertumbuhan antara lain dapat diukur dari penambahan berat basah dan berat kering tanaman. Selain itu, pengujian kadar protein dilakukan untuk mengetahui nilai gizi dari tanaman *Azolla pinnata*. Hal ini karena *Azolla pinnata* yang dihasilkan akan dimanfaatkan sebagai pakan ternak sehingga nilai gizi berupa protein, kalsium, kalium, natrium, magnesium, fosfor, karbohidrat, lemak, serat, vitamin, dan berat karoten pakan sangat penting untuk diketahui (Fitriani, 2018).

Penelitian mengenai pembudidayaan *Azolla pinnata* memang sudah banyak, namun belum ada penelitian yang meneliti tentang pemberian Biowash-promic berbahan dasar limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan kadar protein pada *Azolla pinnata*. Diketahui bahwa pada penelitian-penelitian terdahulu lebih cenderung menggunakan kotoran ternak untuk melihat perbedaan pengaruh antara penggunaan kotoran ternak seperti kotoran ayam, sapi, kambing, dan kuda

terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata*. Penelitian Sarah et al. (2023) yang menyatakan bahwa pupuk kandang ayam lebih baik digunakan untuk peningkatan pertumbuhan, kandungan C organik, dan kandungan N pada *Azolla* daripada penggunaan pupuk kotoran sapi dan kambing.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian berupa pembudidayaan tanaman *Azolla pinnata*. Penelitian ini tidak serta merta hanya membudidayakan tanaman *Azolla pinnata*, namun dilakukan keterbaruan dengan mengaplikasikan biowash limbah sawi hijau, kulit buah naga, dan kulit buah nanas pada proses budidaya *Azolla pinnata*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan adanya penambahan Biowash-promic tersebut dapat meningkatkan berat basah, berat kering, dan kadar protein pada tanaman *Azolla pinnata*, serta mengetahui hasil kelayakan e-modul sebagai bahan ajar materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada uraian di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a) Bagaimanakah pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat basah *Azolla pinnata*?
- b) Bagaimanakah pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat kering *Azolla pinnata*?
- c) Bagaimanakah pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar protein *Azolla pinnata*?
- d) Bagaimana hasil kelayakan e-modul sebagai bahan ajar materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability*?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah:

- a. Mengetahui pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat basah *Azolla pinnata*.

- b. Mengetahui pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat kering *Azolla pinnata*.
- c. Mengetahui pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar protein *Azolla pinnata*.
- d. Mengetahui hasil kelayakan e-modul sebagai bahan ajar materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability*.

D. Manfaat Penelitian

Kegunaan atau manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi pembudidaya, terutama pembudidaya tanaman *Azolla pinnata* yang bisa mendapatkan pengetahuan baru terkait pemanfaatan Biowash-promic sebagai terobosan baru pupuk organik cair. Hal ini diharapkan semakin banyak petani yang memanfaatkan Biowash-promic pada kegiatan usaha tani karena lebih ekonomis dan sangat aman bagi lingkungan.
- b. Bagi pemerintah, dapat menjadi salah satu terobosan baru dan sebagai bahan dalam mempertimbangkan guna mendukung kebijakan petani eco-farming.
- e) Bagi pendidikan, e-modul materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability* ini bisa digunakan sebagai bahan ajar dan referensi guru dalam membantu proses kegiatan pembelajaran yang berkelanjutan.

E. Definisi Istilah

Untuk menghindari perbedaan pemahaman dan kekurangjelasan makna, maka definisi istilah dalam penelitian ini adalah:

1. Biowash-promic

Biowash-promic adalah hasil pemrosesan limbah organik dan sisa makanan yang difermentasi dengan bantuan starter/biang promic. Fermentasi dilakukan selama 3 hari atau 72 jam. Hasil dari biowash dapat digunakan sebagai pupuk cair bagi tanaman, pembersih serbaguna dan ragam manfaat lainnya bagi kehidupan.

2. *Azolla pinnata*

Azolla pinnata adalah tanaman yang hidup di perairan tenang seperti rawa-rawa, sungai, dan persawahan. Tanaman *Azolla pinnata* mampu tumbuh baik di daerah beriklim tropis. Tanaman ini berdaun kecil yang tumpang tindih, permukaan daun lunak dengan daun berwarna hijau cerah. *Azolla pinnata* hidup pada suhu 18° C sampai 28° C.

3. Berat basah tanaman

Berat basah tanaman merupakan berat keseluruhan pada tanaman yang diukur langsung setelah pemanenan sebelum tanaman layu karena kehilangan kandungan air.

4. Berat kering tanaman

Berat kering tanaman merupakan berat keseluruhan pada tanaman yang sudah dikeringkan dengan cara mengoven pada suhu dan waktu tertentu.

5. E-modul

E-modul adalah modul yang dapat diakses secara online menggunakan bantuan alat elektronik. E-modul dapat dengan mudah diakses kapan dan dimanapun, selain itu dalam e-modul memuat informasi yang lebih interaktif. Pembuatan e-modul dapat diinovasikan dengan menyisipkan gambar, audio, video, animasi, dan lainnya sehingga tampilannya lebih dapat menarik minat siswa untuk belajar.

6. *Sustainability*

Sustainability adalah suatu konsep yang keberlanjutan dan bisa diterapkan diberbagai bidang ilmu untuk melakukan aktivitas secara konsisten dalam jangka waktu yang cukup lama.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Biowash-promic

Biowash-promic adalah cairan berbagai manfaat yang berasal dari limbah organik. Biowash-promic merupakan hasil dari proses fermentasi dengan komposisi campuran air, kulit buah atau materi organik, dan promic sebagai starter yang didiamkan, baik secara anaerob maupun aerob selama 3 hari atau 72 jam. Promic merupakan pengembangan fermentasi dari umbi, buah, bunga, daun-daun yang digunakan selama 20 tahun secara alamiah. Proses pembuatannya tidak menggunakan gula atau tambahan bahan kimia atau kultur mikrobial (Setiawati, 2021). Promic mengandung bakteri probiotik, diantaranya *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus* sp., *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgarius*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, dan bakteri termofilik seperti *Bacillus thermoproteolyticus*, *Bacillus caldolyticus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus caldovelox*, dan *Bacillus subtilis*. Bakteri termofilik tersebut digunakan dalam proses bioremediasi, yaitu proses menggunakan organisme hidup untuk menghilangkan atau mengurangi polutan di lingkungan. Beberapa bakteri termofilik dapat mempercepat dekomposisi bahan organik dan mengurangi polusi pada suhu tinggi. Beberapa bakteri termofilik dapat menghasilkan enzim protease yang digunakan untuk menghidrolisis protein yang menyelubungi pati sehingga mudah pecah dan menjadi alkohol. Bakteri *Lactobacillus* sp. menghasilkan asam laktat. Menghasilkan enzim diantaranya: 1) Laktase: memecah laktosa, gula dalam susu, dapat membantu dalam pencernaan laktosa. 2) Protease: memecah ikatan peptida dalam protein, mengubah protein menjadi asam amino. 3) Amilase: memecah amilum (pati) menjadi molekul gula sederhana seperti glukosa, dapat berperan dalam proses

fermentasi karbohidrat kompleks. 4) Fosfatase: memecah ikatan fosfat, yang penting dalam beberapa jalur metabolik mikroba. 5) Beta-Glukanase: Memecah beta-glukan, suatu jenis polisakarida yang ditemukan dalam dinding sel mikroorganisme dan sumber makanan tertentu. Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri probiotik tersebut adalah 37-42°C, pH optimum 6,5, dan tidak tumbuh pada 10°C. Bakteri ini tidak tahan pada konsentrasi garam 6,5% dan bersifat termodurik (Adriani, 2010). Berbeda dengan bakteri probiotik lainnya, bakteri *Lactobacillus casei* bersifat heterofermentadores, yang berarti tidak hanya menghasilkan asam laktat, tetapi juga CO₂, sejumlah kecil etanol dan zat aromatik lainnya. *Lactobacillus casei* dianggap anaerob aerotolerant, yaitu mereka tumbuh sempurna dalam kondisi anaerobiosis (tanpa oksigen), tetapi dapat tumbuh dengan adanya ini. Bakteri tersebut akan memperoleh ATP melalui fermentasi karbohidrat.

Keunggulan dari Biowash-promic antara lain yaitu dapat mengubah sampah menjadi sebuah pupuk tanpa membutuhkan jangka waktu yang lama. Pembuatan Biowash-promic juga dapat dilakukan pada area yang minim. Biowash-promic tidak menimbulkan bau busuk, akan tetapi berbau segar seperti fermentasi *ecoenzyme*. Selain itu dalam pembuatannya sangat efisien dalam pembiayaan peralatan dan bahan (Makleat et al., 2023).

Hasil dari Biowash-promic dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair bagi tanaman, pembersih lantai, sabun cuci piring, dan lainnya. Salah satu contoh pengaplikasian hasil dari Biowash-promic yaitu digunakan sebagai pembasmi hama tanaman. Penelitian oleh Rohan (2022) yaitu memanfaatkan Biowash-promic untuk pengendalian penyakit Embun Tepung (*Oidium tingtanium carter*) dan terbukti efisien. Biowash-promic dapat digunakan sebagai pupuk tanaman karena memiliki kandungan NPK di dalamnya. Unsur hara makro maupun mikro sangat penting bagi tanaman, namun kebutuhan unsur hara makro seperti NPK merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar untuk proses

pertumbuhannya. Pertumbuhan tanaman secara vegetatif membutuhkan nitrogen dalam pembentukan klorofil pada daun sehingga tanaman melakukan fotosintesis secara optimal. Fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis tersebut kemudian digunakan untuk menyusun sel-sel baru termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, maupun luas daun (Lestari et al., 2022).

Limbah organik yang dapat digunakan sebagai bahan dasar Biowash-promic antara lain seperti limbah sayur sawi hijau (*Brassica juncea*), kulit buah naga (*Hylocereuss sp.*) dan nanas (*Ananas comosus*), serta limbah dedaunan yang mengandung unsur NPK. Penelitian yang dilakukan oleh Karyanto *et al.* (2022) tentang analisis kandungan NPK dan C-organik pada pupuk organik cair dari limbah sayur kangkung (*Ipomoea aquatica*), bayam (*Amaranthus sp.*), dan sawi (*Brassica rapa*) diketahui bahwa POC limbah sawi memiliki NPK dan C-organik paling tinggi dibandingkan dengan pupuk organik cair dari limbah sayur kangkung dan bayam. Kadar C-organik pada pupuk organik cair dari limbah sayur sawi diperoleh sebesar 17.55% dan kadar nitrogen sebesar 3.49 % pada pupuk organik cair dari limbah sawi. Selain itu, POC limbah sawi memiliki kadar phosphor sebesar 3.84% dan kadar kalium sebesar 4.46%.

Kulit buah naga mengandung unsur hara fosfor. Penelitian yang dilakukan oleh Prasadana *et al.* (2021) menyatakan bahwa hasil dari pemberian pupuk cair limbah buah naga dapat mempercepat laju pertumbuhan rumput gajah kate (*Pennisetum purpureum cv. Mott*). Hal tersebut diketahui berdasarkan adanya peningkatan pada berat kering daun, berat kering batang, dan berat kering total hijauan rumput gajah kate setelah pemberian pupuk cair limbah buah naga. Kadar fosfor pada POC kulit buah naga yaitu 30,2 - 36,1 mg/kg. Penelitian oleh N.M. & Kusumawati (2023) juga menyatakan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan pupuk cair limbah buah naga dapat mempercepat proses produktivitas tanaman *A. gangetica (L.) subsp. Micrantha*. Hal ini

diketahui dari meningkatnya tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah cabang. Semakin banyak dosis POC yang diaplikasikan, maka akan meningkatkan kandungan unsur hara yang tersedia.

Kulit nanas mengandung kalium yang tinggi yaitu sebesar 938,48 mg/kg. Kalium pada tanaman berperan sebagai pengatur proses fisiologi pada tanaman seperti fotosintesis. Penelitian Lestari & Irhasyuarna (2022) menyatakan bahwa terlihat adanya pengaruh pemberian POC kulit nanas dalam meningkatkan pertambahan jumlah daun dan jumlah buah yang lebih banyak jika dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman dengan tanpa perlakuan.

Selain itu, pada pembuatan Biowash-promic juga dapat ditambahkan limbah dari dedaunan, seperti daun trembesi (*Albizia saman*), daun pepaya (*Carica papaya L.*), dan daun kelor (*Moringa oleifera L.*). Daun trembesi merupakan sumber organik yang baik digunakan sebagai pupuk karena memiliki banyak nutrisi. Daun trembesi memiliki kadar N = 6.52 %, P = 0.47% dan K = 2,25%. Penelitian Utomo & Sri (2023) juga menyatakan bahwa pupuk daun trembesi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman bunga matahari. Hal ini dikarenakan pada daun trembesi mengandung unsur hara N yang tinggi sehingga sangat berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, ukuran daun dan diameter batang tanaman.

Daun pepaya sebanyak 100 gram memiliki kandungan Ca 353 mg dan P 63 mg, selain itu daun pepaya terdapat vit C, vit E, enzim papain dan beta karoten. Bagian daun pepaya memiliki kandungan senyawa aktif yaitu alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin (Lolodatu et al., 2019). Lalu pada pupuk daun kelor ternyata mampu mempercepat laju pertumbuhan tanaman karena terdapat hormon sitokinin dan zeatin (Suhastyo et al., 2021). Selain mengandung hormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan tersebut, pada per 100 gram daun kelor ternyata mengandung unsur hara makro yaitu 70 mg P, 440 mg Ca, dan 259 mg K (Anzila & Asngad, 2022).

Biowash-promic merupakan larutan hasil fermentasi limbah organik yang ditambahkan promic sebagai starter dan air bersih. Fermentasi tersebut berlangsung selama 3 hari atau 72 jam. Waktu yang singkat dalam proses fermentasi inilah yang menjadi dasar adanya inovasi pembuatan Biowash-promic. Keberadaan sampah yang kian menumpuk setiap hari tentunya membutuhkan penanganan yang tepat seperti pemanfaatan sampah organik menjadi Biowash-promic. Kelebihan dari inovasi pembuatan Biowash-promic ini diantaranya seperti tidak membutuhkan area yang luas dalam proses pengelolannya sehingga dapat dilakukan dalam area yang minim sekalipun, dalam pengolahannya hanya menggunakan teknologi yang terjangkau dan sederhana, efisien dalam pembiayaan SDM karena dapat dilakukan sendiri, dan ketika proses fermentasinya tidak menimbulkan bau yang dapat mengundang lalat (Setiawati, 2021).

Tahapan proses pembuatan Biowash-promic menurut (Setiawati, 2021) yaitu membutuhkan bahan berupa 1 kg sampah-sampah organik seperti kulit buah, limbah sayur, daun, batang, akar tanaman. Limbah tersebut dalam kondisi boleh segar ataupun busuk, namun bukan limbah yang telah dimasak, 5 liter air bersih, dan 200 gr starter/biang *promic*. Cara pembuatannya yaitu dengan memasukkan bahan-bahan tersebut kemudian mendiamkan (fermentasi) selama 3 hari. Disisakan sedikit ruang kosong sekitar 3-5 cm dalam wadah karena pada ruang yang tersisa tersebut digunakan untuk tempas gas hasil fermentasi. Menurut Setiawati (2021) Biowash-promic dapat digunakan sebagai pupuk cair dengan menggunakan perbandingan 1:30 yang berarti 1 liter biowash:30 liter air.

Biowash-promic memiliki kandungan unsur hara NPK. N yang terdekomposisi oleh bakteri akan berubah menjadi N anorganik yaitu (NO_3) dan (NH_4). Hal ini dapat terjadi pada pencampuran limbah organik dengan promic yang mengandung bakteri yang dapat mensintesis menjadi unsur-unsur anorganik. Tersedianya unsur hara NPK anorganik maka dapat mempercepat proses penyerapan unsur hara oleh tanaman. Proses

fermentasi yang dilakukan oleh bakteri probiotik pada saat pembuatan Biowash-promic menghasilkan unsur hara fosfor yang terdekomposisi akan berubah menjadi fosfat (PO_4). Unsur K diserap oleh tanaman dalam bentuk K^+ .

Unsur yang dibutuhkan pada pertumbuhan tanaman secara vegetatif yaitu unsur nitrogen. Apabila tanaman kekurangan unsur nitrogen maka akan menyebabkan kekerdilan pada tanaman, sistem perakaran yang terbatas, daun menguning dan mudah gugur. Unsur N berperan penting dalam penyusunan protein pada tanaman. Selain itu, N juga merupakan unsur dalam molekul klorofil. Tanaman juga memerlukan unsur P yang turut berperan dalam proses transfer energi, dimana P diubah dalam bentuk ATP. Lalu ATP digunakan dalam memenuhi kebutuhan energi untuk berbagai reaksi sintesis biokimia, seperti sintesis lipida, pati, dan protein. Unsur K mampu meningkatkan turgor sel pada titik-titik tumbuh dan bertanggung jawab dalam pembukaan dan penutupan stomata (Efendi, 2020).

2. *Azolla pinnata*

a. Klasifikasi dan Morfologi *Azolla pinnata*



Gambar 2.1 *Azolla pinnata*

Sumber: www.ecured.cu

Kingdom :Plantae
 Filum :Tracheophyta
 Kelas :Polypodiopsida
 Ordo :Salvinales

Family :Salviniales
Genus :Azolla Lam.
Spesies :Azolla pinnata

Azolla pinnata atau tanaman air yang hidup mengambang di atas genangan air. *Azolla pinnata* biasa hidup secara alamiah digenangan air, seperti pada kolam, sawah, dan danau. Tinggi tanaman *Azolla pinnata* dapat hidup mencapai kisaran 1 cm sampai 2,5 cm. *Azolla* memiliki struktur tubuh yang terdiri dari rimpang utama dan bercabang menjadi rimpang sekunder, yang semua rimpang memiliki daun kecil yang tumbuh secara bergantian. *Azolla* memiliki akar yang bersifat adventif yaitu tidak bercabang, dengan akar yang menggantung di dalam air. Setiap daun *Azolla* memiliki dua bagian yaitu bagian lobus dorsal sebagai tempat tersedianya klorofil dan lobus ventral sebagai daya apung tanaman. Lobus ini tidak berwarna dan terendam sebagian di dalam air (Sary et al., 2023; Sarah et al., 2023; Zulfida & Rahmaniah, 2022).

Perbanyakan *Azolla pinnata* bisa melalui cara vegetatif dan generatif. Perbanyakan dengan cara vegetatif membutuhkan waktu kurang lebih 2 minggu setelah *Azolla* menutupi seluruh permukaan air tempat budidaya dan siap untuk dipanen, dengan jumlah tebar bibit berkisar 50-70 gram bibit *Azolla*/m². Sedangkan perbanyakan *Azolla* secara generatif membutuhkan 10 gram *Azolla* dewasa/m² dan tahap selanjutnya pada hari ke 10 spora akan nampak mulai berkecambah dan berkisar waktu 15-30 hari *Azolla* akan terus tumbuh dan menutupi seluruh permukaan air tempat budidaya. *Azolla* yang tumbuh tersebut dapat dipindah ke dalam media baru untuk selanjutnya digunakan sebagai bibit *Azolla* (Widianingrum et al., 2021).

Hingga saat ini masih banyak yang belum tahu tentang tanaman *Azolla* sehingga tak jarang tanaman ini sering disalah artikan sebagai tanaman gulma, namun pada kenyataanya tanaman ini memiliki potensi

yang bagus untuk dimanfaatkan (Mantang *et al.*, 2018). Tanaman *Azolla* dapat hidup dengan subur di daerah dengan beriklim tropis. Oleh karena itu tanaman ini dapat ditemukan di negara-negara seperti Amerika, Australia dan Asia. Tanaman ini memiliki ukuran daun yang kecil dengan pertumbuhannya yang tumpang tindih. Daun pada *Azolla* memiliki permukaan daun yang lunak dengan warna daun hijau cerah, serta memiliki spora yang sangat banyak (Widiyaningrum *et al.*, 2021).

Meskipun dapat hidup secara liar, ternyata *Azolla pinnata* cukup peka terhadap kondisi lingkungan untuk *Azolla* tumbuh, sehingga syarat utama bagi *Azolla* untuk tumbuh adalah harus terdapat genangan air. Apabila *Azolla* berada pada tempat tanpa adanya air, maka dalam waktu yang singkat *Azolla* akan mati dan begitupun sebaliknya, tanaman ini akan menyebar secara luas jika berada pada lingkungan beriklim sedang (temperate) serta pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan tempat tumbuhnya (Sunaryo, 2020).

b. Manfaat *Azolla pinnata*

Azolla pinnata dapat dimanfaatkan pada bidang pertanian dan peternakan. Diketahui pada bidang pertanian, *Azolla* dapat digunakan sebagai pupuk karena berpotensi sebagai sumber nitrogen bagi tanaman. Sedangkan pada bidang peternakan, *Azolla* dapat digunakan sebagai pakan ternak. Menurut Hikmawati *et al.* (2023) pemberian *Azolla* sangat berpengaruh karena *Azolla* mempunyai kandungan protein yang baik, kaya akan nutrisi sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan berat mutlak, panjang mutlak, SGR, survival ratedan kualitas air pada benih ikan nila. Penelitian Wicaksono *et al.* (2018) juga menyimpulkan bahwa pemanfaatan tepung dari *Azolla* sebagai sumber protein tambahan membuktikan dapat meningkatkan kandungan nutrisi pakan. Tepung *Azolla pinnata* dalam bentuk pelet terbukti memiliki pengaruh yang baik terhadap produktivitas ikan bandeng dan meningkatkan bobot ikan bandeng. Dikarenakan kandungan protein

yang tinggi pada *Azolla pinnata*, maka tanaman ini sangat perlu untuk dibudidayakan (Syamsiyah et al., 2021).

c. Budidaya *Azolla pinnata*

Cara membudidayakan tanaman *Azolla* sangat gampang. Tempat pembudidayaan bisa menggunakan bak, empang, parit, ataupun kolam terpal, dan kolam tanah. Meskipun dalam pembudidayaan *Azolla* paling optimal dilakukan di dalam kolam tanah, namun bak dan kolam terpal bisa disesuaikan agar mirip dengan habitat aslinya. Kecepatan pertumbuhan tanaman *Azolla* yang sehat yaitu 35% per hari. Biasanya sudah bisa dipanen dalam kurun waktu 5 hingga 15 hari. Tanaman *Azolla* yang sudah siap dilakukan pemanenan memiliki ciri tanaman *Azolla* yang menumpuk tebal memenuhi permukaan kolam (Samah et al., 2022). Sedangkan kurun waktu yang dibutuhkan untuk mengetahui kadar protein *Azolla pinnata* yaitu pada 21 HST (Utama et al., 2015).

d. Syarat Tumbuh *Azolla pinnata*

Menurut Nur (2018) syarat tumbuh *Azolla pinnata* adalah dengan adanya genangan air. Hal ini dikarenakan dalam pertumbuhannya *Azolla* membutuhkan banyak mineral untuk penyerapannya (Abdurahman, 2020). Jika *Azolla* berada pada tempat tanpa adanya air, maka dalam waktu yang singkat *Azolla* akan mati dan begitupun sebaliknya, tanaman ini akan menyebar secara luas jika berada pada lingkungan beriklim sedang (temperate) serta pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan tempat tumbuhnya. Menurut Utama et al. (2015), pada ketinggian air 4 cm dapat mengoptimalkan pertumbuhan *Azolla*. Hal ini dikarenakan pada ketinggian air tersebut, akar *Azolla* masih bisa menyentuh permukaan bawah sehingga dapat menyerap unsur hara dari larutan pupuk dan air. Selain itu akar tidak melakukan penetrasi terlalu dalam sehingga terjadi proses penyerapan unsur hara yang optimal dan pertumbuhan tanaman *Azolla* tidak terhambat.

Kelembaban relatif yang optimal untuk pertumbuhan *Azolla pinnata* yaitu pada kisaran antara 70% - 80%. Menurut Golzary *et al.* (2021), jika kelembaban berada di 60% atau kurang dari 60%, maka daun *Azolla* akan mengalami mengering dan rapuh sehingga menyebabkan perontokan pada akar dan berakhir kematian. Sementara jika kelembaban udara lebih dari 85%, maka pertumbuhan *Azolla* akan terhambat. Sementara suhu optimal untuk menumbuhkan *Azolla* yaitu berkisar antara 18° C hingga 28° C. Nilai pH yang optimal bagi pertumbuhan *Azolla* adalah antara 5-9. Nilai pH terendah bagi tumbuhnya *Azolla pinnata* adalah 5 karena apabila *Azolla pinnata* tumbuh pada lingkungan yang pH kurang dari 5 maka akar akan menjadi halus dan agak putih, sedangkan pada lingkungan di lahan yang memiliki pH lebih besar *Azolla pinnata* dari 9, akar akan muncul berubah menjadi coklat tua dan pertumbuhan akan melambat.

Peningkatan pertumbuhan *Azolla* yang baik membutuhkan intensitas cahaya antara 10 klux - 30 klux. Faktor penting lain yang sangat berpengaruh dalam pertumbuhan *Azolla* adalah sinar cahaya matahari, karena cahaya matahari adalah syarat penting bagi *Azolla* agar tumbuh dengan subur, sedangkan jika *Azolla* kekurangan cahaya matahari maka *Azolla* akan tumbuh kerdil, lalu berubah mengkerut, hingga berakhir mati. Apabila *Azolla* terpapar cahaya matahari yang terlalu kuat, maka *Azolla* akan berubah warna menjadi warna merah dan akhirnya mati. Oleh karena itu, lebih baik dalam budidaya *Azolla* ditempatkan dibawah naungan dengan intensitas cahaya tidak 100% (Effendi & Ilahi, 2019).

3. Berat Basah

Menurut Arifiansyah *et al.* (2020) berat basah tanaman merupakan hasil dari proses pertumbuhan dan dipengaruhi dengan tersedianya air pada jaringan dan hasil metabolisme tanaman. Senyawa dari hasil metabolisme tersebut akan membentuk sel-sel baru penyusun jaringan dan

organ sehingga berat basah tanaman meningkat. Berat basah total merupakan total keseluruhan dari berat tanaman dengan mengetahui hasil metabolit tanaman. Apabila air yang terkandung dalam tubuh tanaman sedikit, maka laju proses fotosintesis akan menurun sehingga menghasilkan fotosintat yang sedikit. Adanya ketersediaan air dan unsur hara yang cukup maka proses fotosintesis akan berjalan secara optimal dan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Hasil fotosintat ini digunakan dalam pembentukan sel-sel baru penyusun organ dalam tanaman misalnya daun, batang sehingga berat basah total semakin besar (Marginingsih et al., 2018).

4. Berat Kering

Berat kering tanaman merupakan hasil dari besarnya proses fotosintesis berupa zat fotosintat yang akan digunakan pada proses metabolisme tanaman. Berat kering tanaman digunakan untuk menunjukkan besarnya bahan organik yang terkandung dalam tanaman. Berat kering tanaman dipengaruhi dengan ketersediaan unsur hara. Jika unsur hara yang terserap oleh tanaman banyak maka laju proses fotosintesis yang dilakukan tanaman akan meningkat dan sebaliknya jika unsur hara yang diserap tanaman sedikit maka laju proses fotosintesis tanaman akan menurun. Unsur hara pada tanaman memiliki peran penting dalam proses metabolisme tanaman untuk memproduksi bahan kering dan bergantung pada laju fotosintesisnya. Apabila terdapat laju fotosintesis yang berbeda, maka jumlah fotosintat yang dihasilkan juga berbeda. Hal ini juga mempengaruhi kering tanaman karena berat kering tanaman adalah cerminan dari laju pertumbuhan tanaman (Miranti, 2007).

5. Kadar Protein

Protein merupakan komponen terbesar pada tanaman *Azolla pinnata*. Kandungan protein pada *Azolla pinnata* sebesar 20-30%. Tersedianya kandungan unsur hara untuk tanaman, maka tanaman akan

semakin banyak melakukan penyusunan klorofil sehingga proses fotosintesisnya akan berjalan lancar. Proses fotosintesis yang berlangsung kemudian menghasilkan karbohidrat seperti glukosa yang berfungsi sebagai sumber energi bagi tanaman untuk menyusun sel akar, batang, dan daun. Glukosa dari hasil fotosintesis juga dapat membentuk protein dalam tanaman. Diketahui bahwa bahan utama produksi protein adalah glukosa dan nitrat (NO_3) yang diserap oleh akar. Glukosa yang direaksikan dengan nitrat akan membentuk asam amino. Asam amino kemudian dirangkai untuk membentuk protein (Jatsiyah et al., 2020).

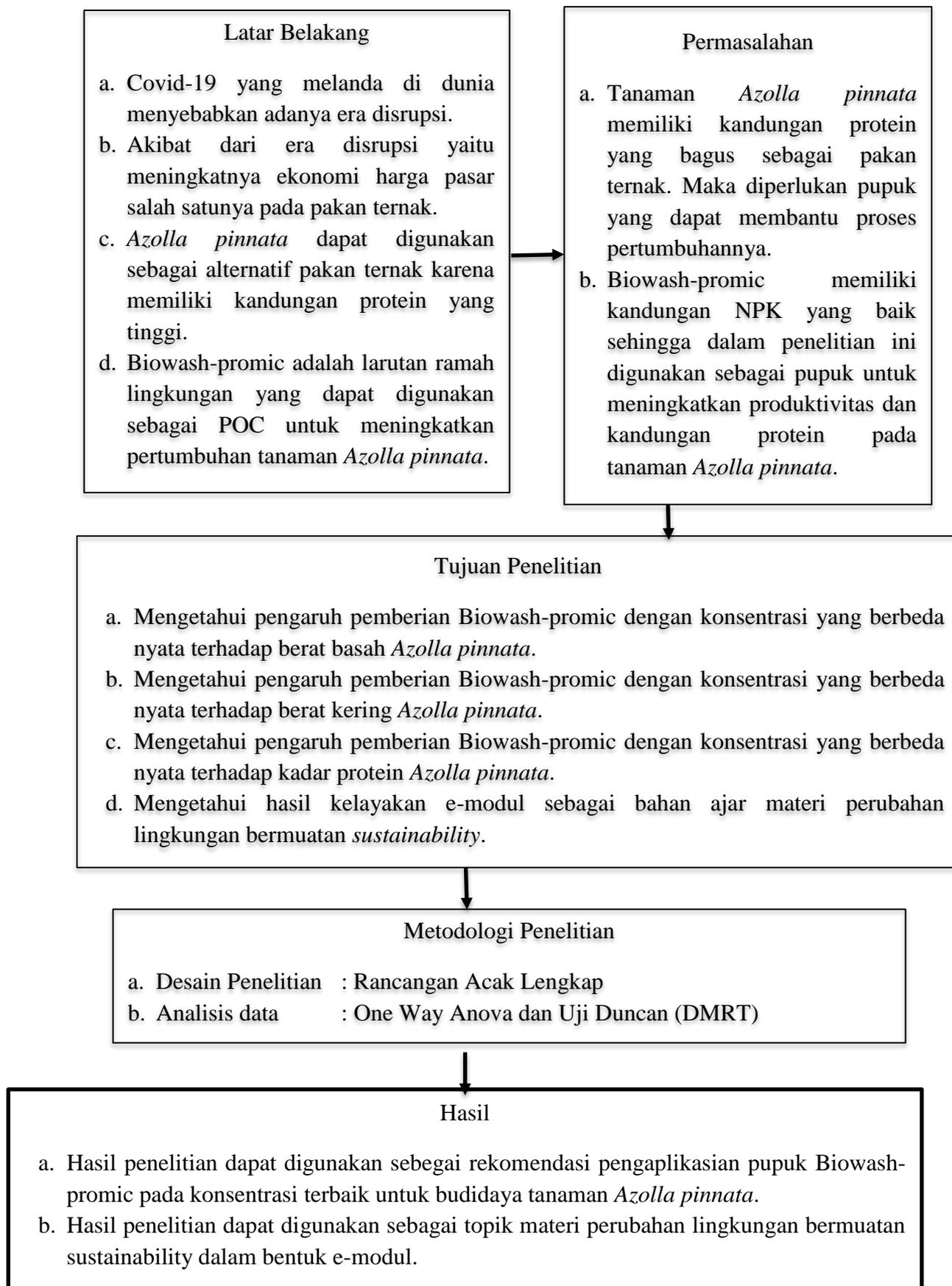
6. E-modul

E-modul adalah modul yang dapat diakses secara online menggunakan bantuan alat elektronik. E-modul dapat dengan mudah diakses kapan dan dimanapun, selain itu dalam e-modul memuat informasi yang lebih interaktif. Pembuatan e-modul dapat diinovasikan dengan menyisipkan gambar, audio, video, animasi, dan lainnya sehingga tampilannya lebih dapat menarik minat siswa untuk belajar (Wulan dan Ria, 2019; Suryani et al., 2022). Tujuan adanya penggunaan e-modul yaitu siswa diharapkan lebih mudah memahami materi dengan baik karena dalam proses pembelajaran yang lebih menyenangkan dan fleksibel. Penggunaan e-modul tersebut diharapkan menjadi salah satu alat atau media atau sumber belajar yang dapat menarik antusias belajar siswa dan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa (Imansari & Sunaryantiningsih, 2017). Penelitian Dewi & Lestari (2020) yang menyatakan bahwa penerapan e-modul interaktif dengan berbasis proyek ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap hasil belajar siswa. Selain itu, diketahui bahwa hasil belajar siswa yang menggunakan e-modul interaktif lebih baik dibandingkan dengan siswa yang hanya menggunakan pembelajaran secara konvensional.

7. Sustainability

ESD merupakan salah satu program di sektor pendidikan yang bertujuan agar tercapainya pembangunan berkelanjutan. ESD sebagai proses pembelajaran sepanjang hayat yang mengikutsertakan informasi dan masyarakat sehingga menciptakan perilaku aktif, inovatif, memiliki rasa tanggung jawab kepada diri sendiri dan kelompok serta menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah, saintifik, dan literasi sosial (Clarisa *et al.*, 2020). ESD merupakan program yang dirancang secara dinamis dalam mengintegrasikan aspek pendidikan sehingga terwujudnya keberlanjutan pada kehidupan dimasa depan. Keberlanjutan tersebut dilihat dari kebutuhan sistem pembelajaran saat ini dan didukung dengan terciptanya teknologi yang semakin canggih. Cara mengimplementasikan pembelajaran yang mengacu pada pendidikan pembangunan berkelanjutan (ESD) yaitu dengan menyesuaikan kebutuhan pembelajaran dengan memanfaatkan alat digital pada penerapan bahan ajar yang digunakan dengan mengintegrasikan kegiatan belajar yang berkaitan dengan ESD.

B. Kerangka Berpikir



C. Hipotesis Penelitian

H1: Adanya pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein *Azolla pinnata*.

H0: Tidak adanya pengaruh pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein *Azolla pinnata*.

Hipotesis Statistik

a) Berat basah *Azolla pinnata*

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, Tidak adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat basah *Azolla pinnata*.

H1: $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$, Adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat basah *Azolla pinnata*.

b) Berat kering *Azolla pinnata*

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, Tidak adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat kering *Azolla pinnata*.

H1: $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$, Adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap berat kering *Azolla pinnata*.

c) Kadar protein *Azolla pinnata*

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, Tidak adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap kadar protein *Azolla pinnata*.

H1: $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$, Adanya pengaruh signifikan pemberian Biowash-promic dengan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap kadar protein *Azolla pinnata*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat diantaranya;

1. *Greenhouse* Pendidikan Biologi Universitas PGRI Semarang yang terletak di kampus 3, Jl. Pawitan Luhur III No.1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50233. *Greenhouse* tersebut digunakan sebagai tempat pembuatan Biowash-promic dan proses eksperimen serta tempat memantau pertumbuhan tanaman *Azolla pinnata*, pemanenan dan perhitungan parameter berat basah *Azolla pinnata*.
2. Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas PGRI Semarang yang terletak di Jl. Sidodadi Timur Jalan Dokter Cipto No.24, Karangtempel, Kec. Semarang Timur., Kota Semarang, Jawa Tengah 50232. Laboratorium tersebut digunakan sebagai tempat perhitungan parameter berupa berat kering tanaman *Azolla pinnata*.
3. Laboratorium Teknologi Pangan, Universitas PGRI Semarang yang terletak di Jl. Sidodadi Timur Jalan Dokter Cipto No.24, Karangtempel, Kec. Semarang Timur., Kota Semarang, Jawa Tengah 50232. Laboratorium tersebut digunakan untuk pengujian kandungan protein tanaman *Azolla pinnata* setelah perlakuan.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari Tahun 2024.

B. Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1	Ember cat bervolume 20 liter	1 buah
2	Nampan berukuran 51 cm x 35,5 cm x 6 cm	16 buah
3	Oven	1 buah
4	Timbangan digital	1 buah
5	Pipet ukuran besar	1 buah

6	Gelas ukur	1 buah
7	Spons cuci piring	1 buah
8	Galon bekas bervolume 15 liter	8 buah
9	pH meter	1 buah
10	Termometer	1 buah
11	Lux meter	1 buah
12	Pengaduk	1 buah
13	Label	1 set
14	Kain lap	1 buah
15	Gunting	1 buah
16	Penggaris	1 buah
17	Spidol permanen	1 buah
18	Rafiah	1 gulung
19	Sarung tangan karet	1 pasang
20	Jas lab	1 buah
21	Kamera	1 buah
22	Alat tulis	1 set

2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1	Bibit tanaman <i>Azolla pinnata</i>	1 kilo gram
2	Limbah sayur sawi hijau	400 gram
3	Limbah kulit buah naga	400 gram
4	Limbah kulit buah nanas	400 gram
5	Daun papaya	280 gram
6	Daun trembesi	260 gram
7	Daun kelor	260 gram
8	Biang promic	400 mili liter
9	Air bersih	10 liter
10	Air Sungai	100 liter

C. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang terdiri dari serangkaian faktor yang mempengaruhi hasil dari variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Biowash-promic dari limbah sayur sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun pepaya, dan daun kelor dengan konsentrasi yang berbeda.

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah berat basah, berat kering, dan kandungan protein tanaman *Azolla pinnata*.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan jenis variabel yang dikendalikan atau diatur agar tidak mempengaruhi hasil pengamatan terhadap variabel yang menjadi fokus penelitian atau variabel terikat. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah komposisi limbah sayur sawi hijau 400 gram, kulit buah naga 400 gram, kulit buah nanas 400 gram, daun pepaya 280 gram, daun trembesi 260 gram, dan daun kelor 260 gram. spesies *Azolla pinnata*, tempat penelitian, wadah yang digunakan dalam budidaya tanaman *Azolla pinnata*, pH air 5 - 9, suhu 18°C - 28°C, dan intensitas cahaya 10 klux - 30 klux.

D. Desain Eksperimen

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Desain penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas 4 perlakuan aplikasi Biowash-promic (B). Masing-masing faktor perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Sehingga didapatkan 16 nampan yang berisi *Azolla pinnata*.

Taraf perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

B0: Biowash-promic 0 ml/liter air sungai

B1: Biowash-promic 25 ml/liter air sungai

B2: Biowash-promic 35 ml/liter air sungai

B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai

E. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Biowash-promic

Prosedur pembuatan Biowash-promic yaitu limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun pepaya, dan daun kelor dibersihkan dengan menggunakan air. Setelah itu limbah dipotong-potong dengan ukuran yang lebih kecil. Lalu bahan-bahan seperti air bersih 10 liter, limbah sawi hijau 400 gram, kulit buah naga 400 gram, kulit buah nanas 400 gram, daun pepaya 280 gram, daun trembesi 260 gram, daun kelor 260 gram, dan biang *promic*/starter 400 mili liter dimasukkan ke dalam ember cat volume 20 liter. Kemudian didiamkan (fermentasi) selama 3 hari dalam jerigen yang ditutup. Dalam proses fermentasi, wadah tidak harus kedap udara karena proses fermentasi bisa terjadi melalui proses aerob dan anaerob. Pemberian tutup pada ember cat hanya berfungsi agar tidak ada serangga yang masuk. Lalu disisakan 3-5 cm ruang kosong dalam wadah dan jangan diisi penuh karena pada ruang yang tersisa tersebut digunakan untuk tempas gas hasil fermentasi. Setelah Biowash-promic jadi, lalu dipisahkan antara ampas dengan airnya. Air hasil fermentasi tersebut kemudian digunakan dalam pembuatan larutan stok Biowash sebanyak 2 x 15 liter pada masing-masing konsentrasi yang berbeda yaitu pada galon B1: 25 ml/liter, B2: 35 ml/liter, B3: 45 ml/liter.

2. Pembuatan larutan stok Biowash-promic

Pada pembuatan larutan stok yaitu dengan disiapkan 2 galon untuk masing-masing perlakuan dan diberikan tanda pembeda dengan menggunakan spidol permanen. Lalu galon diisi pada B0: tanpa Biowash-promic/15 liter air sungai, B1: ditambahkan Biowash-promic 375 ml/15 liter air sungai, B2: ditambahkan Biowash-promic 525 ml/15 liter air sungai, dan B3: ditambahkan Biowash-promic 675 ml/15 liter air sungai. Kemudian larutan stok tersebut disimpan dan digunakan pada waktu

ketika dibutuhkan penambahan larutan pada setiap nampan sesuai perlakuan.

3. Preparasi budidaya *Azolla pinnata*

Tempat budidaya menggunakan nampan. Sebelumnya nampan berukuran 51 cm x 35,5 cm x 6 cm disiapkan sebanyak 16 buah yang sudah dicuci menggunakan air bersih, kemudian diisikan air menggunakan larutan stok sesuai konsentrasi pemberian Biowash-promic pada masing-masing nampan sebanyak 4 liter dengan ketinggian air 4 cm per masing-masing nampan. Lalu diberi tanda menggunakan spidol permanen pada ketinggian air 4 cm agar mempermudah dalam penambahan larutan stok Biowash-promic. Kemudian bibit *Azolla pinnata* yang sehat dengan ciri daun berwarna hijau dan akar berwarna putih agak kecoklatan diletakkan sebanyak 60 gram pada masing-masing nampan.

4. Pemeliharaan

Pengecekan dilakukan setiap 2 hari sekali pada larutan air budidaya *Azolla pinnata*. Apabila larutan turun dari garis ketinggian yang sudah diberi tanda, maka air pada nampan ditambahkan dengan larutan stok Biowash-promic sehingga didapatkan ketinggian air yang selalu sama. Hal ini dilakukan hingga 21 hari setelah penanaman. Pada hari ke 21 setelah penanaman baru dilakukan pemanenan *Azolla pinnata*.

5. Pengecekan fisikokimia

Pengecekan fisikokimia dilakukan dalam rentan waktu 2 hari sekali. Pengecekan fisikokimia meliputi pH air menggunakan pH meter, suhu air menggunakan termometer, dan intensitas cahaya menggunakan lux meter. Kemudian hasil dari pengecekan fisikokimia tersebut dirata-rata dan digunakan sebagai pendukung hasil parameter yang akan diteliti.

6. Pemanenan *Azolla pinnata*

Setelah pembudidayaan selama 21 hari, *Azolla pinnata* dapat dipanen. *Azolla pinnata* yang berada pada masing-masing nampan selanjutnya ditimbang untuk mengetahui berat basahanya. Setelah itu, *Azolla pinnata* dibagi menjadi 2 bagian dengan memindahkan *Azolla* ke

wadah yang baru. Setelah pembagian *Azolla* menjadi 2 bagian tersebut kemudian dihitung berat kering dan diuji kadar proteinnya.

7. Penimbangan berat basah *Azolla pinnata*

Berat basah diukur dengan cara ditimbang seluruh bagian tanaman setelah pemanenan dengan menggunakan timbangan digital.

8. Penimbangan berat kering *Azolla pinnata*

Berat kering diukur dengan cara *Azolla* dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 90°C selama 2 x 24 jam. Kemudian setelah mengering, seluruh bagian tanaman *Azolla pinnata* ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

9. Pengujian kadar protein *Azolla pinnata*

Pengujian kadar protein dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas PGRI Semarang. Berdasarkan SNI 01-2354.4-2006, pengujian kadar protein menggunakan metode Kjeldahl yang terdapat tiga tahap, diantaranya tahap destruksi, tahap destilasi, dan tahap titrasi.

a) Tahap Destruksi

- 1) Sejumlah sampel (100 – 250 mg) ditimbang dan setelah itu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl.
- 2) Lalu didalam labu Kjeldahl ditambahkan 1.0 ± 0.1 gram K_2SO_4 , 40 ± 10 mg HgO dan 2 ± 0.1 ml H_2SO_4 .
- 3) Selanjutnya ditambahkan 2 – 3 butir batu didih. Sampel dididihkan selama 1-1.5 jam dengan kenaikan suhu secara bertahap sampai cairan menjadi jernih dan dinginkan.

b) Tahap Destilasi

- 1) Ditambahkan sedikit aquades secara perlahan lewat dinding labu dan digoyangkan secara pelan agar kristal yang terbentuk larut kembali.
- 2) Isi labu dipindahkan ke dalam alat destilasi dan labu dibilas sebanyak 5 – 6 kali dengan 2 ml aquades.
- 3) Air cucian dipindahkan ke dalam labu destilasi dan ditambahkan 8 - 10 ml larutan 60% NaOH-5% $Na_2S_2O_3$.

- 4) Erlenmeyer 250 ml yang berisi 5 ml larutan H_3BO_3 dan 2-4 tetes indikator metilen red-metilen blue diletakkan di bawah kondensor.
- 5) Diujung kondensor harus terendam di bawah larutan H_3BO_3 .
- 6) Dilakukan destilasi sehingga diperoleh sekitar 15 ml destilat.

c) Tahap Titration

Standarisasi Larutan HCl 0.02 N

- 1) Larutan HCl 0.02 N sebanyak 25 ml dimasukkan dengan pipet ke dalam Erlenmeyer 250 ml, lalu ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein 1%.
- 2) Lalu larutan HCl 0.02 N dititration dengan NaOH 0.02 N yang telah distandarisasi.
- 3) Volume NaOH yang diperlukan dicatat untuk dititration hingga warna larutan berubah menjadi merah muda.
- 4) Lalu dihitung normalitas larutan HCl.

Titration destilat dengan HCl 0.02 N standar

- 1) Destilat diencerkan di dalam erlenmeyer hingga kira-kira 50 ml.
- 2) Kemudian dititration dengan HCl 0.02 N terstandar sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu.
- 3) Lalu dicatat volume HCl 0.02 N terstandar yang diperlukan untuk titration
- 4) Penetapan blanko 1. dengan prosedur yang sama seperti pada sampel, dilakukan analisis untuk blanko (tanpa sampel).
- 5) Volume HCl 0.02 N standar yang digunakan dicatat untuk titration blanko.
- 6) Kemudian dihitung dengan rumus faktor konversi.

F. Analisis dan Interpretasi Data

Data penelitian yang digunakan diambil melalui penimbangan berat basah *Azolla pinnata*, berat kering *Azolla pinnata*, dan teknik pengujian lab pada penentuan kandungan protein *Azolla pinnata* dengan SNI 01-2354.4-2006. Data kuantitatif yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis secara

statistik dengan menggunakan analisis One Way Anova (*Analisis of Variance*) pada taraf 5% untuk melihat pengaruh dari masing-masing perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Berdasarkan perlakuan yang telah dilakukan, sebelum pengujian ANOVA maka data yang diperoleh akan diuji dulu homogenitasnya. Rumus uji homogenitas adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^k ni(\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_1} ni(\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}$$

Kriteria untuk menerima dan menolak hipotesis yaitu jika $W < F$ tabel pada taraf uji 5%, maka H_0 diterima yang berarti data bersifat homogen. Data yang dihasilkan sudah homogen kemudian dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam ANOVA untuk data percobaan pada Rancangan Acak lengkap (RAL). Menurut (Gomez dan Gomez, 1995), sebagai berikut:

Sk	Db	Jk	Kt	FH	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	$t - 1 = V_1$	JKP	JKP/V_1	KTP/KTG	$F(V_1, V_2)$	
Galat	$(rt-1)(t-1) = V_2$	JKG	JKG/V_2			
Total	$Rt-1$	JKP + JKG				

Sumber: Kwanchai A. Gomez dan Arturo A. Gomez (1995)

Keterangan

- t : banyaknya perlakuan
- r : banyaknya ulangan
- Sk : sumber keragaman
- Jk : jumlah kuadrat
- KT : kuadrat tengah
- JKP : jumlah kuadrat perlakuan
- Db : derajat bebas
- n : jumlah ulangan
- FH : F hitung

1. Menghitung t sebagai banyaknya perlakuan dan r banyaknya ulangan, untuk menentukan derajat bebas (d.b.) setiap sumber keragaman sebagai berikut:

$$\text{d.b. umum} = (r)(t) - 1$$

$$\text{d.b. perlakuan} = t - 1$$

$$\text{d.b. galat} = t(r - 1)$$

2. Menggunakan X_i untuk menunjukkan pengukuran petak ke-i. T_i sebagai jumlah perlakuan ke-1 dan n sebagai banyaknya petak percobaan [yaitu $n = (r).(t)$], untuk menghitung faktor koreksi dan berbagai jumlah kuadrat (JK) adalah sebagai berikut:

$$\text{Faktor koreksi (F.K)} = \frac{G^2}{n^2}, \text{ Dimana } D = \sum x$$

$$\text{JK umum} = \sum_{i=1}^n X_1^2 - \text{F.K}$$

$$\text{JK perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^n X_1^2}{r} - \text{F.K}$$

$$\text{JK galat} = \text{JK umum} - \text{JK perlakuan}$$

3. Menghitung kuadrat tengah (KT) untuk setiap sumber keragaman dengan membagi JK dengan d.b. yang bersangkutan :

$$\text{KT perlakuan} = \frac{\text{JT perlakuan}}{t-1}$$

$$\text{KT galat} = \frac{\text{JT galat}}{t-1}$$

4. Menghitung nilai F untuk menguji beda nyata perbedaan perlakuan. Dengan catatan, disini F harus dihitung hanya apabila d.b. galat cukup besar untuk menduga ragam galat yang dapat dipertanggung jawabkan sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{JT perlakuan}}{\text{KT galat}}$$

5. Mencari nilai F tabel dengan $f_1 = \text{d.b. perlakuan} = (t-1)$ dan $f_2 = \text{d.b. galat} = t(r-1)$

6. Menghitung Koefisien Keragaman

$$\text{KK} = \frac{\sqrt{\text{KT galat}}}{\text{rataaan umum}} \times 100\%$$

Jika nilai F hitung $>$ F table pada taraf nyata 5 % atau 1 % dinyatakan berbeda sangat nyata atau signifikan, berarti H_0 ditolak, H_1 diterima.

Berdasarkan nilai KK pada penelitian ini, uji beda yang sebaiknya Uji Duncan (JNTD).

Prosedur uji JNTD adalah sebagai berikut:

Tahap 1. Menghitung nilai Sd

$$Sd = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

Tahap 2. Menghitung nilai $BNT\alpha$

$$BNT\alpha = t\alpha(v) \cdot Sd$$

Dimana $t\alpha(v)$ - nilai baku t-student pada taraf uji α dan derajat bebas galat v.

Tahap 3. Menentukan $R_{\alpha(p,v)} \frac{BNT\alpha}{\sqrt{2}} = R_{\alpha(p,v)} \cdot (t \cdot S_y)$

Dimana $R_{\alpha(p,v)}$ = nilai baku factor R (range) pada taraf uji a jarak P (=part) dan derajat bebas galat v. oleh karena $R.t = P\alpha$ (-Duncan), maka $JNTD\alpha = P_{\alpha(p,v)} \cdot S_y$

Tahap 4. Data rerata hasil percobaan diurutkan menurut mutu nilainya mulai dari nilai terkecil sampai terbesar, jika pengaruh perlakuan perlakuan bersifat positif atau jika pengaruh perlakuan - perlakuan bersifat negatif.

Tahap 5. Mencari selisih dari rata-rata antara dua pasangan perlakuan yang hendak diuji, selisih yang berjarak satu ranking.

Tahap 6. Membandingkan selisih tersebut dengan hasil uji $JNTD\alpha$

Untuk menerima atau menolak hipotesis penelitian menggunakan kriteria sebagai berikut:

1. Jika rata-rata perlakuan < hasil uji JNTD, artinya antara kedua perlakuan tidak ada pengaruh nyata (tidak berbeda nyata).
2. Jika rata-rata > hasil uji JNTD, artinya antara kedua perlakuan ada pengaruh yang nyata (berbeda nyata).

Selanjutnya akan diperiksa kembali dengan IBM SPSS statistic 26.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil penelitian tentang pengaruh Biowash-promic berbahan dasar limbah sswi hijau, kulit buah naga dan nanas terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein *Azolla pinnata* sebagai berikut:

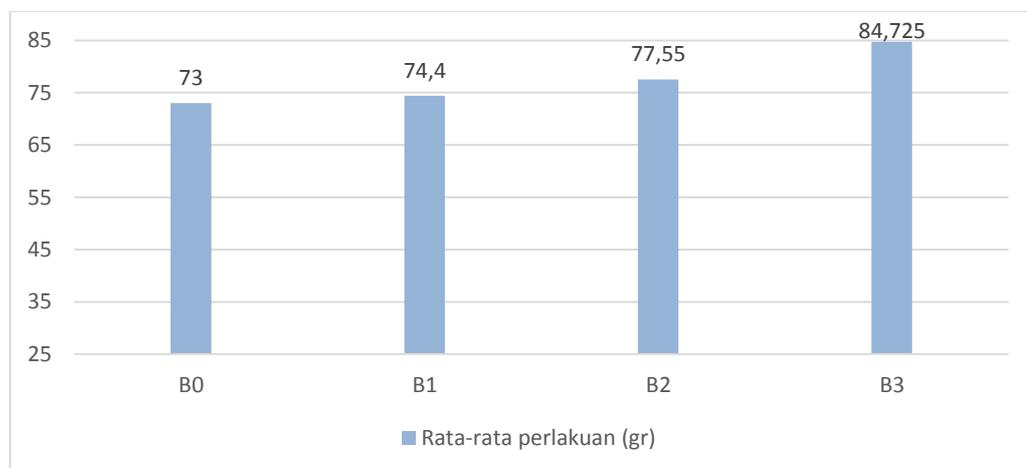
1. Hasil uji berat basah *Azolla pinnata*

Data hasil pengujian yang dilakukan setelah panen didapatkan hasil berat basah pada *Azolla pinnata* sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Uji berat basah *Azolla pinnata*

Perlakuan	Berat Basah <i>Azolla pinnata</i> (gram)				Rerata Perlakuan
	Ulangan				
	1	2	3	4	
B0	73,2	73,4	72,3	73,1	73,000
B1	71,8	75,4	74,9	75,5	74,400
B2	77,1	77,6	78,2	77,3	77,550
B3	82,2	83,8	93,8	79,1	84,725

Lalu untuk melihat adanya perbedaan hasil pada setiap perlakuan pemberian Biowash-promic terhadap berat basah *Azolla pinnata* maka dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Grafik 4. 1. Rata-rata hasil uji berat basah *Azolla pinnata* (gram)

Keterangan

B0: Biowash-promic 0 ml/liter air sungai

B1: Biowash-promic 25 ml/liter air sungai

B2: Biowash-promic 35 ml/liter air sungai

B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai

Berdasarkan tabel 4.1. dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh Biowash-promic terhadap berat basah *Azolla pinnata*. Hasil tertinggi yaitu pada perlakuan B3 (\bar{X} B3= 84,725) yaitu Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Sedangkan perlakuan yang menghasilkan paling rendah yaitu B0 sebagai kontrol (\bar{X} B0= 73) yaitu pada perlakuan Biowash-promic 0 ml/liter air sungai.

Data rata-rata selanjutnya akan dianalisis menggunakan ANOVA. Hasil analisis pengaruh Biowash-promic terhadap berat basah *Azolla pinnata* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 2. Hasil uji ANOVA pengaruh pemberian Biowash-promic terhadap berat basah *Azolla pinnata*

Sk	DB	JK	KT	FH	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	328,147	109,382	9,956	3,49	5,95
Galat	12	131,838	10,986			
Total	15	459,984				

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa F hitung (9,956) > F tabel 5% (3,49) maka dapat disimpulkan bahwa pemberian Biowash-promic memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah tanaman *Azolla pinnata* dengan taraf kepercayaan 95%.

Selanjutnya dilakukan pengujian Uji Duncan (JNTD) untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian Biowash-promic terhadap berat basah tanaman *Azolla pinnata* yang dapat dilihat pada tabel 4.3. dibawah ini:

Tabel 4. 3. Hasil Uji Duncan (JNTD) berat basah *Azolla pinnata*
 Hasil Uji Duncan berat basah *Azolla pinnata*

Duncan ^a	Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
	kontrol/biowash 0 ml	4	73,000	
	biowash 25 ml	4	74,400	
	biowash 35 ml	4	77,550	
	biowash 45 ml	4		84,725
	Sig.		0,089	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Berdasarkan hasil uji Duncan terdapat 2 subset untuk taraf signifikansi 5%. Pada subset tersebut antara perlakuan B0, B1, B2 tidak berbeda nyata, namun perlakuan B0, B1, B2 berbeda nyata dengan perlakuan B3. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi Biowash-promic 45 ml/liter air sungai dapat memberikan hasil yang baik untuk penambahan berat basah tanaman *Azolla pinnata*.

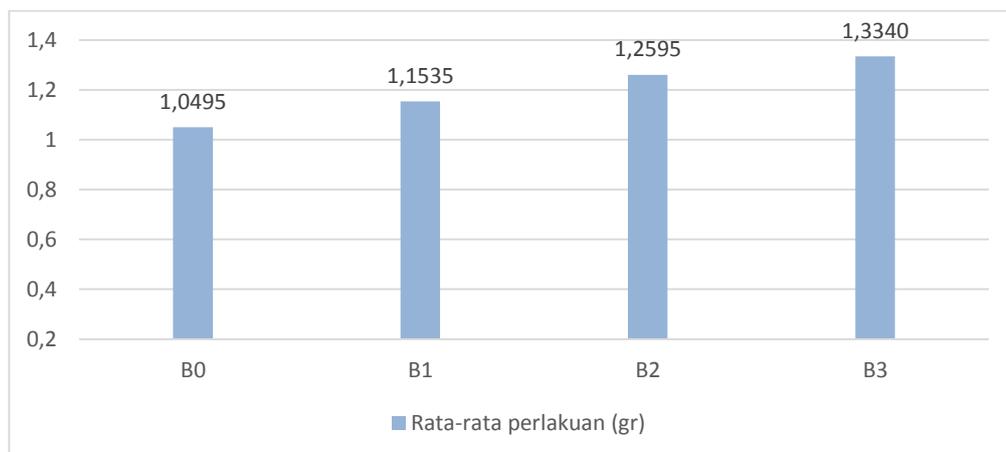
2. Hasil uji berat kering *Azolla pinnata*

Data hasil pengujian yang dilakukan setelah panen didapatkan hasil berat kering pada *Azolla pinnata* sebagai berikut:

Tabel 4. 4. Uji berat kering *Azolla pinnata*

Perlakuan	Berat Kering <i>Azolla pinnata</i> (gram)				Rerata Perlakuan
	Ulangan				
	1	2	3	4	
B0	1,050	1,052	1,031	1,065	1,0495
B1	1,148	1,146	1,130	1,190	1,1535
B2	1,317	1,242	1,200	1,279	1,2595
B3	1,334	1,335	1,337	1,330	1,3340

Lalu untuk melihat adanya perbedaan hasil pada setiap perlakuan pemberian Biowash-promic terhadap berat kering *Azolla pinnata* maka dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Grafik 4. 2. Rata-rata hasil uji berat kering *Azolla pinnata* (gram)

Keterangan

B0: Biowash-promic 0 ml/liter air sungai

B1: Biowash-promic 25 ml/liter air sungai

B2: Biowash-promic 35 ml/liter air sungai

B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai

Berdasarkan tabel 4.4. dapat dilihat bahwa pengaruh pemberian Biowash-promic terhadap *Azolla pinnata* memberikan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan B3 (\bar{X} B3= 1,334) yaitu pada pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Sedangkan perlakuan dengan hasil paling rendah yaitu pada kontrol/B0 (\bar{X} B0= 1,0495) yaitu Biowash-promic 0 ml/liter air sungai.

Data rata-rata selanjutnya akan dianalisis menggunakan ANOVA. Hasil analisis pengaruh Biowash-promic terhadap berat kering *Azolla pinnata* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5. Hasil uji ANOVA pengaruh pemberian Biowash-promic terhadap berat kering *Azolla pinnata*

Sk	DB	JK	KT	FH	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,185	0,062	73,218	3,49	5,95
Galat	12	0,010	0,001			
Total	15	0,195				

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa F hitung (73,218) > F tabel 5% (3,49) maka dapat disimpulkan bahwa pemberian Biowash-promic

memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman *Azolla pinnata* dengan taraf kepercayaan 95%.

Selanjutnya digunakan Uji Duncan (JNTD) untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas terhadap berat kering tanaman *Azolla pinnata* yang dapat dilihat pada tabel 4.6. sebagai berikut:

Tabel 4. 6. Hasil Uji Duncan (JNTD) berat kering *Azolla pinnata*
Hasil Uji Duncan berat kering *Azolla pinnata*

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Duncan ^a kontrol/biowash 0 ml	4	1,04950			
biowash 25 ml	4		1,15350		
biowash 35 ml	4			1,25950	
biowash 45 ml	4				1,33400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Berdasarkan hasil uji Duncan terdapat 4 subset untuk taraf signifikansi 5%. Pada subset tersebut antara perlakuan B0, B1, B2, dan B3 berbeda nyata. Nilai beda nyata paling tinggi yaitu pada perlakuan B3 dengan pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi Biowash-promic 45 ml/liter air sungai dapat memberikan hasil yang terbaik untuk penambahan berat kering tanaman *Azolla pinnata*.

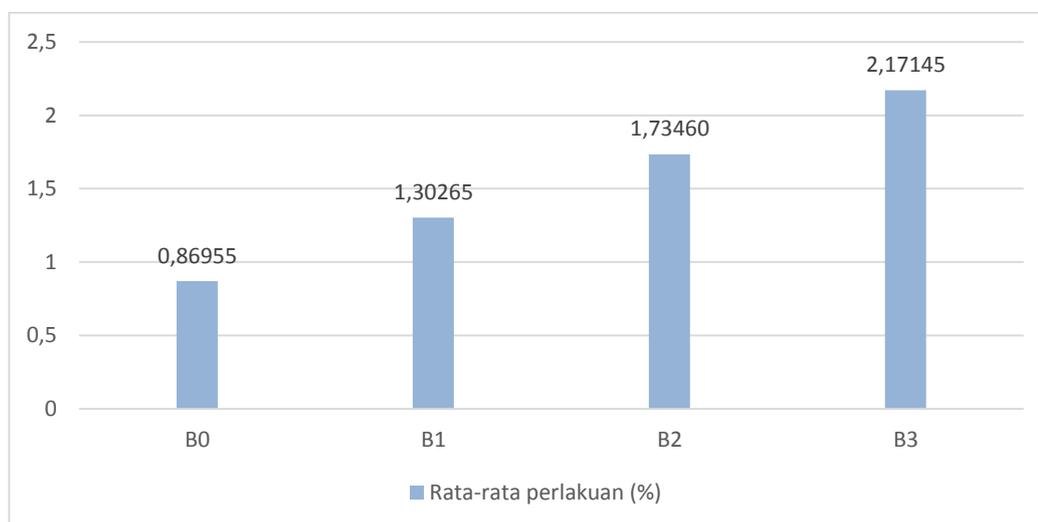
3. Hasil uji kadar protein *Azolla pinnata*

Data hasil pengujian yang dilakukan setelah panen didapatkan hasil kadar protein pada *Azolla pinnata* sebagai berikut:

Tabel 4. 7. Uji kadar protein *Azolla pinnata*

Perlakuan	Kadar Protein <i>Azolla pinnata</i> (%)				Rerata Perlakuan
	Ulangan				
	1	2	3	4	
B0	0,8683	0,8658	0,8760	0,8681	0,86955
B1	1,3028	1,2952	1,3079	1,3047	1,30265
B2	1,7266	1,7347	1,7412	1,7359	1,73460
B3	2,1763	2,1753	2,1656	2,1686	2,17145

Lalu untuk melihat adanya perbedaan hasil pada setiap perlakuan pemberian Biowash-promic terhadap kadar protein *Azolla pinnata* maka dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

Grafik 4. 3. Rata-rata hasil uji kadar protein *Azolla pinnata* (%)

Keterangan

B0: Biowash-promic 0 ml/liter air sungai

B1: Biowash-promic 25 ml/liter air sungai

B2: Biowash-promic 35 ml/liter air sungai

B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai

Berdasarkan tabel 4.7. dapat dilihat bahwa pengaruh pemberian Biowash-promic terhadap *Azolla pinnata* memberikan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan B3 (\bar{X} B3= 2,17145) yaitu pada pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Sedangkan perlakuan dengan hasil paling rendah yaitu pada kontrol/B0 (\bar{X} B0= 0,86955) yaitu Biowash-promic 0 ml/liter air sungai.

Data rata-rata selanjutnya akan dianalisis menggunakan ANOVA. Hasil analisis pengaruh Biowash-promic terhadap kadar protein *Azolla pinnata* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8. Hasil uji ANOVA pengaruh pemberian biowash terhadap kadar protein *Azolla pinnata*

Sk	DB	JK	KT	FH	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	3,763	1,254	44722,499	3,49	5,95
Galat	12	0,000	0,000			
Total	15	3,763				

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa F hitung (44722,499) > F tabel 5% (3,49) maka dapat disimpulkan bahwa pemberian Biowash-promic memberikan pengaruh nyata terhadap kadar protein tanaman *Azolla pinnata* dengan taraf kepercayaan 95%.

Selanjutnya digunakan Uji Duncan (JNTD) untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas terhadap kadar protein tanaman *Azolla pinnata* yang dapat dilihat pada tabel 4.9. sebagai berikut:

Tabel 4. 9. Hasil Uji Duncan (JNTD) kadar protein *Azolla pinnata*
Hasil Uji Duncan kadar protein *Azolla pinnata*

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Duncan ^a kontrol/ biowash 0 ml	4	0,869550			
biowash 25 ml	4		1,302650		
biowash 35 ml	4			1,734600	
biowash 45 ml	4				2,171450
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Berdasarkan hasil uji Duncan terdapat 4 subset untuk taraf signifikansi 5%. Pada subset tersebut antara perlakuan B0, B1, B2, dan B3 berbeda nyata. Nilai beda nyata paling tinggi yaitu pada perlakuan B3 dengan pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai yaitu 2,171450. Sedangkan nilai beda nyata paling rendah yaitu pada B0 sebagai kontrol dengan Biowash-promic 0 ml/liter air sungai yaitu 0,869550.

B. Pembahasan

Azolla pinnata memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga bagus untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Oleh karena itu, *Azolla pinnata* butuh untuk dibudidayakan. Proses pertumbuhan pada *Azolla pinnata* membutuhkan unsur hara yang cukup. Penelitian ini menggunakan Biowash-promic untuk pemenuhan unsur hara tersebut. Pemberian Biowash-promic tersebut mengetahui adakah pengaruh dari pemberian Biowash-promic terhadap pertumbuhan *Azolla pinnata*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil sebagai berikut:

1. Pengaruh Biowash-promic terhadap berat basah *Azolla pinnata*

Berdasarkan hasil pengujian dengan menimbang berat basah *Azolla pinnata* dan dengan hasil analisis data menggunakan ANOVA secara statistik menunjukkan hasil pada tabel 4.1. yaitu $F_{hitung} (9,956) > F_{tabel} (3,49)$ pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Biowash-promic memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah tanaman *Azolla pinnata*.

Lalu dilanjutkan dengan analisis menggunakan uji duncan untuk mengetahui beda nyata antara perlakuan. Diketahui pada antara B0, B1, dan B2 tidak berbeda nyata. Hal ini dikarenakan ketika proses penimbangan membutuhkan waktu yang cukup lama dan penimbangan dilakukan satu-persatu pada masing-masing nampan sehingga menyebabkan adanya penurunan kadar air pada tanaman yang mendapatkan bagian pengujian paling akhir. Oleh karena itu hasil dari penimbangan berat basah cenderung

bias. Meskipun demikian, dari hasil analisis tersebut diketahui hasil bahwa pada perlakuan B3 berbeda nyata dengan B0, B1, dan B2. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan B3: 45 ml Biowash-promic/liter air sungai dapat menghasilkan berat basah tanaman *Azolla pinnata* yang baik. Konsentrasi 45 ml Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas memiliki unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan pada konsentrasi 0 ml, 25 ml, dan 35 ml Biowash-promic.

Terpenuhinya unsur hara yang cukup akan mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik. Apabila tanaman tercukupi unsur hara fosfor maka sistem perakaran akan menjadi semakin baik sehingga dapat menyerap unsur hara lain dengan lebih baik. Unsur hara yang akan terserap dengan baik seperti unsur hara N anorganik berupa nitrat (NO_3) yang terserap oleh tanaman dan terpenuhi dengan baik, maka akan semakin banyak melakukan penyusunan klorofil. Akibatnya proses fotosintesisnya akan berjalan lancar. Tentunya proses fotosintesis tersebut juga dibantu dengan adanya unsur hara K^+ (Marginingsih et al., 2018). Faktor yang mendasari tanaman menghasilkan glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) yang banyak dari proses fotosintesis yaitu adanya pertumbuhan tanaman yang baik. Glukosa berfungsi sebagai substrat respirasi dan sebagai bahan struktural penyusun sel tanaman. Dengan demikian akan berpengaruh terhadap berat basah tanaman. Suhenda et al. (2021) menyatakan bahwa tersedianya unsur hara yang dapat diserap tanaman dengan baik, maka akan menghasilkan pertumbuhan daun lebih lebar dan fotosintesis terjadi lebih banyak. Hasil fotosintesis berupa glukosa inilah yang digunakan dalam penyusunan sel-sel batang, daun dan akar sehingga dapat mempengaruhi berat basah tersebut.

Menurut Marsiwi et al. (2015) unsur hara makro seperti NPK sangat diperlukan dalam proses pertumbuhan tanaman. Berat basah pada tanaman *Azolla pinnata* dapat meningkat karena tanaman juga mengandung protoplasma yang berfungsi sebagai penyimpanan O_2 dan CO_2 . Protoplasma dapat mengikat air sehingga hal ini akan meningkatkan berat basah pada tanaman. Selain unsur hara, ketersediaan air juga sangat penting bagi proses

metabolisme tanaman. Apabila tanaman hidup di tempat yang memiliki ketersediaan air yang rendah ataupun tinggi maka proses metabolisme primer pada tanaman tersebut akan terganggu. Oleh karena itu, ketersediaan air bagi tanaman harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhannya.

Menurut Syarif et al. (2016) pertumbuhan vegetatif dan proses metabolisme yang berjalan dengan maksimal akan memperbesar ukuran tanaman sehingga berat basah tanaman meningkat. Menurut Arifiansyah et al. (2020) berat basah tanaman merupakan hasil dari adanya aktivitas metabolisme tanaman dan kandungan air jaringan, unsur hara dan hasil metabolisme. Senyawa-senyawa tersebut yang kemudian menyusun jaringan dan organ sehingga berat basah tanaman meningkat. Tanaman menyerap unsur hara untuk pertumbuhannya, unsur hara NO_3 yang berfungsi untuk memperlebar daun, lalu K^+ menyediakan ketersediaan klorofil dan mengatur pembukaan dan penutupan stomata pada proses fotosintesis, sedangkan unsur hara P berfungsi untuk memperbaiki sistem perakaran sehingga dapat menyerap air dengan baik. Lalu tanaman melakukan proses fotosintesis dan menghasilkan glukosa, glukosa tersebut kemudian dimanfaatkan tanaman dalam proses metabolisme dan menghasilkan selulosa, pati, protein, lemak, dan asam lemak. Senyawa-senyawa tersebut menyebar diseluruh bagian tanaman *Azolla pinnata* dan memperlebar sel jaringan tanaman sehingga tanaman mengalami pertumbuhan yaitu bertambahnya ukuran tanaman. Lalu dilakukan penimbangan berat basah tanaman dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang masih segar agar mengetahui adanya keterserapan air, unsur hara, dan hasil metabolit yang sudah berhasil menyusun organ-organ sel dan pertumbuhan pada *Azolla pinnata*. Berat basah yang tinggi maka menunjukkan tersedianya kandungan air, unsur hara, pati, selulosa, protein, lemak, dan asam lemak yang baik pada *Azolla pinnata*.

2. Pengaruh Biowash-promic terhadap berat kering *Azolla pinnata*

Berdasarkan tabel 4.4. menunjukkan perlakuan B3: Biowash 45 ml/liter air sungai menghasilkan berat kering paling tinggi dengan nilai rerata 1.334. Sedangkan yang memberikan hasil paling rendah yaitu pada B0: biowash 0 ml/liter air sungai yang digunakan sebagai kontrol dengan nilai rerata perlakuan yaitu 1.0495. Lalu dianalisis menggunakan ANOVA dan mendapatkan hasil bahwa $F_{hitung} (73,218) > F_{tabel} \% (3,49)$ maka dapat disimpulkan bahwa pemberian Biowash-promic memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman *Azolla pinnata* dengan taraf kepercayaan 95%. Selanjutnya untuk mengetahui adanya beda nyata tiap perlakuan maka dilakukan uji duncan (JNTD) yang menghasilkan perbandingan antara perlakuan B0, B1, B2, dan B3 terdapat beda nyata. Beda nyata dengan nilai terbesar yang menunjukkan perlakuan terbaik yaitu pada B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai yaitu 1,33400. Hal ini dikarenakan kandungan unsur hara yang tinggi sehingga tanaman dapat berfotosintesis dengan baik dan menghasilkan zat fotosintat untuk digunakan dalam metabolisme tanaman.

Pengujian berat kering digunakan untuk mengetahui hasil metabolisme tanaman. Berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik, yaitu air dan CO_2 . Berat kering merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa glukosa (Nugroho, 2015). Adanya peningkatan proses fotosintesis akan meningkatkan pula hasil fotosintesis berupa senyawa- senyawa organik yang akan ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman dan berpengaruh terhadap berat kering tanaman (Sari, 2018). Hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis akan meningkatkan berat kering karena pengambilan CO_2 sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO_2 .

Menurut Nugraheni et al. (2018) apabila pertumbuhan relatif tanaman lebih cepat maka hasil fotosintesis lebih baik yang akhirnya berpengaruh pada peningkatan berat kering tanaman. Semakin sedikitnya volume air

menyebabkan penurunan berat kering tanaman. Sedikitnya air yang diserap tanaman menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ukuran dan volume sel-sel pada tanaman, sehingga organ tanaman tidak dapat tumbuh dengan sempurna. Pada tanaman yang kekurangan air akan berpengaruh terhadap penurunan bobot kering. Akibat dari cekaman dapat juga menyebabkan pertumbuhan ukuran dan jumlah sel tanaman menjadi terhambat, pertumbuhan bahan padat atau komponen sel-sel tidak terlalu meningkat, akibatnya berpengaruh terhadap berat kering tanaman.

Berat kering tanaman menggambarkan hasil akhir dari proses fotosintesis berupa fotosintat pada tanaman yang sudah tidak mengandung air. Hasil dari proses fotosintesis adalah glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang kemudian glukosa digunakan tanaman untuk menghasilkan senyawa yang lebih kompleks pada tanaman berupa pati dan selulosa. Pati yang dihasilkan lalu disimpan dalam berbagai sel tanaman. Selain itu glukosa tersebut akan bereaksi dengan nitrat yang diserap tanaman melalui akar dan menghasilkan asam amino. Asam amino tersebut lalu dirangkai membentuk protein dan menghasilkan enzim. Glukosa pada tanaman juga dimanfaatkan oleh tanaman untuk pembuatan lemak. Prosesnya yaitu glukosa dan pati diubah oleh enzim menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak dan gliserol lalu membentuk gliserida yang hasilnya pada pembentukan lemak dalam jaringan tumbuhan. Tumbuhan mengalami proses metabolisme yang terdiri dari anabolisme dengan memanfaatkan glukosa dari hasil fotosintesis. Proses metabolisme tanaman yaitu pembentukan senyawa yang lebih besar dari molekul-molekul yang lebih kecil, diantaranya yaitu pati, selulose, protein, lemak dan asam lemak (Dwi et al., 2015). Kemudian dilakukan penghitungan berat kering tanaman untuk mengetahui kandungan hasil metabolisme tanaman tersebut dengan mensintesis air dan CO_2 . Berat kering ini berguna untuk mengetahui berapa banyak kandungan senyawa pati, selulose, protein, lemak dan asam lemak ketika *Azolla pinnata* akan diberikan untuk pakan ternak.

3. Pengaruh Biowash-promic terhadap kadar protein *Azolla pinnata*

Berdasarkan tabel 4.7. rerata kandungan kadar protein *Azolla pinnata* paling tinggi yaitu pada B3 (2,17145) dengan perlakuan pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Sedangkan paling rendah yaitu pada kontrol/B0 (0,86955) dengan perlakuan Biowash-promic 0 ml/liter air sungai. Kemudian pada tabel 4.8. hasil uji sidik ragam ANOVA yang menunjukkan adanya pengaruh nyata pemberian Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas terhadap kadar protein *Azolla pinnata*.

Hasil dari uji lanjut yang telah dilakukan diketahui hasil bahwa terdapat beda nyata perbandingan antara B0, B1, B2, dan B3. Beda nyata terbesar yaitu pada perlakuan B3 (2,171450) dengan pemberian Biowash-promic 45 ml/liter air sungai. Hal ini dikarenakan adanya ketersediaan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan *Azolla pinnata*. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka unsur hara yang terkandung akan semakin banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Solichin & Badrudin (2020) bahwa semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan maka kandungan unsur hara yang diterima oleh tanaman akan semakin tinggi.

Menurut Fitriani et al. (2018) bahwa kandungan protein pada tanaman *Azolla* mencapai 23 – 30%. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menyamakan agar kandungan protein sesuai dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui adanya peningkatan kadar protein dengan memberikan perlakuan yang berbeda menggunakan Biowash-promic dari limbah sawi hijau, kulit buah naga dan kulit buah nanas dengan konsentrasi yang berbeda. Dikarenakan dengan adanya perbedaan perlakuan yang diberikan, maka hasil kadar proteinnya juga berbeda.

Biowash-promic memiliki kandungan NO_3 yang dihasilkan dari proses dekomposisi yang dilakukan oleh bakteri pada unsur N dari bahan dasar limbah organik. Hasil dekomposisi tersebut mengubah N organik menjadi N anorganik yaitu NO_3 dan NH_4 . Sedangkan yang dapat langsung diserap oleh tanaman adalah NO_3 . Peranan utama NO_3 dalam tanaman

adalah sebagai unsur penyusun protein dan merupakan unsur dalam molekul klorofil. Tumbuhan membentuk protein dari CO_2 , H_2O , dan NO_3 . Pemberian nitrogen yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan sintesis protein, pembentukan klorofil yang menyebabkan warna daun menjadi lebih hijau dan meningkatkan ratio pucuk akar (Sarif et al., 2015). Pemberian nitrogen pada dosis yang tepat akan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan glukosa dari proses fotosintesis, lalu glukosa dimanfaatkan dalam proses metabolisme dan menghasilkan protein pada tanaman, akibatnya pertumbuhan dan produksi tanaman meningkat (Fauzi et al., 2021.).

Protein ditemukan pada daun muda dan pada bagian tubuh lainnya seperti polong, dan buah. Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Tumbuhan menyerap unsur-unsur hara dalam tanah melalui akar dan disalurkan keseluruh bagian tanaman sampai ke daun sehingga tumbuhan membentuk protein dan melakukan perombakan (proses katabolisme). Nitrat (NO_3) berperan dalam pembentukan sel, jaringan, dan organ tanaman. Nitrat (NO_3) berfungsi sebagai bahan sintesis klorofil, protein, dan asam amino (Warganegara et al., 2017). Oleh karena itu kehadirannya dibutuhkan dalam jumlah besar, terutama saat pertumbuhan vegetatif. Terbentuknya protein bermula dari proses anabolisme dan kemudian dirombak pada tumbuhan tersebut melalui proses katabolisme. Kandungan protein dalam tumbuhan dapat dilihat dari keterserapan nitrogen dalam proses pertumbuhannya. Kandungan (NO_3) merupakan unsur paling dominan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. *Azolla pinnata* sangat memerlukan (NO_3) untuk pembentukan protein dan apabila kekurangan (NO_3) maka kandungan protein pada *Azolla pinnata* akan berkurang (Laka & Wangge, 2018). Apabila kadar protein pada *Azolla pinnata* tinggi. Lalu digunakan sebagai pakan ternak maka pemenuhan protein untuk ternak akan tercukupi dengan baik.

4. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan *Azolla pinnata*

Selain itu, ada faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Azolla pinnata* yaitu faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi diantara seperti pH, suhu, dan intensitas cahaya. Pengukuran pH pada media air budidaya dilakukan menggunakan pH meter. Pengukuran ini bertujuan untuk menjaga agar pH pada air tidak kurang dari 5 dan tidak lebih dari 9. Karena jika pH kurang dari 5 maka akar *Azolla pinnata* menjadi halus, agak putih, dan kurang dalam proses penyerapan unsur haranya. Sedangkan jika pH lebih dari 9 maka *Azolla pinnata* akar akan berubah menjadi coklat tua agak kehitaman dan berakhir mati. Lalu dilakukan pengukuran suhu air menggunakan thermometer. Pengukuran suhu bertujuan agar suhu tetap konstan antara 18°C hingga 28°C. Jika kurang dari 18°C atau lebih dari 28°C, maka pertumbuhan *Azolla pinnata* kurang optimal. Selanjutnya yaitu melakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter. pertumbuhan *Azolla* yang baik maka membutuhkan intensitas cahaya antara 10 klux - 30 klux (Effendi & Ilahi, 2019).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari, dimana menurut BMKG pada bulan tersebut terjadi cuaca ekstrim berupa hujan lebat yang turut memicu terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir dan longsor di beberapa daerah. Dikarenakan adanya curah hujan yang cukup tinggi pada saat pelaksanaan penelitian sehingga memberikan pengaruh yang kurang baik bagi tanaman *Azolla pinnata* karena proses fotosintesisnya terganggu yang disebabkan karena berkurangnya kebutuhan intensitas cahaya matahari. Menurut (Effendi & Ilahi, 2019) jika *Azolla* kekurangan cahaya matahari maka *Azolla* akan tumbuh kerdil, lalu berubah mengkerut, hingga berakhir mati. Selama pembudidayaan, pH air sebagai media tumbuhnya sudah konstan berada pada pH 6 sampai 8. Lalu pada suhu air budidaya berada pada suhu antara 26°C - 27°C. Meskipun suhu yang dibutuhkan *Azolla pinnata* dalam pertumbuhannya yaitu antara 18°C - 28°C, sedangkan pada penelitian ini pada suhu 26°C - 27°C yang berarti berada pada batas atas suhu yang ditentukan sebagai syarat tumbuhnya, maka hal ini juga turut

mempengaruhi pertumbuhan *Azolla pinnata*. Tentunya akan berbeda hasil dari *Azolla pinnata* yang tumbuh pada suhu 18°C dengan *Azolla pinnata* yang tumbuh pada suhu 28°C (Golzary et al., 2021).

5. Hasil kelayakan e-modul sebagai bahan ajar materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability*

Penelitian mengenai Biowash-promic limbah sayur sawi hijau, kulit buah naga dan nanas terhadap *Azolla pinnata* dapat digunakan sebagai topik e-modul materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability* sebagai bahan ajar di dalam pembelajaran biologi kelas X SMA. Hal ini karena di dalam e-modul tersebut terdapat materi mulai dari konsep perubahan lingkungan, pengertian pencemaran lingkungan, macam-macam pencemaran lingkungan, dampak pencemaran lingkungan, sampai dengan upaya mengatasi pencemaran lingkungan yang sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

a. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E (kelas X), peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

b. Alur Tujuan Pembelajaran

- 1) Memahami dan menjelaskan konsep perubahan lingkungan.
- 2) Memahami dan menganalisis jenis pencemaran lingkungan.
- 3) Mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran lingkungan
- 4) Mengidentifikasi dan merumuskan solusi penanggulangan pencemaran lingkungan.

c. Tujuan Pembelajaran

- 1) Peserta didik mampu memahami dan menjelaskan konsep perubahan lingkungan dengan baik.

- 2) Peserta didik mampu memahami dan menganalisis jenis pencemaran lingkungan dengan tepat.
- 3) Peserta didik mampu mengidentifikasi penyebab dan dampak pencemaran lingkungan dengan tepat.
- 4) Peserta didik mampu merumuskan solusi penanggulangan pencemaran lingkungan dengan tepat.
- 5) Peserta didik mampu mempraktekkan pemanfaatan limbah menjadi Biowash-promic dengan tepat.
- 6) Peserta didik mampu mengimplementasikan biowash sebagai pupuk organik cair dengan tepat.

E-modul materi perubahan lingkungan yang bermuatan sustainability menggunakan model pengembangan 4-D yaitu define (pendefinisian), design (perancangan), develop (pengembangan), dan disseminate (penyebarluasan).

1. Define (pendefinisian)

Berdasarkan pengalaman PLP yang telah dilaksanakan, diketahui bahwa saat ini dalam melakukan pembelajaran di sekolah, guru masih menggunakan PPT atau buku-buku yang masih umum belum kontekstual. Kontekstual dibutuhkan untuk pemecahan masalah sehari-hari bagi siswa. Adanya E-Modul ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi, minat dalam belajar siswa. Selain itu, e-modul juga menjadi pilihan yang tepat karena dapat diakses melalui website atau internet dan dapat membuat siswa menjadi mandiri dalam belajar sehingga pembelajaran lebih efisien.

2. Design (perancangan)

E-Modul yang dirancang menggunakan hubungan antara CP, ATP, dan TP. Pada tahap ini E-Modul materi perubahan lingkungan bermuatan sustainability yang mencakup aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pada bagian awal E-Modul terdapat pendahuluan yang berisi capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan

petunjuk penggunaan E-Modul. Selanjutnya terdapat konsep sustainability yang dapat dimengerti oleh siswa. Kemudian terdapat materi pembelajaran, uji kompetensi, lembar kegiatan siswa dan daftar pustaka.

3. Develop (pengembangan)

Tahap pengembangan modul disini untuk memperoleh validasi. Validasi terdiri dari dua yaitu validasi materi dan validasi sustainability. Validator ahli materi bertujuan untuk pengujian kebenaran dari isi materi, format modul dan kemungkinan keterlaksanaan pembelajaran menggunakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Sedangkan validator ahli sustainability bertujuan untuk mengetahui keterkaitan materi antara pertumbuhan dan perkembangan dengan aspek-aspek mengenai sustainability.

Hasil penelitian tersebut dapat digunakan dalam pembuatan E-Modul materi perubahan lingkungan bermuatan sustainability kelas X yang dapat diakses melalui website. Seiring perkembangan teknologi yang mengalami peningkatan, E-Modul menjadi pilihan yang tepat karena dapat diakses melalui website atau internet dan dapat membuat siswa menjadi mandiri dalam belajar sehingga pembelajaran lebih efisien. E-Modul materi perubahan lingkungan ini dapat dikaitkan dengan konsep sustainability, diharapkan siswa dapat menghubungkan dengan kehidupan sehari-hari seperti sikap peduli dalam pemanfaatan limbah organik agar dapat dijadikan sebagai pupuk organik, sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik, meminimalisir pencemaran akibat dari pupuk anorganik dan dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas dan sehat. Contohnya penggunaan Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga, dan kulit buah nanas sebagai pupuk organik cair. Siswa dapat melakukan perubahan, pengembangan meliputi kehidupan sosial budaya, ekonomi dan lingkungan secara berkesinambungan sehingga dapat menghasilkan kondisi yang nyaman, aman di masa sekarang maupun masa yang akan datang tanpa merusak

apapun dan menciptakan lingkungan yang sehat setelah memahami konsep dari sustainability. E-modul disini digunakan sebagai belajar mandiri oleh siswa. Guru hanya bertugas sebagai pembimbing dan membantu siswa dalam menyelesaikan kendala dan tugas atau latihan yang terdapat didalam e-modul: <https://sites.google.com/view/e-modul-faila-siva-sholechah/halaman-muka>

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan mengenai pengaruh pemberian Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun kelor, dan daun pepaya terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Biowash-promic dari limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun kelor, dan daun pepaya memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat basah *Azolla pinnata*. Berat basah paling tinggi yaitu pada perlakuan B3: Biowash-promic 45 ml/liter air sungai.
2. Biowash-promic dari limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun kelor, dan daun pepaya memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering *Azolla pinnata*. Perlakuan terbaik yang berpengaruh pada berat kering *Azolla pinnata* yaitu B3 dengan konsentrasi Biowash-promic 45 ml/liter air sungai.
3. Biowash-promic dari limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun kelor, dan daun pepaya memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein *Azolla pinnata*. Konsentrasi terbaik untuk kadar protein *Azolla* menunjukkan pada perlakuan B3 dengan menggunakan Biowash-promic 45 ml/liter air sungai.
4. Hasil penelitian layak digunakan sebagai topik e-modul untuk siswa kelas X SMA pada materi perubahan lingkungan bermuatan *sustainability*.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengkombinasikan antara Biowash-promic limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas dengan pupuk organik cair (POC) terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin Y.A., Mahayu W.L., dan Siti A.M., (2021). *Pengaruh Pemangkasan dan Konsentrasi Eco Enzyme terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Tanaman Junggulan (Crassocephalum crepidioides)*. Jurnal Agronisma, 9(2): 134– 142.
- Andyarini K.T, D. Pranitasari, P. Hermastuti, D. Prastuti, N.S. Soadah. (2022). *Program Pendampingan Pemberdayaan Kelompok Dasawisma: Gerakan Olah Sampah Organic 1 Detik Menjadi Media Tanam*. Progress Conference. E-ISSN: 2622-304X, P-ISSN: 2622-3031.
- Aprilia, A., & Subiyantoro. (2022). *Peluang dan Tantangan: (Bisnis Di Era Disrupsi Industri)*. Jurnal Eduscience (JES), 9(2).
- Arifiansyah, S., Nurjasmi, R., & Ruswadi, D. (2020). *Pengaruh Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Wheatgrass (Triticum Aestivum L.)*. Jurnal Ilmiah Respati (Vol. 11, No. 2). <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/pertanian>
- Dewi, Sri, M.A., & Lestari, N.A.P. (2020). *E-Modul Interaktif Berbasis Proyek terhadap Hasil Belajar Siswa*. JIPP, 4(3).
- Dwi, A., Ratri, S., Pujiasmanto, & B., Yunus, D. A. (2015). Efek Naungan dan Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kunyit Di Kismantoro, Wonogiri. *Caraka Tani-Journal of Sustainable Agriculture* (Vol. 30, Issue 1).
- Efendi. (2020). *Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi POC Urin Kelinci terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (Lactuca sativa L.)*. BIOFARM Jurnal Ilmiah Pertanian, Vol. 16, No.1.
- Effendi, I., & Ilahi, I. (2019). *Teknik Budidaya Azolla Microphylla pada Media Ember dan Kolam Terpal*. 1(1).
- Fauzi, I., Sulistyawati, & Purnamasari, R.T. 2021. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Varietas Samhong King. Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan Volume 5, Nomor 2, Hal. 37-43.
- Hamawi, M., Thamrin Sebayang, H., Setyono Yudo Tyasmoro (2015). *Pengaruh Dosis P dalam Fosfat Alam pada Peningkatan Biomasa Azolla Microphylla Kaulfuss. Effect of P Dose of Natural Phosphate on Increasing Biomass of Azolla microphylla Kaulfuss*. Gontor AGROTECH Science Journal, 2(1).

- Imansari, N., & Sunaryantiningsih, I. (2017). *Pengaruh Penggunaan E-Modul Interaktif Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. VOLT : Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 2(1).
- Karyanto, S.A., Pungut, & Widodo. (2022). *Pupuk Organik Cair dari Limbah Sayur (Kangkung, Bayam, Sawi)*. Jurnal Teknik WAKTU, 20(01).
- Kesmayanti, Novisrayani. (2021). *Analisis Peran Azolla Pinnata pada Pertumbuhan Vegetatif Beberapa Varietas Padi (Oryza sativa L.)*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian.
- Laka, M., & Wangge, E. S. A. (2018). *Uji Kandungan Protein pada Beberapa Varietas Umbi Ubi Kayu (Manihot Esculenta Crantz) yang Dihasilkan Di Desa Randotonda, Kecamatan Ende, Kabupaten Ende*. AGRICA, 11(1), 43–50.
- Lestari, P.T., & Irhasyuarna, Y. (2022). *Pengaruh Pemberian Limbah Kulit Nanas (Ananas comusus L) sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum L)*,1(3).
- Lolodatu, Y., Nugroho Jati, W., & Zahida, F. (2019). *Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembelean Dan Daun Pepaya Sebagai Pengendali Ulat Grayak (Spodoptera litura F.) Pada Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum L.) Utilization of Extract Tembelean Leaf and Pepaya Leaf for Pest Control Armyworms (Spodoptera litura F.) in Chili Plant (Capsicum annum L.)* (Vol. 4, Issue 2).
- Makleat, M., Ernawati, E., Raodati, I. I., Kelvindus, Y. F., Dina Corella, M., Yoga, & A. S., Lestari. (2023). *Sosialisasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Desa Lili Kelurahan Camplong Kecamatan Fatuleu Kabupaten Kupang*. JURNAL FLOBAMORATA MENGABDI Prodi PGSD FKIP Universitas Muhammadiyah Kupang (Vol. 1, Issue 1).
- Marginingsih, S.R., Nugroho, S.A., & Dzakiy, A.M. 2018. *Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair pada Nutrisi AB Mix terhadap Pertumbuhan Caisim (Brassica juncea L.) pada Hidroponik Drip Irrigation System*. Jurnal Biologi & Pembelajarannya (Vol. 5, No. 1).
- Marsiwi, T., Purwanti, S., & Prajitno, D. (2015). *Pengaruh Jarak Tanam dan Takaran Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Benih Kacang Hijau (Vigna radiata L. Wilczek)*. Jurnal Vegetalika (Vol. 4, No. 2).
- Miftarul Anzila, S., & Asngad, A. (2022). *Efektivitas Kombinasi POC Bonggol Pisang Dan Daun Kelor Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica Rapa L.) dengan Metode Hidroponik*. In *Jurnal Pendidikan Biologi* (Vol. 9). <https://journal.unilak.ac.id/index.php/BL>

- Misbah, Muhammad. (2019). *Peternakan Terpadu Berbasis Azolla Bagi Warga Desa Kalikesur Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas*. Jurnal AI=Khidmah, 2(1).
- N. M., W., & KUSUMAWATI, N. N. C. (2023). *Productivity Asystasia gangetica (L.) Subsp. Micrantha Fertilized by Dragon Fruit Waste*. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 26(1), 27. <https://doi.org/10.24843/mip.2023.v26.i01.p05>
- Nugroho, S.W. (2015). *Penetapan Standar Warna Daun sebagai Upaya Identifikasi Status Hara (N) Tanaman Jagung (Zea mays L.) pada Tanah Regosol*. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/pt.2015.034.8-15>
- Perwita, A. D., & Saptana, N. (2020). *Peran Wirausaha Pertanian dalam Menghadapi Era Disrupsi Inovasi*. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(1), 41. <https://doi.org/10.21082/fae.v37n1.2019.41-58>
- Prasadana, D.E., Dwipa., N. M. Witariadi, & I K. Mangku Budiasa. (2021). *Pertumbuhan dan Hasil Rumpuk Gajah Kate (Pennisetum purpureum cv. Mott) yang Dipupuk dengan Pupuk Cair Limbah Buah Naga dengan Dosis Berbeda*. *Jurnal Pastura*, 11(1): 63 – 68.
- Prasetyo, A. dkk. 2022. *Pengaruh Pupuk Organik Cair Dan Pupuk Majemuk NPK terhadap Pertumbuhan Setek Batang Cincau Hijau (Premna oblongifolia Merr) Di Tanah Gambut*. *Jurnal AGRI PEAT*, Vol. 23 No. 2: 82 – 95.
- Premana, A., Fitralisma, G., Yulianto, A., Zaman, M. B., & Wiryo, M. A. (2020). *Pemanfaatan Teknologi Informasi pada Pertumbuhan Ekonomi dalam Era Disrupsi 4.0*. In *Jurnal Economic Management (JECMA)* (Vol. 1).
- Purnama, A., Mutakin, J., Nafia'ah, H. H. (2021). *Pengaruh Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) Azolla pinnata dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.)*. *Jurnal Agroteknologi dan Sains (JAGROS)*, Vol. 6 ; No. 1: hal 65 – 77.
- Samah, E., Tulim, A., Sriyanto, D., Situmeang, M., & Silvia Dewi, D. (2022). *Sosialisasi Budidaya Tanaman Azolla Sebagai Pakan Ternak di Pasantren Darussalam Guntur Batubara Socialization of Azolla Plant Cultivation as Animal Feed at Darussalam Guntur Batubara Islamic Boarding School*. *Jurnal PKM Journal Liaison Academia and Society (J-LAS)* <https://j-las.lemkomindo.org/index.php/J-LAS>
- Sarah, Lady, Sembiring, M., & Hidayat, B. (2023). *Media Terbaik Untuk Pertumbuhan Jenis Azolla microphylla dan Azolla pinnata*. *Agroland:*

Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 30(2), hal: 112–120.
<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i2.1635>

- Sarif, P., Hadid, A., & Wahyudi, I. (2015). *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea*. *Jurnal Agrotekbis*, 3(5), 585–591.
- Sary, E.J.M., M., Huljannah, M., Darmawan, D. N., Azwar, & B., Harfian. (2023). *Identifikasi Keanekaragaman Pteridophyta Di Sungai Belida Desa Kartamulia Kec. Gelumbang Kab. Muara Enim*. Prosiding SEMNAS BIO 2023 UIN Raden Fatah Palembang.
- Setiawati, Ivone. (2021). *Biowash Promic Olah Sampah Organik menjadi Media Tanam atau Pupuk dalam 1 Detik*. Balai Penelitian dan Pengembangan Inovasi Daerah Provinsi Sumatera Selatan.
- Siagian, G. & Masni, V.S. (2021). *Pengaruh Pemberian Pakan Azolla Mikrophylla terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus)*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(2).
- Soekiswati, S., Sulistyani, S., Lestari, N., Sintowati, R., & Fauziah, N. F. (2022). *Pengelolaan Sampah Bernilai Ekonomis Di Desa Jetis: Upaya Perubahan Perilaku Peduli Sampah*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Medika*, 80–86. <https://doi.org/10.23917/jpmmedika.v2i2.637>
- Solichin, A., & Badrudin, D. U. (2020). *Pengaruh Konsentrasi dan Interval Aplikasi Pupuk Organik Cair Urin Kelinci Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Wortel (Daucus carota L.)*. *BIOFARM Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(1).
- Suhastyo, A. A., Tri, F., Program, R., Agroindustri, S., Banjarnegara, P., Raya, J., Km, M., & Banjarnegara, K. (2021). *Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Daun Kelor dan Cangkang Telur terhadap Pertumbuhan Sawi Samhong (Brassica juncea L.)*. *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 6(1).
- Suhenda, Nurjismi, R., & Kusuma, A.V.C. (2021). *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Urin Domba terhadap Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.) dengan Sistem Sumbu*. *Jurnal Ilmiah Respati (Vol. 12, No. 2)*. <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/pertanian>
- Sunaryo, D., & Serang Raya, U. (2020). *Optimalisasi Pemanfaatan Tumbuhan Azzola (Azolla Pinnata) sebagai Pemberdayaan Sumber Pendapatan Masyarakat Penerima Bantuan Langsung Tunai yang Terdampak Covid-19 Di Desa Sukaratu Kecamatan Cikeusal Kabupaten Serang (Vol. 1, Issue 2)*. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/HMN>

- Suryani, L., Noer Hodijah, S. R., & Taufik, A. N. (2022). *Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Science Process Skills dengan Tema Transportasi si-Hijau untuk Melatih Keterampilan Komunikasi Sains Siswa SMP Kelas VIII*. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 322–330. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.322-330>
- Syamsiyah, J., Herdiansyah, G., Hartati, S., & Suryono, S. (2021). *Pengenalan Budidaya Azolla untuk Mendukung Pengembangan Pertanian Organik*. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 5(1), 38. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i1.44865>
- Syarif, M., Rosmawaty, T., & Sutriana, S. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Bio Organik Plus dan Urea terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Timun Suri (Cucumis sativus L.)*. *Jurnal Dinamika Pertanian* Volume XXXIII Nomor 1 April 2017 (55-68)
- Utomo, B., & Purwanti, S. (2023). *Aplikasi Limbah Daun Trembesi (Samanea Saman Jacq Merr) sebagai Pupuk Hijau terhadap Pertumbuhan Tanaman Bunga Matahari (Helianthus Anuus L.)*. *Journal of Applied Plant Technology*, 2(1): 74-85.
- Warganegara, G. R., Ginting, Y. C., & Kushendarto, K. (2017). *Pengaruh Konsentrasi Nitrogen Dan Plant Catalyst Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) Secara Hidroponik*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2). <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i2.116>
- Wicaksono, A., Muhammad, F., Wasiq Hidayat dan Damang Suryanto, J., & Besar Perikanan Budidaya Air Payau, B. (2018). *Pengaruh Komposisi Azolla pinnata Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Bandeng (Chanos chanos Forsskal) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara* (Vol. 20, Issue 2).
- Widianingrum, D.C., N. Dewi, W.I.D. Fanata U. Sholikhah. (2021). *Pengembangan Budidaya Azolla Mycrophilla Sebagai Alternatif Pakan Ternak dan Pemanfaatannya sebagai Pupuk Bio Organik di Wilayah Masyarakat Desa Baletbaru, Sukowono*. *JAMALI- Jurnal Abdimas Madani dan Lestari*, 3(01): 11 – 19.
- Wulandari, Retno., dan Ria, N. N. (2019). *Identifikasi Tingkat KPS Mahasiswa Praktikum Pembiasan Kaca Plan Paralel Menggunakan Panduan Praktikum Berbasis E-Modul*. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 3(2), 47-57.
- Zulfida, I. & Rahmaniah (2022). *All Fields of Science J-LAS Budidaya Pakan Ternak Azolla Cultivation of Azolla Animal Feed*. *AFoSJ-LAS*, 2(4). <https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/index>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Biowash-promic

Persiapan bahan yang digunakan dalam pembuatan Biowash-promic



Limbah sawi hijau
sebanyak 400 gram



Limbah kulit buah
nanas sebanyak
400



Limbah kulit buah
naga sebanyak 400



Limbah daun papaya
sebanyak 280 gram



Limbah daun kelor
sebanyak 260 gram



Limbah daun
trembesi sebanyak
260

Proses pembuatan Biowash-promic



Limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun papaya, daun kelor, dan daun trembesi dicuci dan dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil



Lalu dimasukkan air bersih sebanyak 10 liter ke dalam ember



Limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun papaya, daun kelor, dan daun trembesi yang sudah dipotong-potong lalu dimasukkan ke dalam ember



Lalu dimasukkan promic sebanyak 400 gram ke dalam ember



Bahan-bahan yang sudah dimasukkan kemudian diaduk hingga



Selanjutnya ember ditutup selama proses fermentasi yaitu tiga hari

Proses pembukaan dan pembuatan larutan stok biowash



Setelah didiamkan selama tiga hari, lalu tutup ember dibuka



Lalu dipisahkan antara ampas dengan air biowash



Dalam pembuatan larutan stok, biowash diukur sesuai takaran konsentrasi yang digunakan



Kemudian cairan biowash dimasukkan ke dalam gallon yang sudah terisi air

Lampiran 2. Aklimatisasi *Azolla pinnata*



Aklimatisasi *Azolla pinnata* dilakukan di dalam kolam ikan di Kampus 3 Universitas PGRI Semarang

Pengambilan dan penimbangan *Azolla pinnata* sebelum perlakuan



Azolla pinnata yang sudah diaklimatisasi selama tiga hari kemudian diambil dengan menggunakan saringan



Lalu *Azolla* ditimbang sebanyak 60 gram untuk masing-masing nampan

Lampiran 3. Pemberian perlakuan pada setiap nampan



Dimasukkan air sebanyak 4 liter ke dalam nampan



Lalu *Azolla pinnata* dimasukkan ke dalam masing-masing nampan perlakuan

Lampiran 4. Pengecekan fisikokimia (pH air, suhu air, dan intensitas cahaya)

Hari/Tanggal: Kamis, 11 Januari 2024					
Pengecekan pH air					Rata-rata
B0	 7,03	 7,87	 7,27	 7,16	7,33
B1	 6,95	 7,31	 7,76	 6,07	7,02
B2	 6,87	 7,76	 7,07	 7,68	7,34
B3	 6,51	 6,95	 7,12	 7,77	7,08

Pengecekan suhu air					Rata-rata	
B0	 27°C	 27°C	 27,3°C	 27,3°C	27,1 °C	
B1	 27,3°C	 27,3°C	 27°C	 27°C	27,1 °C	
B2	 27,3°C	 27°C	 27,3°C	 27,3°C	27,2 °C	
B3	 27°C	 27,3°C	 27°C	 27,3°C	27,1 °C	
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata	
Titik 1	 137 lux	Titik 2	 196 lux	Titik 3	 278 lux	203 lux

Hari/Tanggal: Sabtu, 13 Januari 2024					
Pengecekan pH air				Rata-rata	
B0	 8,37	 8,30	 8,34	 8,33	8,33
B1	 7,92	 7,96	 7,83	 8,30	7,76
B2	 8,30	 8,34	 7,86	 7,92	8,10
B3	 8,33	 7,79	 7,77	 7,76	7,91
Pengecekan suhu air				Rata-rata	
B0	 27°C	 27,5°C	 27,3°C	 27,3°C	27,2°C

B1	 27,5°C	 27,3°C	 27°C	 27,5°C	27,3 °C
B2	 27,3°C	 27,5°C	 27,3°C	 27,3°C	27,3 °C
B3	 27,5°C	 27°C	 27,3°C	 27°C	27,2 °C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1		Titik 2		Titik 3	
 3225 lux		 2592 lux		 3782 lux	
					3098 lux

Hari/Tanggal: Senin, 15 Januari 2024					
Pengecekan pH air					Rata-rata
B0	 7,96	 7,87	 7,73	 7,68	7,81
B1	 7,92	 7,74	 7,82	 7,77	7,81
B2	 7,96	 7,73	 7,27	 7,84	7,62
B3	 7,87	 7,96	 7,68	 7,27	7,69
Pengecekan suhu air					Rata-rata
B0	 27°C	 27,5°C	 27,5°C	 27°C	27,2 °C

B1	 27°C	 27°C	 27°C	 27,5°C	27,1 °C
B2	 27°C	 27,5°C	 27°C	 27°C	27,1 °C
B3	 27°C	 27,3°C	 27,5°C	 27°C	27,2 °C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1		Titik 2		Titik3	
 1341 lux		 1825 lux		 2058 lux	
					1741 lux

Hari/Tanggal: Rabu, 17 januari 2024					
Pengecekan pH air					Rata-rata
B0	 8,34	 8,30	 7,96	 8,31	8,22
B1	 8,34	 8,30	 8,30	 8,30	8,31
B2	 7,86	 8,31	 7,86	 7,96	7,99
B3	 7,96	 8,30	 8,33	 8,30	8,22
Pengecekan suhu air					Rata-rata
B0	 27,5 °C	 27 °C	 27,3 °C	 27,3 °C	27,2 °C

B1	 27,3°C	 27,5 °C	 27,5 °C	 27 °C	27,3 °C
B2	 27 °C	 27,3 °C	 27,5 °C	 27 °C	27,2 °C
B3	 27,5 °C	 27 °C	 27 °C	 27,3 °C	27,2 °C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1		Titik 2		Titik 3	
 526 lux		 393 lux		 630 lux	
					516 lux

Hari/Tanggal: Jumat, 19 Januari 2024					
Pengecekan pH air				Rata-rata	
B0	 8,34	 8,30	 7,96	 8,31	8,22
B1	 8,35	 8,30	 8,30	 8,30	8,31
B2	 7,86	 8,31	 7,86	 7,96	7,99
B3	 7,96	 8,24	 8,33	 8,30	8,20
Pengecekan suhu air				Rata-rata	

B0	 27,3°C	 27,3°C	 27,3°C	 27 °C	27,2°C
B1	 27,5°C	 27,3°C	 27,5°C	 27 °C	27,3°C
B2	 27,5°C	 27 °C	 27,3°C	 27,3°C	27,2 °C
B3	 27,3°C	 27,3°C	 27,3°C	 27,5°C	27,3 °C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1	 108 lux	Titik2	 71 lux	Titik3	 123 lux
					100 lux

Hari/Tanggal: Minggu, 21 Januari 2024					
Pengecekan pH air				Rata-rata	
B0	 8,3	 8,4	 8,3	 8,4	8,3
B1	 8,5	 8,3	 8,5	 8,4	8,4
B2	 8,2	 8,2	 8,5	 8,5	8,3
B3	 8,5	 8,5	 8,4	 8,5	8,4
Pengecekan suhu air				Rata-rata	

B0	 27,3°C	 27,5°C	 27 °C	 27,5°C	27,3°C
B1	 27 °C	 27,5°C	 27,3°C	 27,3°C	27.3°C
B2	 27,5°C	 27,3°C	 27,3°C	 27,5°C	27.4°C
B3	 27,3°C	 27 °C	 27,3°C	 27,3°C	27,2°C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1		Titik 2		Titik 3	
 1057 lux		 794 lux		 1874 lux	
					1230 lux

Hari/Tanggal: Selasa, 23 Januari 2024					
Pengecekan pH air				Rata-rata	
B0	 8,2	 8,4	 8,5	 8,5	8,4
B1	 8,4	 8,6	 8,5	 8,5	8,5
B2	 8,6	 8,6	 8,5	 8,5	8,5
B3	 8,4	 8,4	 8,5	 8,3	8,4
Pengecekan suhu air				Rata-	

					rata
B0	 27 °C	 27,3°C	 27 °C	 27,3°C	27,1°C
B1	 27 °C	 27,3°C	 27,3°C	 27,5°C	27,2°C
B2	 27,3°C	 27,3°C	 27,5°C	 27,3°C	27,3°C
B3	 27,5°C	 27,3°C	 27,3°C	 27 °C	27,2°C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1  413 lux	Titik 2  400 lux	Titik 3  625 lux	479 lux		

Hari/Tanggal: Kamis, 25 Januari 2024					
Pengecekan pH air				Rata-rata	
B0	 8,3	 8,3	 8,3	 8,5	8,3
B1	 8,4	 8,3	 8,4	 8,3	8,3
B2	 8,4	 8,2	 8,4	 8,3	8,3
B3	 8,3	 8,4	 8,2	 8,4	8,3
Pengecekan suhu air				Rata-	

					rata
B0	 27°C	 27,3°C	 27,3°C	 27°C	27,1°C
B1	 27°C	 27,3°C	 27°C	 27,3°C	27,1°C
B2	 27,3°C	 27,3°C	 27,3°C	 27°C	27,2°C
B3	 27°C	 27°C	 27°C	 27,3°C	27°C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik 1  4430 lux	Titik 2  4686 lux	Titik 3  6184 lux	5100 lux		

Hari/Tanggal: Sabtu, 27 Januari 2024

Pengecekan pH air				Rata-rata
B0	 8,3	 8,6	 8,5	8,4
B1	 8,4	 8,2	 8,3	8,3
B2	 8,3	 8,5	 8,3	8,3
B3	 8,3	 8,4	 8,4	8,3
Pengecakan suhu air				Rata-

					rata
B0	 27 °C	 27,3°C	 27 °C	 27°C	27°C
B1	 27°C	 27 °C	 27°C	 27 °C	27°C
B2	 27°C	 27°C	 27,3°C	 27°C	27°C
B3	 27 °C	 27,3°C	 27°C	 27°C	27°C
Pengecekan intensitas cahaya					Rata-rata
Titik1	 1530 lux	Titik 2	 1197 lux	Titik 3	 1947 lux
					1558 lux

Lampiran 5. Pemanenan dan pengujian parameter pada *Azolla pinnata*



Setelah dibudidayakan selama 21 hari, *Azolla pinnata* dilakukan pemanenan



Kemudian *Azolla pinnata* ditimbang dan dipisahkan antara masing-masing nampan ulangan perlakuan. Hasil penimbangan tersebut sebagai data hasil berat basah *Azolla* setelah perlakuan



Azolla pinnata dimasukkan ke dalam wadah dan diberikan identitas dan siap untuk diujikan



Azolla pinnata dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 90°C selama 2 x 24 jam

Lampiran 6. Hasil uji berat basah *Azolla pinnata*

Berat Basah <i>Azolla pinnata</i> (gram)					Rata-rata
B0	 73,2	 73,4	 72,3	 73,1	73
B1	 71,8	 75,4	 74,9	 75,5	74,4
B2	 77,1	 77,6	 78,2	 77,3	77,33
B3	 82,2	 83,8	 93,8	 79,1	84,725

Lampiran 7. Hasil uji berat kering *Azolla pinnata*

Berat Kering <i>Azolla pinnata</i> (gram)					Rata-rata
B0	 1050	 1052	 1031	 1065	1049,5
B1	 1148	 1146	 1130	 1190	1153,5
B2	 1317	 1242	 1200	 1279	1259,5
B3	 1334	 1335	 1337	 1330	1334

Lampiran 8. Hasil uji kadar protein *Azolla pinnata*



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN
TEKNOLOGI INFORMASI



LABORATORIUM TEKNOLOGI PANGAN
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

Gd Utama Lt. 1 Jl. Sidodadi Timur No. 24 Dr. Cipto Semarang Timur 50125

HASIL ANALISIS

Nama : Faila
Sampel : Azolla Pinnata
Pengujian : Kadar Protein

No	Kode Sampel	Kadar Protein (%)	No	Kode Sampel	Kadar Protein (%)
1.	B0U1	0,8699	1.	B1U1	1,3062
		0,8667			1,2995
2.	B0U2	0,8677	2.	B1U2	1,2946
		0,8639			1,2959
3.	B0U3	0,8667	3.	B1U3	1,3070
		0,8673			1,3088
4.	B0U4	0,8648	4.	B1U4	1,3062
		0,8715			1,3033
1.	B2U1	1,7241	1.	B3U1	2,1731
		1,7292			2,1796
2.	B2U2	1,7333	2.	B3U2	2,1822
		1,7361			2,1684
3.	B2U3	1,7388	3.	B3U3	2,1607
		1,7437			2,1705
4.	B2U4	1,7395	4.	B3U4	2,1748
		1,7323			2,1624

Semarang, 19 Februari 2024
Ka. Laboratorium Teknologi Pangan

Dr. Rini Umigati, S.Hut., M.Si

Laboratorium Prodi
Teknologi Pangan UPGRI

Lampiran 9. Hasil SPSS berat basah *Azolla pinnata*

Regression

Notes

Output Created	19-MAR-2024 07:32:09	
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax	<pre> REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) TOLERANCE(. 0001) /NOORIGIN /DEPENDENT Hasil /METHOD=ENTER Perlakuan /SCATTERPLOT= (*SRESID ,*ZPRED) /RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) /SAVE PRED. </pre>	
Resources	Processor Time	00:00:01,81
	Elapsed Time	00:00:01,05
	Memory Required	2400 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	568 bytes
Variables Created or Modified	PRE_1	Unstandardized Predicted Value

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Perlakuan ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Hasil

b. All requested variables entered.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.799 ^a	.639	.613	3.4457

a. Predictors: (Constant), Perlakuan

b. Dependent Variable: Hasil

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	293.761	1	293.761	24.742	<,001 ^b
	Residual	166.223	14	11.873		
	Total	459.984	15			

a. Dependent Variable: Hasil

b. Predictors: (Constant), Perlakuan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	67.838	2.110		32.149	<,001
	Perlakuan	3.832	.770	.799	4.974	<,001

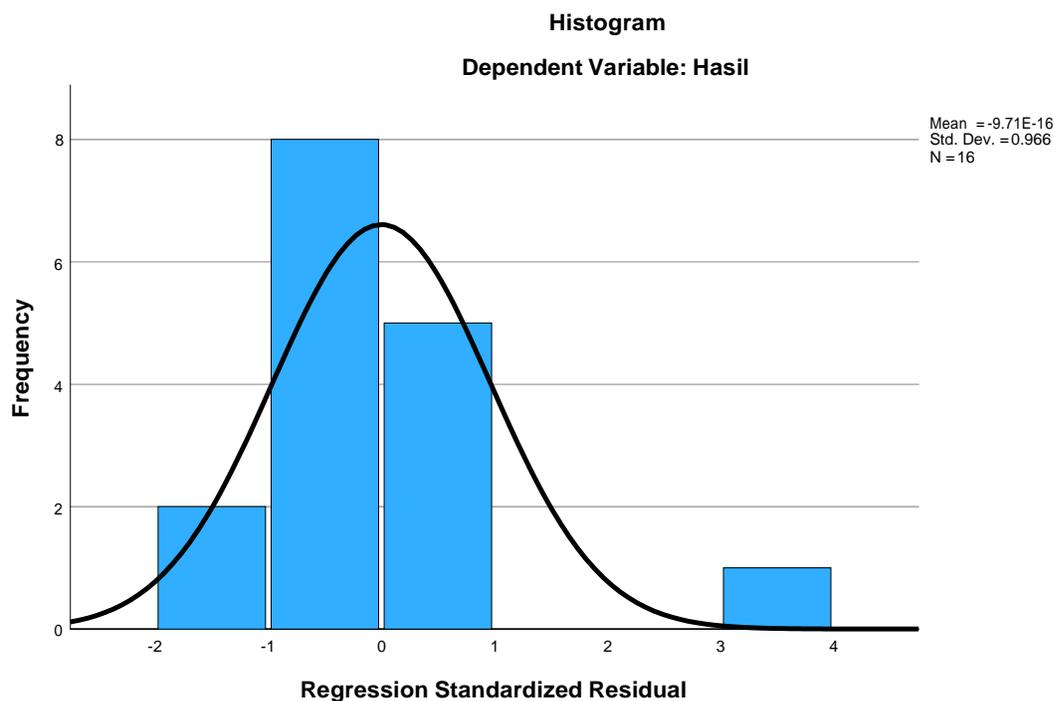
a. Dependent Variable: Hasil

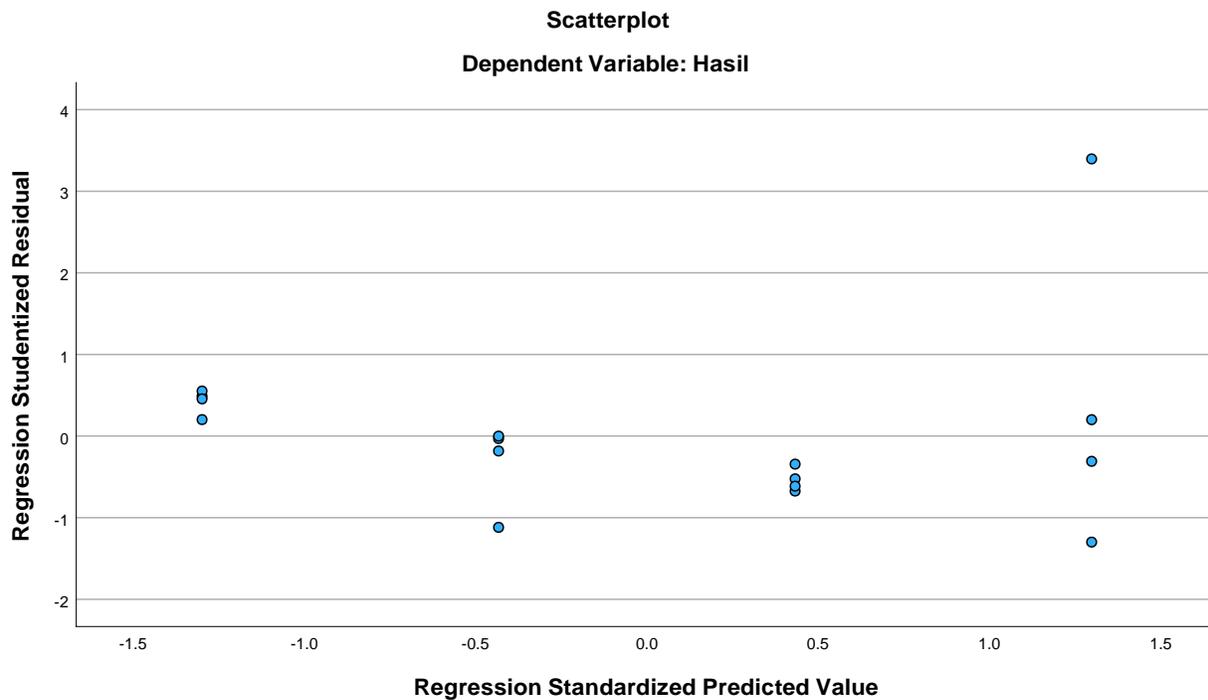
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	71.670	83.168	77.419	4.4254	16
Std. Predicted Value	-1.299	1.299	.000	1.000	16
Standard Error of Predicted Value	.944	1.441	1.193	.257	16
Adjusted Predicted Value	71.303	84.030	77.324	4.4622	16
Residual	-4.0675	10.6325	.0000	3.3289	16
Std. Residual	-1.180	3.086	.000	.966	16
Stud. Residual	-1.300	3.397	.013	1.054	16
Deleted Residual	-4.9303	12.8879	.0946	3.9649	16
Stud. Deleted Residual	-1.336	7.812	.287	2.079	16
Mahal. Distance	.188	1.688	.938	.775	16
Cook's Distance	.000	1.224	.100	.303	16
Centered Leverage Value	.013	.112	.063	.052	16

a. Dependent Variable: Hasil

Charts





NPar Tests

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:34:51
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable (s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /K-S(NORMAL)=PRE_1 /MISSING ANALYSIS /KS_SIM CIN(99) SAMPLES(10000).	

Notes

Resources	Processor Time	00:00:00,03
	Elapsed Time	00:00:00,05
	Number of Cases Allowed ^a	786432

a. Based on availability of workspace memory.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Predicted Value	
N		16	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	77.4187500	
	Std. Deviation	4.42538981	
Most Extreme Differences	Absolute	.167	
	Positive	.167	
	Negative	-.167	
Test Statistic		.167	
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.200 ^d	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^e	Sig.	.258	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.247
		Upper Bound	.269

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

e. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

Oneway

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:36:24
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax	ONEWAY Hasil BY Perlakuan /ES=OVERALL /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /CRITERIA=CILEVEL (0.95) /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).	
Resources	Processor Time	00:00:00,02
	Elapsed Time	00:00:00,05

Descriptives

Hasil

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol/biowash 0 ml	4	73.000	.4830	.2415	72.231	73.769
biowash 25 ml	4	74.400	1.7531	.8765	71.610	77.190
biowash 35 ml	4	77.550	.4796	.2398	76.787	78.313
biowash 45 ml	4	84.725	6.3568	3.1784	74.610	94.840
Total	16	77.419	5.5377	1.3844	74.468	80.370

Descriptives

Hasil

	Minimum	Maximum
kontrol/biowash 0 ml	72.3	73.4
biowash 25 ml	71.8	75.5
biowash 35 ml	77.1	78.2
biowash 45 ml	79.1	93.8
Total	71.8	93.8

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	4.538	3	12	.024
	Based on Median	2.060	3	12	.159
	Based on Median and with adjusted df	2.060	3	3.694	.258
	Based on trimmed mean	3.960	3	12	.036

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	328.147	3	109.382	9.956	.001
Within Groups	131.838	12	10.986		
Total	459.984	15			

ANOVA Effect Sizes^a

		Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Hasil	Eta-squared	.713	.223	.808
	Epsilon-squared	.642	.029	.760
	Omega-squared Fixed-effect	.627	.027	.748
	Omega-squared Random-effect	.359	.009	.497

a. Eta-squared and Epsilon-squared are estimated based on the fixed-effect model.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-1.4000	2.3438	.561
		biowash 35 ml	-4.5500	2.3438	.076
		biowash 45 ml	-11.7250*	2.3438	<.001
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	1.4000	2.3438	.561
		biowash 35 ml	-3.1500	2.3438	.204
		biowash 45 ml	-10.3250*	2.3438	<.001
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	4.5500	2.3438	.076
		biowash 25 ml	3.1500	2.3438	.204
		biowash 45 ml	-7.1750*	2.3438	.010
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	11.7250*	2.3438	<.001
		biowash 25 ml	10.3250*	2.3438	<.001
		biowash 35 ml	7.1750*	2.3438	.010

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-6.507	3.707
		biowash 35 ml	-9.657	.557
		biowash 45 ml	-16.832	-6.618
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	-3.707	6.507
		biowash 35 ml	-8.257	1.957
		biowash 45 ml	-15.432	-5.218
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	-.557	9.657
		biowash 25 ml	-1.957	8.257
		biowash 45 ml	-12.282	-2.068
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	6.618	16.832
		biowash 25 ml	5.218	15.432
		biowash 35 ml	2.068	12.282

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

Hasil

		N	Subset for alpha = 0.05	
Perlakuan			1	2
Duncan ^a	kontrol/biowash 0 ml	4	73.000	
	biowash 25 ml	4	74.400	
	biowash 35 ml	4	77.550	
	biowash 45 ml	4		84.725
	Sig.		.089	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 10. Hasil SPSS berat kering *Azolla pinnata*

Regression

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:50:54
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		<pre> REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) TOLERANCE(. 0001) /NOORIGIN /DEPENDENT Hasil Perlakuan /METHOD=ENTER Perlakuan /SCATTERPLOT= (*SRESID ,*ZPRED) /RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) /SAVE PRED. </pre>
Resources	Processor Time	00:00:01,95
	Elapsed Time	00:00:01,05
	Memory Required	2400 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	568 bytes
Variables Created or Modified	PRE_1	Unstandardized Predicted Value

[DataSet0]

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Perlakuan ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Hasil

b. All requested variables entered.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.971 ^a	.943	.938	.028302

a. Predictors: (Constant), Perlakuan

b. Dependent Variable: Hasil

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.184	1	.184	229.879	<,001 ^b
	Residual	.011	14	.001		
	Total	.195	15			

a. Dependent Variable: Hasil

b. Predictors: (Constant), Perlakuan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.959	.017		55.348	<,001
	Perlakuan	.096	.006	.971	15.162	<,001

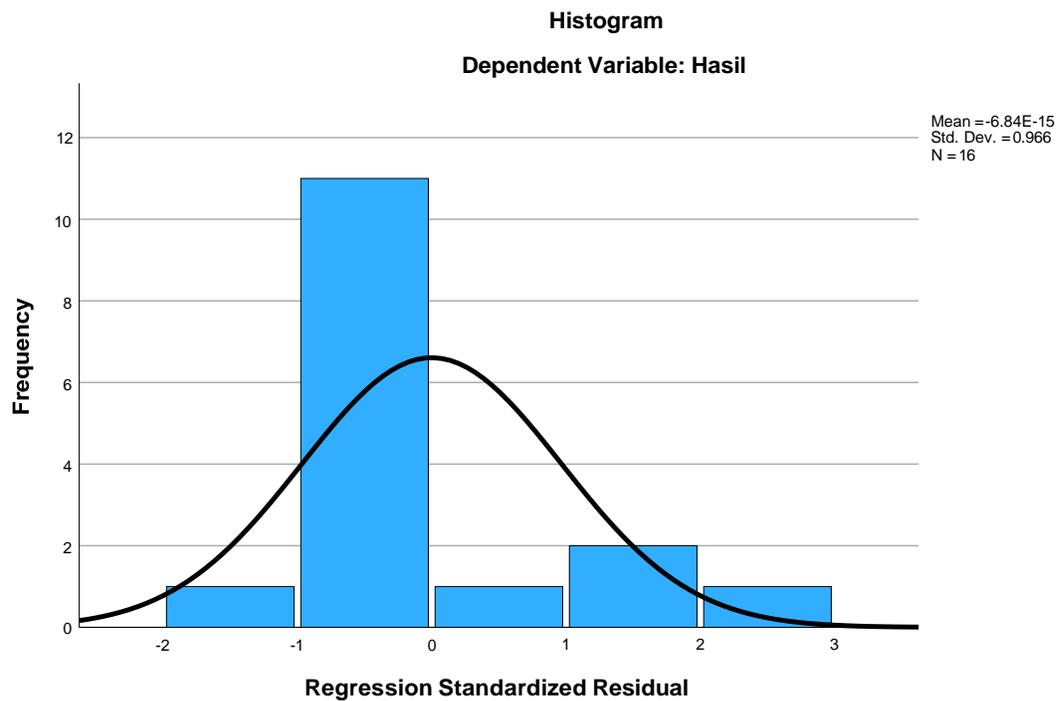
a. Dependent Variable: Hasil

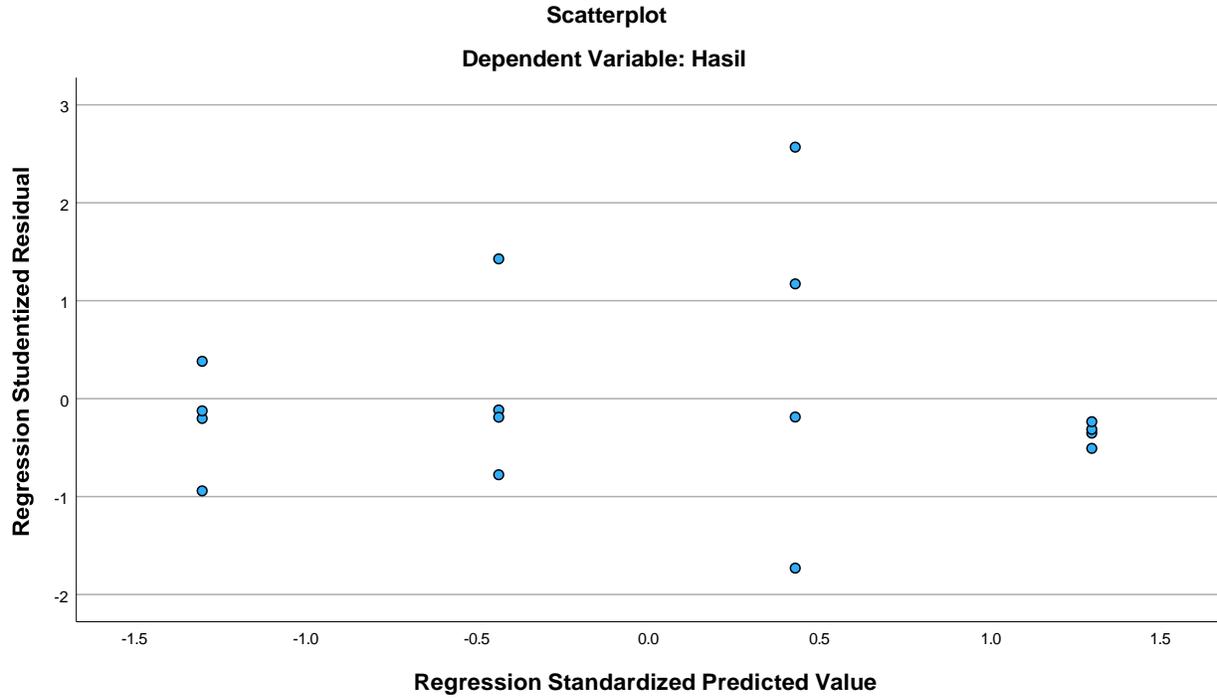
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.05520	1.34305	1.19913	.110794	16
Std. Predicted Value	-1.299	1.299	.000	1.000	16
Standard Error of Predicted Value	.008	.012	.010	.002	16
Adjusted Predicted Value	1.05312	1.34582	1.19961	.110979	16
Residual	-.047100	.069900	.000000	.027342	16
Std. Residual	-1.664	2.470	.000	.966	16
Stud. Residual	-1.730	2.568	-.008	1.010	16
Deleted Residual	-.050919	.075568	-.000483	.029916	16
Stud. Deleted Residual	-1.881	3.402	.044	1.182	16
Mahal. Distance	.188	1.688	.938	.775	16
Cook's Distance	.001	.267	.045	.070	16
Centered Leverage Value	.013	.112	.063	.052	16

a. Dependent Variable: Hasil

Charts





NPar Tests

Notes

Output Created	19-MAR-2024 07:51:37	
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable (s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /K-S(NORMAL)=PRE_1 /MISSING ANALYSIS /KS_SIM CIN(99) SAMPLES(10000).	

Notes

Resources	Processor Time	00:00:00,02
	Elapsed Time	00:00:00,03
	Number of Cases Allowed ^a	786432

a. Based on availability of workspace memory.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Predicted Value	
N		16	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.1991250	
	Std. Deviation	.11079352	
Most Extreme Differences	Absolute	.167	
	Positive	.167	
	Negative	-.167	
Test Statistic		.167	
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.200 ^d	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^e	Sig.	.258	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.247
		Upper Bound	.269

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

e. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

Oneway

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:52:56
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax	ONEWAY Hasil BY Perlakuan /ES=OVERALL /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /CRITERIA=CILEVEL (0.95) /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).	
Resources	Processor Time	00:00:00,02
	Elapsed Time	00:00:00,03

Descriptives

Hasil

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol/biowash 0 ml	4	1.04950	.014012	.007006	1.02720	1.07180
biowash 25 ml	4	1.15350	.025632	.012816	1.11271	1.19429
biowash 35 ml	4	1.25950	.050110	.025055	1.17976	1.33924
biowash 45 ml	4	1.33400	.002944	.001472	1.32932	1.33868
Total	16	1.19913	.114117	.028529	1.13832	1.25993

Descriptives

Hasil

	Minimum	Maximum
kontrol/biowash 0 ml	1.031	1.065
biowash 25 ml	1.130	1.190
biowash 35 ml	1.200	1.317
biowash 45 ml	1.330	1.337
Total	1.031	1.337

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	4.794	3	12	.020
	Based on Median	3.913	3	12	.037
	Based on Median and with adjusted df	3.913	3	6.989	.063
	Based on trimmed mean	4.683	3	12	.022

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.185	3	.062	73.218	<.001
Within Groups	.010	12	.001		
Total	.195	15			

ANOVA Effect Sizes^a

		Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Hasil	Eta-squared	.948	.819	.965
	Epsilon-squared	.935	.774	.956
	Omega-squared Fixed-effect	.931	.762	.953
	Omega-squared Random-effect	.819	.517	.871

a. Eta-squared and Epsilon-squared are estimated based on the fixed-effect model.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-.104000*	.020534	<,001
		biowash 35 ml	-.210000*	.020534	<,001
		biowash 45 ml	-.284500*	.020534	<,001
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	.104000*	.020534	<,001
		biowash 35 ml	-.106000*	.020534	<,001
		biowash 45 ml	-.180500*	.020534	<,001
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	.210000*	.020534	<,001
		biowash 25 ml	.106000*	.020534	<,001
		biowash 45 ml	-.074500*	.020534	.003
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	.284500*	.020534	<,001
		biowash 25 ml	.180500*	.020534	<,001
		biowash 35 ml	.074500*	.020534	.003

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-.14874	-.05926
		biowash 35 ml	-.25474	-.16526
		biowash 45 ml	-.32924	-.23976
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	.05926	.14874
		biowash 35 ml	-.15074	-.06126
		biowash 45 ml	-.22524	-.13576
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	.16526	.25474
		biowash 25 ml	.06126	.15074
		biowash 45 ml	-.11924	-.02976
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	.23976	.32924
		biowash 25 ml	.13576	.22524
		biowash 35 ml	.02976	.11924

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

		Hasil				
		Subset for alpha = 0.05				
	Perlakuan	N	1	2	3	4
Duncan ^a	kontrol/biowash 0 ml	4	1.04950			
	biowash 25 ml	4		1.15350		
	biowash 35 ml	4			1.25950	
	biowash 45 ml	4				1.33400
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 11. Hasil SPSS kadar protein *Azolla pinnata*

Regression

Notes

Output Created	19-MAR-2024 07:58:08	
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax	<pre>REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) TOLERANCE(.0001) /NOORIGIN /DEPENDENT Hasil /METHOD=ENTER Perlakuan /SCATTERPLOT= (*SRESID ,*ZPRED) /RESIDUALS HISTOGRAM(ZRESID) /SAVE PRED.</pre>	
Resources	Processor Time	00:00:02,73
	Elapsed Time	00:00:01,78
	Memory Required	2400 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	568 bytes
Variables Created or Modified	PRE_1	Unstandardized Predicted Value

[DataSet0]

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Perlakuan ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Hasil

b. All requested variables entered.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 ^a	1.000	1.000	.0050565

a. Predictors: (Constant), Perlakuan

b. Dependent Variable: Hasil

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3.763	1	3.763	147177.370	<,001 ^b
	Residual	.000	14	.000		
	Total	3.763	15			

a. Dependent Variable: Hasil

b. Predictors: (Constant), Perlakuan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.435	.003		140.532	<,001
	Perlakuan	.434	.001	1.000	383.637	<,001

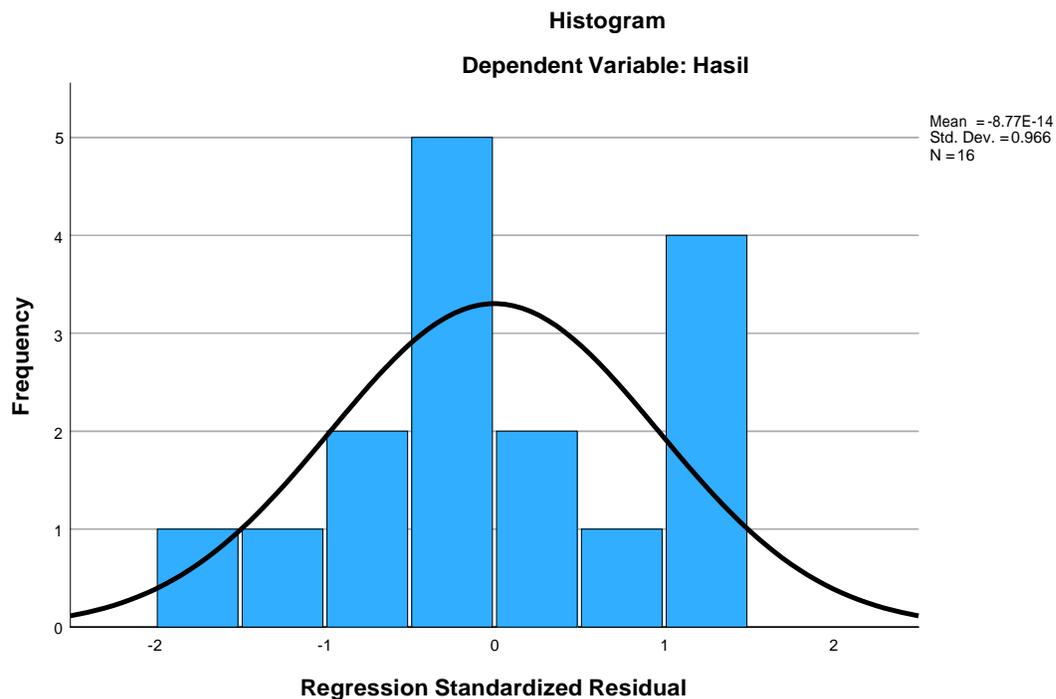
a. Dependent Variable: Hasil

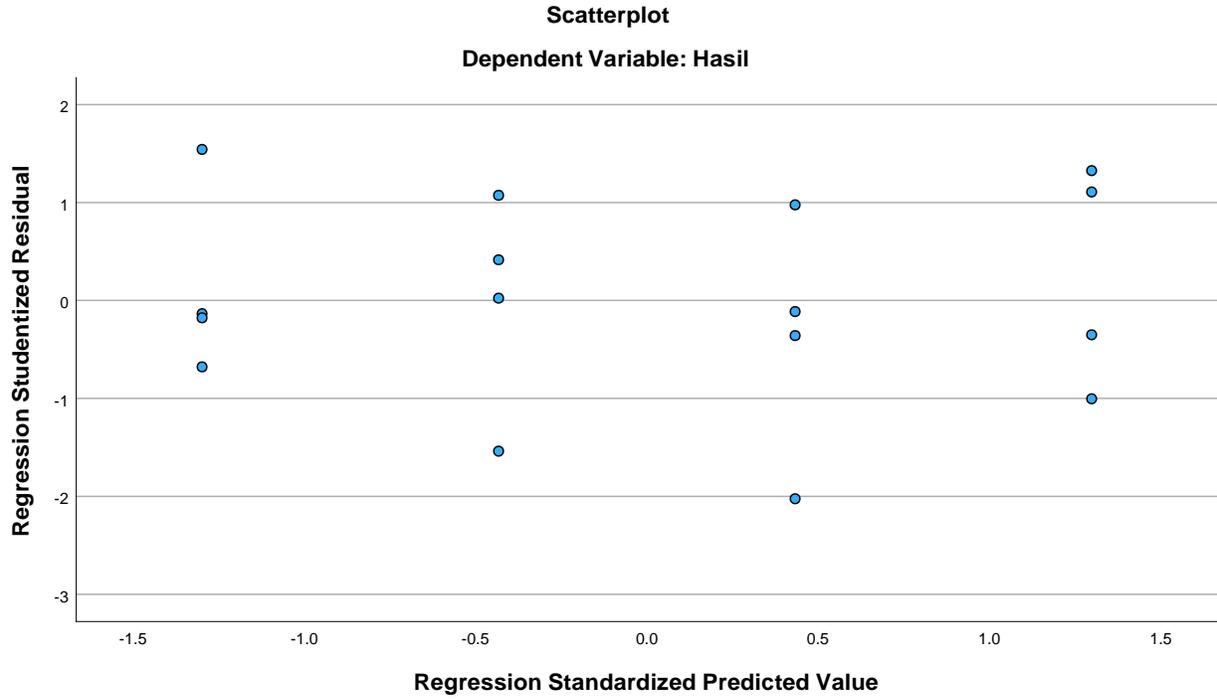
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.868915	2.170210	1.519563	.5008687	16
Std. Predicted Value	-1.299	1.299	.000	1.000	16
Standard Error of Predicted Value	.001	.002	.002	.000	16
Adjusted Predicted Value	.867412	2.171188	1.519501	.5008417	16
Residual	-.0098450	.0070850	.0000000	.0048850	16
Std. Residual	-1.947	1.401	.000	.966	16
Stud. Residual	-2.024	1.543	.006	1.029	16
Deleted Residual	-.0106432	.0085879	.0000614	.0055540	16
Stud. Deleted Residual	-2.320	1.632	-.007	1.090	16
Mahal. Distance	.188	1.688	.938	.775	16
Cook's Distance	.000	.252	.069	.079	16
Centered Leverage Value	.013	.112	.063	.052	16

a. Dependent Variable: Hasil

Charts





NPar Tests

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:58:56
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each test are based on all cases with valid data for the variable (s) used in that test.
Syntax	NPAR TESTS /K-S(NORMAL)=PRE_1 /MISSING ANALYSIS /KS_SIM CIN(99) SAMPLES(10000).	

Notes

Resources	Processor Time	00:00:00,03
	Elapsed Time	00:00:00,06
	Number of Cases Allowed ^a	786432

a. Based on availability of workspace memory.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Predicted Value	
N		16	
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.5195625	
	Std. Deviation	.50086868	
Most Extreme Differences	Absolute	.167	
	Positive	.167	
	Negative	-.167	
Test Statistic		.167	
Asymp. Sig. (2-tailed) ^c		.200 ^d	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) ^e	Sig.	.258	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.247
		Upper Bound	.269

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

e. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2000000.

Oneway

Notes

Output Created		19-MAR-2024 07:59:49
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	16
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax	ONEWAY Hasil BY Perlakuan /ES=OVERALL /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /CRITERIA=CILEVEL (0.95) /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).	
Resources	Processor Time	00:00:00,05
	Elapsed Time	00:00:00,09

Descriptives

Hasil

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol/biowash 0 ml	4	.869550	.0044471	.0022235	.862474	.876626
biowash 25 ml	4	1.302650	.0053941	.0026971	1.294067	1.311233
biowash 35 ml	4	1.734600	.0060349	.0030174	1.724997	1.744203
biowash 45 ml	4	2.171450	.0051862	.0025931	2.163198	2.179702
Total	16	1.519562	.5008925	.1252231	1.252656	1.786469

Descriptives

Hasil

	Minimum	Maximum
kontrol/biowash 0 ml	.8658	.8760
biowash 25 ml	1.2952	1.3079
biowash 35 ml	1.7266	1.7412
biowash 45 ml	2.1656	2.1763
Total	.8658	2.1763

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	.108	3	12	.954
	Based on Median	.202	3	12	.893
	Based on Median and with adjusted df	.202	3	9.693	.893
	Based on trimmed mean	.117	3	12	.948

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.763	3	1.254	44722.499	<.,001
Within Groups	.000	12	.000		
Total	3.763	15			

ANOVA Effect Sizes^a

		Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Hasil	Eta-squared	1.000	1.000	1.000
	Epsilon-squared	1.000	1.000	1.000
	Omega-squared Fixed-effect	1.000	1.000	1.000
	Omega-squared Random-effect	1.000	.999	1.000

a. Eta-squared and Epsilon-squared are estimated based on the fixed-effect model.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-.4331000*	.0037448	<,.001
		biowash 35 ml	-.8650500*	.0037448	<,.001
		biowash 45 ml	-1.3019000*	.0037448	<,.001
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	.4331000*	.0037448	<,.001
		biowash 35 ml	-.4319500*	.0037448	<,.001
		biowash 45 ml	-.8688000*	.0037448	<,.001
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	.8650500*	.0037448	<,.001
		biowash 25 ml	.4319500*	.0037448	<,.001
		biowash 45 ml	-.4368500*	.0037448	<,.001
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	1.3019000*	.0037448	<,.001
		biowash 25 ml	.8688000*	.0037448	<,.001
		biowash 35 ml	.4368500*	.0037448	<,.001

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	kontrol/biowash 0 ml	biowash 25 ml	-.441259	-.424941
		biowash 35 ml	-.873209	-.856891
		biowash 45 ml	-1.310059	-1.293741
	biowash 25 ml	kontrol/biowash 0 ml	.424941	.441259
		biowash 35 ml	-.440109	-.423791
		biowash 45 ml	-.876959	-.860641
	biowash 35 ml	kontrol/biowash 0 ml	.856891	.873209
		biowash 25 ml	.423791	.440109
		biowash 45 ml	-.445009	-.428691
	biowash 45 ml	kontrol/biowash 0 ml	1.293741	1.310059
		biowash 25 ml	.860641	.876959
		biowash 35 ml	.428691	.445009

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

Hasil

		Subset for alpha = 0.05			
Perlakuan	N	1	2	3	4
Duncan ^a kontrol/biowash 0 ml	4	.869550			
biowash 25 ml	4		1.302650		
biowash 35 ml	4			1.734600	
biowash 45 ml	4				2.171450
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 12. Usulan tema penelitian



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI PGRI SEMARANG
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto Semarang - Indonesia
 Telp (024) 8316377 Faks 8448217 Email upgris@gmail.com Homepage : www.upgris.ac.id

USULAN TEMA SKRIPSI

Yth. Ketua Program Studi

1. Pendidikan Matematika
2. Pendidikan Biologi
3. Pendidikan Fisika
4. Pendidikan Teknologi Informatika

Dengan hormat,

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Faila Siva Sholechah
 NIM : 20320017
 Program Studi / Smt : Pendidikan Biologi / Semester 0

bermaksud mengajukan tema Skripsi dengan Judul :

Pengaruh konsentrasi Biowash Limbah Sawi Hijau, Kulit Buah Mangga dan Manas terhadap Kandungan Protein dan Berat Kering Azolla pinnata sebagai Topik E-modul Bermuatan Sustainability

Semarang, 1 Oktober 2023

Yang mengajukan

Faila Siva Sholechah

Menyetujui,

Pembimbing I

M. Anas Dakiy, M. Sc

Pembimbing II

Pr. Agus Susanto Nugroho, M. Si.

Lampiran 13. Perijinan tempat penelitian dan peminjaman alat laboratorium



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN
TEKNOLOGI INFORMASI

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 – Dr. Cipto Semarang – Indonesia Telp. (024) 8316377 Faks 8448217
 E-mail : fpmipatiupgrismg@gmail.com Homepage : www.fpmipati.upgris.ac.id

FORMULIR PERIJINAN PENELITIAN

Laboratorium : Green house hidroponik kampus 3 UPGRIS
 Nama : Faila Siva Sholechah
 NIM/NIK/NIP : 20320017
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Fakultas : FPMIPATI
 Perguruan : Universitas PGRI Semarang
 Mata Kuliah : Skripsi
 Guna Penelitian : Budidaya *Azolla pinnata*

<u>No. HP</u>
089667709521

No.	Alat yang dipinjam	Jumlah	Peminjaman			Pengembalian		
			Tgl	Kondisi	Laboran	Tgl	Kondisi	Laboran
1.	Ph meter	1	1-12-2023			3-02-2023		
2.	Lux meter	1	1-12-2023			3-02-2023		
3.	Trimeter	1	1-12-2023			3-02-2023		
4.	Oven	1	31-12-2023			31-12-2023		
5.	Timbangan digital	1	1-12-2023			3-02-2023		
6.	Gelas ukur	3	1-12-2023			3-02-2023		
7.	Higrometer	1	1-12-2023			3-02-2023		
8.	Pengaduk	1	1-12-2023			3-02-2023		
9.	Pipet ukur ukuran besar	1	1-12-2023			3-02-2023		

Menggunakan ruang laboratorium (*YA / ~~TIDAK~~) *) Coret yang tidak perlu
 Jika YA dikoordinasikan pemakaian ruang laboratorium dengan tenaga laboran



**UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN
TEKNOLOGI INFORMASI**

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 – Dr. Cipto Semarang – Indonesia Telp. (024) 8316377 Faks 8448217
E-mail : fpmipatiupgris@gmail.com Homepage : www.fpmipati.upgris.ac.id

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0620048003

Kepala Laboratorium
Pend. Biologi

Ipah Budi Minarti, S.Pd., M.Pd.
NPP. 138801413

Keterangan:

1. Form ini dibuat rangkap 2 lembar:
1 lembar untuk yang meminjam alat laboratorium
1 lembar diserahkan kepada Laboran
2. Bagi yang meminjam alat laboratorium dapat mengikuti peraturan yang berlaku di FPMIPATI Universitas PGRI Semarang.
3. Bagi peminjam dari pihak selain UPGRIS membuat surat pengantar yang ditujukan kepada Ka. Prodi Pendidikan Biologi FPMIPATI Universitas PGRI Semarang.

Semarang, 1 Desember 2023
Yang meminjam,

Faifa Siva Sholechah
NPM. 20320017

Lampiran 14. Persetujuan usulan penelitian**HALAMAN PERSETUJUAN**

Usulan Penelitian Skripsi Berjudul

PENGARUH KONSENTRASI *BIOWASH* LIMBAH SAWI HIJAU, KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL BERMUATAN *SUSTAINABILITY*

yang diajukan oleh Faila Siva Sholechah

NPM 20320017

telah disetujui untuk dilaksanakan.

Semarang, 15 Februari 2024

Pembimbing I



M. Anas Dzakiy, S.Si, M.Sc.
NIDN 0626048003

Pembimbing II



Dr. Ary Susatyo Nugroho, M.Si
NIDN 0026086901

Mengetahui,
Dekan FPMIPATI



Dr. Supandi, M.Si.
NIDN 0621067401

Lampiran 15. Permohonan ijin penelitian



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN
TEKNOLOGI INFORMASI

PROGDI. : PENDIDIKAN MATEMATIKA, BIOLOGI, FISIKA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
Jalan Lontar Nomor 1 (Sidodadi Timur) Telepon (024) 8316377 Fax. (024) 8448217 Semarang – 50125

Nomor : 082/AM/FPMIPATI/UPGRIS/III/2024

Semarang, 27 Maret 2024

Lamp : 1 (satu) berkas

Perihal : **Permohonan ijin penelitian**

Kepada

Yth. Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi UPGRIS

di Tempat

Kami beritahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa kami :

N a m a : Faila Siva Sholechah

N P M : 20320017

Fak. / Program Studi : FPMIPATI/Pendidikan Biologi

Akan mengadakan penelitian dengan judul:

PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH LIMBAH SAWI HIJAU, KULIT BUAH
NAGA, DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAN BERAT
KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL BERMUATAN
SUSTAINABILITY

Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon perkenan Bapak/Ibu memberikan ijin
mahasiswa tersebut untuk melakukan penelitian.

Atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui,
a.n. Dekan,
Wakil Dekan I



Eka Retno Mulyaningrum, S.Pd. M.Pd.
NPP 088401210

Lampiran 16. Instrumen validasi modul

INSTRUMEN VALIDASI MODUL UNTUK AHLI MATERI

NAMA : *DR. ARY Saratto Nugroho*
 JABATAN : *Lehutan Kepala*
 INSTANSI : *UPGRIS*

A. Petunjuk Pengisian

Penilaian ini dilakukan dengan memberi tanda checklist (✓) pada kolom yang sudah disediakan. Pengisian dilakukan sesuai dengan pendirian Bapak/Ibu untuk setiap butir dalam lembar penilaian dengan ketentuan sebagai berikut:

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju (STS)
2	Tidak Setuju (TS)
3	Setuju (S)
4	Sangat Setuju (SS)

B. Aspek Penilaian

Indikator Penelitian	Butir Penilaian	Skor			
		1	2	3	4
A. Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan CP, ATP dan TP				
	1. Kelengkapan Materi				✓
	2. Keluasan Materi			✓	
	3. Kedalaman Materi				✓
	Keakuratan Materi				
	4. Keakuratan Definsi				✓
	5. Keakuratan Fakta dan Konsep				✓
	6. Keakuratan contoh soal, latihan soal, dan evaluasi			✓	
	Pendukung materi pembelajaran				
	7. Membuat informasi yang berkaitan dengan materi				✓
8. Terdapat gambar, diagram dan ilustrasi yang relevan				✓	
B. Kelayakan penyajian	Teknik penyajian				
	9. Penyajian materi yang sistematis dan konsisten				✓
	10. Keruntutan penyajian materi			✓	
	Penyajian pembelajaran				
	11. Materi disajikan dengan berbagai macam representasi				✓
12. Modul berisikan kegiatan yang mendukung representasi			✓		
C. Bahasa	Kelugasan bahasa				
	13. Ketepatan struktur kalimat				✓
	14. Keefektifan penggunaan kata pada materi				✓
	15. Ketepatan penggunaan bahasa				✓
16. Tata bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD			✓		

	Dialogis dan interaktif				
	17 Penggunaan kalimat yang dapat membangun motivasi			✓	

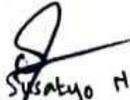
C. Kritik dan Saran

Materi masih bisa diperluas lagi

D. Pendoman Penskoran

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Semarang, 18 April 2024

Dr. Arg  Syatyo H., M.Si.
Validator

INSTRUMEN VALIDASI AHLI SUSTAINABILITY

Nama : *Dr. ARY Susatyo N.*
 Jabatan : *Lektor Kepala*
 Instansi : *UP SRIS*

1. Petunjuk Pengisian

Penilaian ini dilakukan dengan member tanda checklist (V) pada kolom yang sudah disediakan. Pengisian dilakukan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu untuk setiap butir dalam lembar penilaian dengan ketentuan sebagai berikut:

Skor	Keterangan
1	Tidak Baik
2	Kurang Baik
3	Baik
4	Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
1. Isi e-modul terdapat aspek sosial				✓
2. Isi e-modul terdapat aspek lingkungan				✓
3. Isi e-modul terdapat aspek ekonomi			✓	
4. Ketiga aspek sustainability (social, ekonomi, dan lingkungan) terintegrasi				✓
Total				

5. Komentar dan Saran

Materi e-modul masih bisa diperluas lagi.

.....

.....

.....

.....

.....

6. Pedoman penskoran

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Semarang, 18 April 2024

Dr. ARY Susatyo N. M. Si
 Validator

Lampiran 17. Lembar pembimbingan skripsi

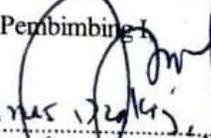


UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus Jl Dr. Cipto - Sidodadi Timur No 24 Semarang Indonesia
 Telp. (024)8316377 Faks. (024)8448217 Email upgrisng@gmail.com Homepage www.upgris.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Faika Siva Sholechah
 NPM : 20320017
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Biowash-promic Limbah Sawi
 Airpan, Kulit Buah Mangga dan Manas terhadap Kandungan
 Protein dan Berat Kering Asoya pinnata sebagai Tokik
 E-modul Bermuatan Sustainability.
 Dosen Pembimbing I : M. Anas Dzakiy, M.Sc.
 Dosen Pembimbing II : Dr. Ary Susatyo Nugroho, M.Si.

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Rabu, 6 September 2023	Disusui rancangan penelitian dan tema	M
2.	Rabu, 4 Oktober 2023	Bab 1, tyro penulisan, noninklatur binominal Bab 2, bahan biowash, hipotesis	M
3.	Jum'at, 3 November 2023	Bab 3.2 penentuan biowash, larutan stok, ukuran nampan, faktor fisikokimia, cek greenhouse, timeline dan pembuatan biowash hingga panen	M
4.	Senin, 18 Desember 2023	Bab 3, pembahasan penggunaan urea Medium air & Po / untuk perlakuan, ukuran nampan, uji lab mandiri	M
5.	Jum'at, 1 Desember 2023	Bab 3, formula urea, biowash, penimbangan BB, Bk, kadar protein	M
6.	Kamis, 21 Maret 2024	Bab 3: hujun, permasalahan analisis Bab IV: DAFTAR & analisis	M

Dosen Pembimbing I

 M. Anas Dzakiy, M.Sc.
 NIDN 0626048003

Mahasiswa,

 Faika Siva Sholechah
 NPM 20320017


UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Kampus: Jl. Dr Cipto - Sidodadi Timur No. 24 Semarang Indonesia

Telp (024)8316377 Faks (024)8448217 Email upgrismg@gmail.com Homepage: www.upgris.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

 Nama Mahasiswa
 NPM
 Prodi
 Judul Skripsi

 Failla Siva Sholechah
 20320017
 Pendidikan Biologi
 Pengaruh Konsentrasi Biowash - proanik Limbah Saliu Hijau, Kulit Buah Naga dan Mams terhadap Kandungan Protein dan Berat Kering Azolla pinnata sebagai topik E-modul Bermuatan Sustainability

 Dosen Pembimbing I
 Dosen Pembimbing II

 M. Anas Dzakiy - M. Sc
 Dr. Ary Susabyo Nugroho, M. Si

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
7	Rabu, 3 April 2024	1. peran bakteri pada biowash 2. urgensi & implikasi parameper	
8	Kamis, 18 April 2024	1. artikel: HB, kata tulis, ulian Azolla 2. Bab II: kata tulis, HB, um Azolla 3. Tanda tangan halaman persetujuan 4. Submit artikel	

Dosen Pembimbing I,

 M. ANAS DZAKIY, M.Sc.
 NIDN 0626040003

Mahasiswa,

 Failla Siva Sholechah
 NPM 20320017



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No. 24 Semarang Indonesia
 Telp. (024)8316377 Faks. (024)8448217 Email upgrismg@gmail.com Homepage: www.upgris.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Fala Siva Sholechah
 NPM : 20320017
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Biowash - promic Limbah Sawi Hijau, Kulit Buah Naga dan rinas terhadap Kandungan Protein dan Berat Kering *Asolla pinnata* sebagai Topik E-modul Bermuatan Sustainability
 Dosen Pembimbing I : M. Aras Prakty, M. Sc.
 Dosen Pembimbing II : Dr. Ary Susatyo Nugroho, M. Si.

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
1.	Senin, 11 September 2023	Tema Penelitian	
2.	Kamis, 12 Oktober 2023	Tinjauan pustaka, metode penelitian by	
3.	Kamis, 30 November 2023	Referensi awal; T.P, met. penelitian by	
4.	Selasa, 19 Desember 2023	Proposal dan revisi penelitian	
5.	Rabu, 17 April 2024	Pengalaman late	
6.	16/4/2024	Revisi by	
7.	17/4/2024	Revisi & penyempurnaan	
8.	18/4/2024	Skripsi dan penyempurnaan	

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ary Susatyo Nugroho, M. Si
 NIDN 0026086901

Mahasiswa,

Fala Siva Sholechah
 NPM 20320017



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
 Kampus Jl. Dr. Cipto - Sidodadi Timur No. 24 Semarang Indonesia
 Telp. (024) 8316377 Faks. (024) 8448217 Email: upgrisng@gmail.com Homepage: www.upgris.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa: Fala Siva Sholechah
 NPM: 20320017
 Prodi: Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi: Pengaruh Konsentrasi Biowash - promic Limbah Sisa Higien, Kulit Buah Naga dan Planas terhadap Kandungan Protein dan Berat Kering Azolla pinnata Sebagai Topik E-modul Berorientasi Sustainability.
 Dosen Pembimbing I: M. Agus Dandy, M. Sc.
 Dosen Pembimbing II: Dr. Ary Susatyo Mugocho, M. Si.

No	Hari, Tanggal	Uraian Bimbingan	Paraf
9	22/4	Artikel ilmiah	
10	24/4	Artikel ilmiah	
11	26/4	emb nota artikel	
12	29/4	Langkah sama	

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ary Susatyo Mugocho, M. Si.
 NIDN

Mahasiswa,

Fala Siva Sholechah
 NPM 20320017

Lampiran 18. Persetujuan pelaksanaan sidang skripsi**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi Berjudul

PENGARUH KONSENTRASI BIOWASH-PROMIC LIMBAH SAWI HIJAU,
KULIT BUAH NAGA DAN NANAS TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN
DAN BERAT KERING *Azolla pinnata* SEBAGAI TOPIK E-MODUL
BERMUATAN *SUSTAINABILITY*

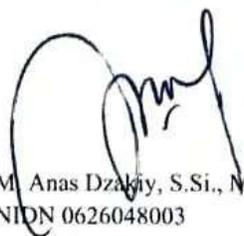
yang diajukan oleh Faila Siva Sholechah

NPM 20320017

telah disetujui dan siap diujikan.

Semarang, 18 April 2024

Pembimbing I



M. Anas Dzakiy, S.Si., M.Sc.
NIDN 0626048003

Pembimbing II



Dr. Ary Susatyo Nugroho, M.Si
NIDN 0026086901

Lampiran 19. Hasil ujian skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto Semarang - Indonesia Telp. (024) 8316377 Faks. 8448217
Email : upgrisng@gmail.com Homepage : www.upgrisng.ac.id

HASIL UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Farel Dina Sholechal
Tempat / Tgl Lahir : Demak, 18 Maret 2003
N P M : 20320017
Hari / Tgl Ujian : Semarang, 22 April 2024

DEWAN PENGUJI :

1. M Agus Dzakky, S.Si, M.Sc.
2. Rivana Citraing Rachmantri, S.Si, M.Pd.
3. Flores Kusumarni, S.Si, M.Si.

Menerangkan bahwa :

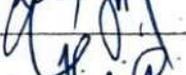
Ditambahkan pada laporan :
- Azolla pinnata yang digunakan berumur berapa
- Grafik ditambahkan deskripsi angka
- Penulisan knowwash - promic
- Latar belakang ditambahkan tentang sustainability
- Pada e-modul lebih ditekankan pada sustainability

Harus direvisi dengan waktu revisi 1 minggu dengan batas akhir revisi tanggal 29 April 2024

Kesimpulan (beri tanda ✓) :

- Lulus Tanpa Revisi Ujian Ulang
 Lulus dengan Revisi Tidak Lulus

Persetujuan Hasil Revisi :

Penguji I : 
Penguji II : 
Penguji III : 

NB : Form ini harap dibawa mahasiswa pada saat bimbingan revisi ujian skripsi.

Pengaruh Konsentrasi Biowash Limbah Sawi, Kulit Buah Naga dan Nanas terhadap Protein dan Biomassa *Azolla pinnata*

Effect of Biowash Concentration of Green Mustard Waste, Dragon Fruit Skin and Pineapple on Protein and Biomass of *Azolla pinnata*

Faila Siva Sholehah, M. Anas Dzakiy*), Ary Susatyo Nugroho

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang
 Jalan Sidodadi Timur No. 24, Karangtempel, Kec. Semarang Timur, Jawa Tengah
 *)Email : m.anasdzakiy@upgris.ac.id

ABSTRAK

Azolla pinnata dibudidayakan untuk dijadikan pakan ternak karena harga pakan saat ini yang mahal. Kandungan protein *Azolla* cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Pemenuhan nutrisi untuk pertumbuhan *Azolla* didukung dengan pemberian biowash. Biowash merupakan cairan fermentasi selama 3 hari dari sampah organik dengan promic. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh biowash terhadap berat basah, berat kering dan kandungan protein *Azolla pinnata*. Metode yang digunakan adalah (RAL) satu faktor yang terdiri dari 4 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali. Berdasarkan hasil penelitian diketahui biowash berbahan dasar sawi, kulit buah naga, kulit buah nanas, daun trembesi, daun kelor, dan daun pepaya memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah, berat kering dan kandungan protein *Azolla pinnata*. Pada penelitian ini, konsentrasi biowash terbaik untuk pertumbuhan *Azolla* adalah pada perlakuan B3: biowash 45 ml/liter air. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin banyak pula kandungan unsur haranya. Unsur hara tersebut menunjang proses pertumbuhan tanaman *Azolla pinnata*.

Kata Kunci: *Azolla pinnata*, Biowash, Protein.

ABSTRACT

Azolla pinnata is cultivated to be used as animal feed because the price of feed is expensive. *Azolla's* protein content is high enough to meet the nutritional needs of livestock. Fulfillment of *Azolla's* nutrients is supported by providing biowash. Biowash is a 3 day fermentation liquid from organic waste with promic. The aim of this research is to determine the effect of biowash on the wet weight, dry weight and protein content of *Azolla pinnata*. The method used was (RAL) one factor consisting of 4 treatments which were repeated 4 times. Based on the research results, it is known that biowash of mustard greens, dragon fruit peel and pineapple peel has a real influence on the wet weight, dry weight and protein content of *Azolla pinnata*. The best biowash concentration is treatment B3: biowash 45 ml/liter water. The higher the concentration used, the more nutrients it contains. These nutrients support the growth process of the *Azolla pinnata* plant.

Kata Kunci: *Azolla pinnata*, Biowash, Protein.

PENDAHULUAN

Pasca pandemi Covid-19 atau yang dikenal dengan virus corona, perekonomian mulai terpuruk dan banyak pelaku usaha yang terpaksa menutup usahanya untuk sementara karena peraturan pemerintah pusat yaitu lockdown. Maka hal inilah yang mendasari hadirnya era disrupsi (Aprilia &

Subiyantoro, 2022). Salah satu dampak era disrupsi adalah pada sektor pertanian dan peternakan. Pada sektor peternakan terjadi kenaikan harga pakan ternak yang menyebabkan peternak mengalami kesulitan dalam menyediakan pakan bagi hewan ternaknya (Perwita & Saptana, 2020). Kisaran harga pakan buatan cukup mahal karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Maka dalam beberapa tahun terakhir telah diciptakan solusi permasalahan tersebut dengan mencari alternatif pakan ternak dengan menggunakan *Azolla pinnata* sebagai bahan campuran pakan ternak ikan (Zulfida & Rahmaniah, 2022). *Azolla* sangat baik digunakan sebagai alternatif pakan ternak dan ikan. Hal ini dikarenakan *Azolla pinnata* mengandung protein hingga 30%, Natrium (N) 5%, Magnesium (Mg) 0,6%, Kalium (K) 4,5%, Kalsium (Ca) 1%, Fosfat (P) 0,9%, klorofil 0,5%, gula 3,5%, Mangan (Mn) 0,16%, lemak 7,5%, 15% serat. 17%, vitamin B, b12 dan beta karoten (Sarah et al., 2023).

Untuk mendukung pertumbuhan *Azolla pinnata*, penelitian ini menggunakan biowash untuk memenuhi unsur nutrisinya. Biowash merupakan larutan hasil fermentasi sampah rumah tangga yang dicampur dengan promik sebagai starter. Proses fermentasi dilakukan selama kurang lebih tiga hari. Diketahui ketiga sampah organik tersebut mengandung unsur hara NPK yang maksimal. Hal ini tentunya sangat baik digunakan sebagai pupuk organik cair untuk tanaman. Sampah organik yang digunakan antara lain sampah sayur dan buah seperti sawi, kulit buah naga, dan kulit nanas. Selain itu juga ada serasah daun pepaya, kelor, dan trembesi. Bahan ini dipilih karena bahan organik ini banyak mengandung NPK yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian berupa budidaya tanaman *Azolla pinnata*. Pada penelitian kali ini kami tidak sekedar membudidayakan dan mengaplikasikan tanaman *Azolla pinnata* sebagai pakan ikan. Namun inovasi telah dilakukan dengan mengaplikasikan biowash dari limbah sawi, kulit buah naga dan kulit nanas pada proses budidaya *Azolla pinnata*. Hal ini bertujuan

untuk mengetahui apakah penambahan biowash dapat meningkatkan berat basah, berat kering dan kandungan protein tanaman *Azolla pinnata*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kampus 3 Universitas PGRI Semarang yang berlokasi di Jalan Pawiyatan Luhur III No 1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Februari 2024. Tahap awal penelitian adalah dengan dilakukan proses pembuatan dan fermentasi larutan biowash selama 3 hari. *Azolla pinnata* yang digunakan berukuran dilanjutkan dengan pemberian Biowash-promik pada tanaman *Azolla pinnata* selama 21 hari. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dengan melakukan uji laboratorium terhadap berat basah, berat kering dan kandungan protein tanaman *Azolla pinnata* setelah perlakuan biowash. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri dari 4 perlakuan aplikasi Biowash (B). Masing-masing faktor perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Jadi diperoleh 16 namanan berisi *Azolla pinnata*. Taraf perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- B0: Biowash 0 ml/liter air
- B1: Biowash 25 ml/liter air
- B2: Biowash 35 ml/liter air
- B3: Biowash 45 ml/liter air

Data penelitian yang digunakan diambil melalui penimbangan berat basah *Azolla pinnata*, berat kering *Azolla pinnata*, dan teknik pengujian lab pada penentuan kandungan protein *Azolla pinnata* dengan SNI 01-2354.4-2006. Data kuantitatif yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis One Way Anova (*Analisis of Variance*) pada taraf 5% untuk melihat pengaruh dari masing-masing perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Nama Belakang Penulis Pertama, dkk, Beberapa Kata Judul Awal bahasa Indonesia...

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian tentang pengaruh biowash berbahan dasar limbah sawi hijau,

kulit buah naga dan nanas terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein *Azolla pinnata* sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji DMRT 5% pada Berat Kering, Berat Basah, dan Kadar Protein *Azolla pinnata* Setelah Perlakuan

Perlakuan	Parameter <i>Azolla pinnata</i>		
	Berat basah (gr)	Berat kering (gr)	Kadar protein (%)
B0: Biowash 0 ml/liter air	73,000 a	1,04950 a	0,869550 a
B1: Biowash 25 ml/liter air	74,400 a	1,15350 b	1,302650 b
B2: Biowash 35 ml/liter air	77,550 a	1,25950 c	1,734600 c
B3: Biowash 45 ml/liter air	84,725 b	1,33400 d	2,171450 d
DMRT 5%	0,089	1,000	1,000

Keterangan : Bilangan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Pengaruh Biowash terhadap berat basah *Azolla pinnata*

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pemberian Biowash mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap berat basah *Azolla pinnata*. Perlakuan terbaik adalah perlakuan B3: 45 ml Biowash/liter air. Pada konsentrasi 45 ml Biowash limbah sawi, kulit buah naga dan nanas mempunyai kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan pada konsentrasi Biowash 0 ml, 25 ml dan 35 ml. Terpenuhinya unsur hara yang cukup akan menunjang pertumbuhan tanaman yang baik. Jika tanaman tersuplai unsur hara fosfor maka sistem perakaran akan membaik sehingga dapat menyerap unsur hara lain dengan lebih baik. Unsur hara yang terserap dengan baik, seperti unsur hara N anorganik berupa nitrat (NO₃) yang terserap tanaman dan tersuplai dengan baik, akan menghasilkan klorofil yang lebih banyak sehingga proses fotosintesis akan berjalan dengan lancar. Proses fotosintesis tentunya juga dibantu oleh unsur hara K⁺ (Marginingsih et al., 2018). Faktor yang mendasari tanaman banyak menghasilkan glukosa (C₆H₁₂O₆) dari proses fotosintesis adalah pertumbuhan tanaman yang baik. Glukosa berfungsi sebagai substrat pernapasan dan sebagai bahan struktural

penyusun sel tumbuhan. Sehingga hal ini akan mempengaruhi berat basah tanaman. Suhenda et al. (2021) menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman dengan baik akan mengakibatkan pertumbuhan daun lebih luas dan fotosintesis lebih banyak terjadi. Hasil fotosintesis berupa glukosa digunakan dalam pembentukan sel batang, daun, dan akar sehingga dapat mempengaruhi berat basah.

Pengaruh biowash terhadap berat kering *Azolla pinnata*

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa pemberian Biowash memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman *Azolla pinnata*. Hasil antara masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan terbaik adalah B3: Biowash 45 ml/liter air. Hal ini disebabkan kandungan unsur hara yang tinggi sehingga tanaman dapat berfotosintesis dengan baik dan menghasilkan fotosintesis untuk digunakan dalam metabolisme tanaman.

Pengujian berat kering digunakan untuk mengetahui hasil metabolisme tanaman. Berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil

disintesis tanaman dari senyawa anorganik yaitu air dan CO₂. Berat kering merupakan akumulasi fotosintat dalam bentuk glukosa (Dwi et al., 2015 dan Nugroho, 2015). Berat kering suatu tanaman disebabkan karena proses fotosintesis suatu tanaman semakin meningkat, sehingga hasil fotosintesisnya juga tinggi. Berat kering tanaman menggambarkan hasil akhir proses fotosintesis berupa fotosintesis pada tanaman yang tidak lagi mengandung air. Hasil dari proses fotosintesis berupa glukosa (C₆H₁₂O₆) yang kemudian digunakan oleh tanaman untuk menghasilkan senyawa yang lebih kompleks pada tanaman berupa pati dan selulosa. Pati yang dihasilkan kemudian disimpan di berbagai sel tumbuhan. Selain itu, glukosa akan bereaksi dengan nitrat yang diserap tanaman melalui akar dan menghasilkan asam amino. Asam amino ini kemudian dirakit untuk membentuk protein dan menghasilkan enzim. Glukosa pada tumbuhan juga digunakan oleh tumbuhan untuk membuat lemak. Prosesnya adalah glukosa dan pati diubah oleh enzim menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak dan gliserol kemudian membentuk gliserida yang mengakibatkan terbentuknya lemak pada jaringan tumbuhan. Jadi dapat disimpulkan bahwa tumbuhan mengalami proses metabolisme yang terdiri dari anabolisme dengan memanfaatkan glukosa hasil fotosintesis. Pada proses metabolisme tumbuhan yaitu pembentukan senyawa yang lebih besar dari molekul yang lebih kecil antara lain pati, selulosa, protein, lemak dan asam lemak. Kemudian dihitung berat kering tanaman untuk mengetahui kandungan metabolisme tanaman dengan cara mensintesis air dan CO₂. Apabila *Azolla pinnata* diberikan sebagai pakan maka dapat diketahui berapa kandungan pati, selulosa, protein, lemak dan asam lemak yang dikandungnya untuk pakan ternak.

Pengaruh biowash terhadap kadar protein *Azolla pinnata*

Berdasarkan hasil uji varian ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pemberian Biowash dari limbah sawi,

kulit buah naga dan nanas terhadap kadar protein *Azolla pinnata*. Terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan. Perlakuan terbaik pemberian Biowash untuk kadar protein *Azolla pinnata* adalah B3 : 45 ml Biowash/liter air. Hal ini disebabkan tersedianya unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan *Azolla pinnata*. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin banyak pula nutrisi yang dikandungnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Solichin & Badrudin (2020) bahwa semakin tinggi konsentrasi pupuk yang diberikan maka semakin tinggi pula kandungan unsur hara yang diterima tanaman. Menurut Fitriani et al. (2018) kandungan protein pada tanaman *Azolla* mencapai 23 – 30%. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menyamakan kandungan protein dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui peningkatan kadar protein dengan memberikan perlakuan berbeda menggunakan Biowash limbah sawi, kulit buah naga dan kulit nanas dengan konsentrasi berbeda. Karena perlakuan yang diberikan berbeda maka hasil kadar proteinnya juga berbeda.

Protein terdapat pada daun muda dan bagian tubuh lain seperti polong dan buah. Protein adalah senyawa organik kompleks dengan berat molekul tinggi yang merupakan polimer monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain melalui ikatan peptida. Tumbuhan menyerap unsur hara dalam tanah melalui akar dan menyalurkannya ke seluruh bagian tumbuhan hingga ke daun sehingga tumbuhan membentuk protein dan memecahnya (proses katabolisme). Nitrat (NO₃) berperan dalam pembentukan sel, jaringan, dan organ tumbuhan. Nitrat (NO₃) berfungsi sebagai bahan sintetik klorofil, protein dan asam amino (Warganegara et al., 2017). Oleh karena itu keberadaannya sangat dibutuhkan dalam jumlah banyak terutama pada masa pertumbuhan vegetatif. Pembentukan protein diawali dengan proses anabolisme kemudian dipecah pada tumbuhan melalui proses katabolisme. Kandungan protein dalam tumbuhan dapat dilihat dari keterserapan nitrogen dalam proses pertumbuhannya. Kandungan (NO₃)

Nama Belakang Penulis Pertama, dkk, Beberapa Kata Judul Awal bahasa Indonesia...

merupakan unsur paling dominan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. *Azolla pinnata* sangat memerlukan (NO_3) untuk pembentukan protein dan apabila kekurangan (NO_3) maka kandungan protein pada *Azolla pinnata* akan berkurang (Laka & Wangge, 2018). Apabila kadar protein pada *Azolla pinnata* tinggi. Lalu digunakan sebagai pakan ternak maka pemenuhan protein untuk ternak akan tercukupi dengan baik.

KESIMPULAN

Biowash limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata*. Konsentrasi Biowash limbah sawi hijau, kulit buah naga dan nanas yang terbaik untuk berat basah, berat kering, dan kadar protein tanaman *Azolla pinnata* ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi B3 dengan menggunakan Biowash sebesar 45 ml/liter air.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, A., & Subiyantoro. 2022.** Peluang dan Tantangan : (Bisnis di Era Disrupsi Industri). *Jurnal Eduscience (JES)*, 9(2).
- Dwi, A., Ratri, S., Pujiasmanto, & B., Yunus, D. A. 2015.** Pengaruh Naungan dan Stres Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kunyit di Kismantoro Wonogiri. *Caraka Tani-Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 30(1).
- Efendi. 2020.** Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi POC Urin Kelinci Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian BIOFARM*, 16(1).
- Laka, M., & Wangge, ESA. 2018.** Uji Kandungan Protein Beberapa Varietas Umbi Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) yang Dihasilkan di Desa Randotonda Kecamatan Ende Kabupaten Ende. *Jurnal AGRICA*, 11(1):43–50.
- Marginingsih, S.R., Nugroho, A.S., & Dzakiy, M.A. 2018.** Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) Pada Sistem Irigasi Tetes Hidroponik. *Jurnal Biologi & Pembelajaran*, 5(1).
- Nugroho, S.W. 2015.** Penentuan Standar Warna Daun Sebagai Upaya Identifikasi Status Unsur Hara (N) Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Regosol. *Planta Tropis: Jurnal Agro Science*, 3(1).
- Perwita, AD, & Saptana, N. 2020.** Peran Pengusaha Pertanian Menghadapi Era Disrupsi Inovasi. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(1), 41.
- Sarah, Nyonya, Sembiring, M., & Hidayat, B. 2023.** Media Terbaik untuk Menumbuhkan *Azolla microphylla* dan *Azolla pinnata*. *Agroland: Jurnal Ilmu Pertanian*, 30(2):112–120.
- Sary, E.J.M., M., Huljannah, M., Darmawan, D.N., Azwar, & B., Harfian. 2023.** Identifikasi Keanekaragaman Pteridophyta di Sungai Belida Desa Kartamulia Kecamatan Gelumbang. Muara Enim. *Prosiding SEMNAS BIO 2023 UIN Raden Fatah Palembang*.
- Solichin, A., & Badrudin, DU. 2020.** Pengaruh Konsentrasi dan Interval Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Kelinci Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Wortel (*Daucus carota* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian BIOFARM*, 16(1).
- Suhenda, Nurjasm, R., & Kusuma, A.V.C. 2021.** Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Urin Domba terhadap Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan Sistem Sumbu. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(2).

- Syamsiyah, J., Herdiansyah, G., Hartati, S., & Suryono, S. 2021.** Pengenalan Budidaya Azolla untuk Mendukung Pengembangan Pertanian Organik. *PRIMA: Jurnal Pemberdayaan dan Pelayanan Masyarakat*, 5(1), 38.
- Warganegara, G.R., Ginting, Y.C., & Kushendarto, K. 2017.** Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Katalis Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Secara Hidroponik. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2).
- Wicaksono, A., Muhammad, F., Wasiq Hidayat dan Damang S.J. 2018.** Pengaruh Komposisi Azolla pinnata dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) di Balai Besar Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, 20(2).
- Zulfida, I. & Rahmaniah. 2022.** Segala Bidang Ilmu J-LAS Budidaya Pakan Ternak Azolla Budidaya Pakan Ternak Azolla. *J-LAS (Journal Liaison Academia and Society)*, 2(4).