



PENGARUH CAMPURAN LIMBAH CAIR MOCAF DENGAN INOKULASI JAMUR MIKROSKOPIS, MAKROSKOPIS DAN PUPUK URIN KELINCI TERHADAP KERUSAKAN SELADA

Yuna Suma Prawira¹⁾, Ratna Stia Dewi^{1,2*)}, Juni Safitri Muljowati³⁾

¹⁾Program Studi Biologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah Indonesia

*E-mail: ratna.dewi0509@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Industri tepung mocaf di Banjarnegara menghasilkan limbah cair mocaf, yang umumnya digunakan oleh masyarakat setempat untuk menyiram tanaman. Limbah ini mengandung sedikit nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). sehingga perlu ditambahkan pupuk urin kelinci yang kaya akan unsur N, P, dan K agar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Jamur *Aspergillus* sp. dan jamur dari filum Basidiomycota berperan untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah sekaligus menghasilkan hormon auksin dan giberelin yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan ketahanan terhadap penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota serta penambahan pupuk organik cair (POC) urin kelinci terhadap kerusakan tanaman selada (*Lactuca sativa*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), variabel bebasnya adalah konsentrasi limbah cair mocaf yang diinokulasi *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota, variabel terikatnya adalah intensitas kerusakan tanaman selada. Parameter yang diamati meliputi intensitas kerusakan tanaman, tinggi tanaman, lebar daun, dan panjang akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 100% limbah cair mocaf tanpa inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota serta tanpa pupuk urin kelinci berpengaruh terhadap kerusakan tanaman selada. Konsentrasi 10% dari campuran tersebut menunjukkan intensitas kerusakan yang paling rendah.

Kata Kunci: *Aspergillus* sp., Basidiomycota, limbah cair mocaf, *Lactuca sativa*, POC urin kelinci

ABSTRACT

The mocaf flour industry in Banjarnegara produces mocaf liquid waste, which is commonly used by local communities for watering plants. This waste contains small amounts of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). So the addition of rabbit urine fertilizer, which is rich in N, P, and K, could enhance plant growth. *Aspergillus* sp. and Basidiomycota play a role in decomposing organic compounds in wastewater while producing auxins and gibberellins that promote plant growth and disease resistance. This study aimed to evaluate the impact of a mixture of mocaf liquid waste, *Aspergillus* sp. SP 4.1 and Basidiomycota inoculant, and rabbit urine fertilizer on the health of lettuce (*Lactuca sativa*). The research used an experimental method with a completely randomized design, where the independent variables were the concentrations of mocaf liquid waste inoculated with *Aspergillus* sp. and Basidiomycota, and the dependent variable was lettuce health. Observed parameters included the intensity of plant damage, plant height, leaf width, and root length. The results show that the application of 100% mocaf liquid waste without *Aspergillus* sp. and Basidiomycota inoculants, and without rabbit urine fertilizer had an effect on lettuce plant damage. The 10% concentration of the mixture showed the lowest damage intensity.

Keywords: *Aspergillus* sp., Basidiomycota, mocaf liquid waste, rabbit urine fertilizer, *Lactuca sativa*

1. PENDAHULUAN

Tepung mocaf ialah produk turunan dari singkong yang telah dimodifikasi mempergunakan teknik fermentasi (Asmoro, 2021). Pembuatan tepung mocaf akan menghasilkan limbah cair. Apabila limbah cair dibuang langsung tidak menggunakan pengolahan lebih dulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah cair mocaf menurut Riyanti dkk. (2010) mengandung senyawa-senyawa organik tersuspensi misalnya protein, karbohidrat, lemak, yang sukar membusuk dan menyebabkan bau tidak sedap, serta mengandung senyawa anorganik seperti sianida, nitrit serta amonia. Limbah cair mocaf di Banjarnegara dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk menyiram tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penyiraman limbah cair mocaf terhadap tanaman.

Limbah cair mocaf yang belum diolah memiliki keterbatasan dalam hal kualitas karena kandungan bahan organik yang tinggi dapat mengakibatkan pencemaran sehingga harus dilaksanakan proses penguraian bahan organik sebelum dibuang ke lingkungan. Satu di antara upaya yang bisa diterapkan ialah melalui pemanfaatan jamur sehingga pencemaran dapat dikontrol menjadi sebuah bahan yang tidak berbahaya (Melati, 2020). Menurut Puspitasari dan Khaeruddin (2016) jamur mempunyai kemampuan dalam menguraikan, mentransformasi, serta menyerap senyawa pencemar menjadi bahan yang tidak berbahaya.

Jamur yang digunakan untuk penelitian yaitu *Aspergillus* sp. SP 4.1. dan Basidiomycota. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan Pratiwi *et al.* (2019), jamur *Aspergillus* sp. dapat menurunkan kandungan bahan organik dalam limbah cair. Menurut Siswoko (2011) kandungan senyawa organik kompleks dalam limbah cair mocaf setelah diinokulasi dengan *Aspergillus* sp. hasil isolasi dari limbah cair mocaf akan terurai menjadi senyawa organik sederhana dan masih terdapat kandungan unsur hara yang bagus bagi tanaman, namun nutrisi pada limbah cair mocaf masih kurang memadai, yaitu N, P, K secara berturut-turut 65, 36, 88 ppm.

Basidiomycota memiliki peran krusial dalam ekosistem, terutama dalam proses siklus nutrisi dan dekomposisi bahan organik. Kelompok jamur ini mampu mendegradasi senyawa kompleks seperti selulosa dan lignin menjadi molekul yang lebih sederhana. Hal ini memungkinkan senyawa tersebut untuk kembali dimanfaatkan oleh organisme lain dalam ekosistem (Purwanti, 2017).

Hasil pengolahan limbah cair mocaf dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman, namun kandungan nutrisi dalam limbah cair mocaf masih kurang memadai sehingga pada penelitian ini ditambahkan pupuk organik cair (POC) urin kelinci. POC urin kelinci merupakan hasil metabolisme ternak dalam bentuk urin yang memberi manfaat termasuk membantu pertumbuhan tanaman dikarenakan mengandung N, P, K dan hormon pertumbuhan untuk tanaman, serta mudah terserap oleh tanaman (Reski dkk., 2021).

Tanaman sehat adalah tanaman yang mampu melakukan fungsi-fungsi fisiologisnya berdasarkan pada potensial genetik terbaik yang dimiliki. Kesehatan tanaman ialah perihai yang vital karena bisa menaikkan produktivitas berlangsungnya produksi tanaman (Sopialena, 2017). Indikator yang digunakan agar mengetahui tingkat kesehatan tanaman ialah luas kerusakan di tanaman (Prasetyo, 2016). Penilaian kesehatan tanaman bermanfaat agar mengetahui kondisi tanaman kecenderungan yang bisa saja terjadi (Yurianda dkk., 2022). Menurut Romalasari dan Sobari (2019) salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia yaitu selada (*Lactuca sativa* L.). Selada digemari masyarakat karena mempunyai banyak kandungan gizi, seperti serat, vitamin A, dan mineral sehingga pada penelitian ini menggunakan tanaman selada (*L. sativa*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp., Basidiomycota, dan POC urin kelinci terhadap intensitas kerusakan selada (*L. sativa*).

2. METODELOGI PENELITIAN

2. 1. Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari sampai Juli 2023 di Laboratorium Mikologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman dan *screen house* Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah isolat *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan isolat

Basidiomycota hasil isolasi dari limbah cair mocaf di Banjarnegara, limbah cair mocaf yang diambil dari *home industry* mocaf di Banjarnegara, limbah cair mocaf yang sudah diinokulasi *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota, medium *potato dextrose agar* (PDA), kertas saring ukuran diameter pori-pori 20 μ m, EM₄ untuk pertanian, agar, dextrose, kloramfenikol, kentang, urin kelinci, benih selada, tanaman selada, tanah, dan molase. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu labu erlenmeyer 250mL, *incubating shaker*, cawan Petri, jarum ose, lampu spiritus, autoklaf, *hotplate*, *magnetic stirrer*, *beaker glass*, gelas ukur, corong, bor gabus, korek api, *polybag*, *sprayer*, oven dan timbangan digital.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental rancangan acak lengkap (RAL), dengan 7 perlakuan dan setiap perlakuan dilaksanakan pengulangan sejumlah 6 kali.

2.2. Inokulasi Limbah Cair Mocaf dengan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota

Isolat *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan isolat basidiomycota diremajakan pada medium *Potato dextrose agar* (PDA) selanjutnya diinkubasi dengan jangka waktu 5 hari dalam suhu ruang (Yulita dkk., 2013). Isolat tersebut kemudian diinokulasi sebanyak 5 plug (masing-masing plug berukuran 5 mm) ke dalam medium limbah cair mocaf sebanyak 100 mL pada setiap erlenmeyer, selanjutnya diinkubasi mempergunakan *shaker* dengan kecepatan 75 rpm dalam suhu ruang selama 3 x 24 jam (Dewi dan Khotimah, 2019). *Pellet* miselium dan medium yang terbentuk dipisahkan melalui cara medium disaring melalui kertas saring.

2.3. Fermentasi Urin Kelinci (Kristanto dan Aziz, 2019)

Urin kelinci sebanyak 1 L, ditambahkan EM₄ sebanyak 10 mL, dan ditambahkan molase sebanyak 10 mL. Larutan urin kelinci difermentasikan selama 14 hari.

2.4. Inokulasi limbah cair mocaf isolat *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota dengan penambahan POC urin kelinci (Kristanto dan Aziz, 2019)

Urin kelinci 500 mL, ditambahkan limbah cair mocaf yang sudah diinokulasi dengan isolat *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan isolat Basidiomycota sebanyak 500 mL, ditambahkan EM₄ 10 mL, dan ditambahkan molase 10 mL. Larutan POC difermentasikan selama 14 hari.

2.5. Penyiapan Media Tanam (Desna dkk., 2010)

Tanah digemburkan, selanjutnya sebanyak 5 kg tanah dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 30 x 30 cm. Kemudian tanah disterilkan selama 6 jam dengan teknik kukus menggunakan drum. *Polybag* yang sudah berisi tanah disusun di dalam drum dengan kapasitas 30 *polybag*. *Polybag* tersebut dikukus menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakarnya. Air yang digunakan untuk mengukus yaitu 10 cm dari dasar drum.

2.6. Penyemaian Benih Selada dan Penanaman Selada (Nurmayulis dan Jannah, 2014)

Benih selada disemai pada tray semai berisi tanah. Kemudian dipelihara sampai 2 minggu. Selada yang sudah dengan umur 2 minggu setelah semai maupun mempunyai 3-5 helai daun dipindah ke dalam *polybag* berukuran 30 x 30 cm dengan sistem cabut secara perlahan dan hati-hati. Satu *polybag* berisi satu tanaman selada.

2.7. Pengukuran Kapasitas Lapang (Ranti dkk., 2017)

Media tanam yang ada di dalam *polybag* disiram air hingga menetes (jenuh), selanjutnya didiamkan sekitar 1 hari hingga tak terdapat air yang menetes. Kemudian diukur berat basah dan berat kering. Selisih antara berat basah dengan berat kering adalah volume penyiraman air ke media tanam.

$$W = T_b - T_k \quad (1)$$

Keterangan:

W: Kapasitas Lapang

T_b: Berat basah

T_k: Berat kering

2.8. Pemeliharaan Tanaman Selada

Pemeliharaan tanaman terdiri dari penyiraman serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman selada dengan limbah cair mocaf sebanyak 40 mL dengan interval pemberian 2 hari sekali (Leksono, 2021). Penyiraman dengan limbah cair mocaf diencerkan terlebih dulu dengan cara sebanyak 100 mL larutan limbah cair mocaf dan larutan limbah cair mocaf yang sudah diinokulasi *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota dicampur dengan 900 mL air bersih, kemudian sebanyak 40 mL disiramkan pada seluruh bagian tanaman (Solikhah dkk., 2018). Pengendalian hama dan penyakit dilaksanakan melalui cara mekanis yakni melalui menangkapnya dengan langsung lalu dibakar (Wardhana dkk., 2016).

2.9. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman (Wardhana dkk., 2016)

1) Jumlah daun

Perhitungan jumlah daun caranya menghitung daun yang sudah terbuka sempurna dalam tiap tanaman. Perhitungan jumlah helai daun pada tiap tanaman untuk menghitung jumlah daun yang sehat dan rusak masing-masing tanaman sampel.

2) Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur per tanaman melalui menggunakan penggaris dari pangkal batang hingga ujung daun tertinggi. Pertambahan tinggi tanaman ialah hasil pengurangan tinggi akhir pengamatan pada tinggi awal pengamatan.

3) Lebar daun

Lebar daun diukur dengan penggaris dari sisi daun ke sisi daun terlebar mengikuti jari-jari ruas daun.

4) Panjang akar

Akar dibersihkan dari kotoran selanjutnya diukur panjangnya menggunakan penggaris dari pangkal akar hingga ujung akar. Pertambahan panjang akar sebagai hasil pengurangan panjang akar akhir pengamatan pada panjang akar awal pengamatan.

2.10. Perhitungan Intensitas Kerusakan Tanaman (Yusidah dan Nurirhani, 2022)

Intensitas kerusakan tanaman selada dihitung menerapkan rumus di bawah

$$IK = \frac{\sum ni \times vi}{n \times v} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

IK: Intensitas kerusakan (%)

ni: jumlah daun yang rusak tiap kategori serangan

vi: nilai skor dari setiap daun yang diamati

N: jumlah total daun yang diamati

V: nilai kategori serangan tertinggi

Nilai skor IK daun pada settiap unit percobaan:

0: tidak ada serangan

1: kerusakan daun <25%

2: kerusakan daun 25-50%

3: kerusakan daun >50-75%

4: kerusakan daun lebih dari 75% dari luas helaian daun yang diamati

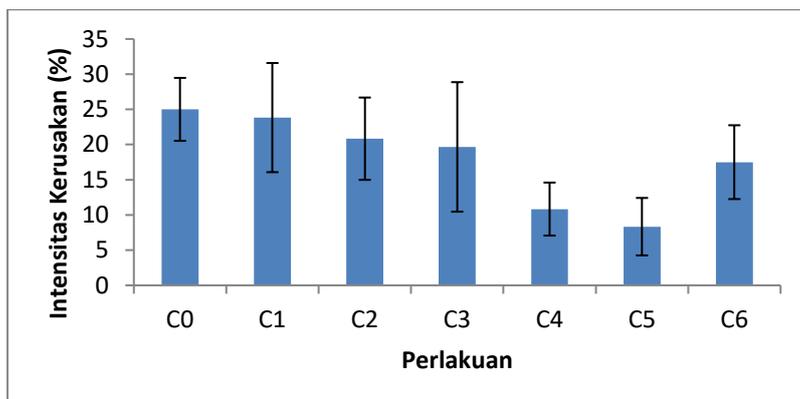
2.11. Pemanenan

Selada dapat dipanen setelah berumur 35 hari sesudah tanam. Pemanenan tanaman selada dapat dilaksanakan jika daun terbawah telah memperlihatkan warna cukup hijau muda. Selada dipanen dengan mencabut semua bagian termasuk akarnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan terhadap intensitas kerusakan tanaman selada (*L. sativa*) memperlihatkan adanya pengaruh pemberian limbah cair mocaf hasil inokulasi jamur *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota

serta POC urin kelinci pada kerusakan selada. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil rata-rata intensitas kerusakan tanaman selada dalam tiap perlakuan. Histogram perbandingan rata-rata intensitas kerusakan tanaman selada untuk setiap perlakuan disajikan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Histogram Rata-rata Intensitas Kerusakan Tanaman Selada antar Perlakuan

Keterangan:

- C0 = konsentrasi 100% limbah cair mocaf tanpa inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota, serta tanpa POC urin kelinci
- C1 = konsentrasi 10% limbah cair mocaf tanpa inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota, serta tanpa POC urin kelinci
- C2 = konsentrasi 10% campuran limbah cair mocaf dengan inokulan Basidiomycota dan tanpa POC urin kelinci
- C3 = konsentrasi 10% campuran limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan tanpa POC urin kelinci
- C4 = konsentrasi 10% limbah cair mocaf dengan inokulan Basidiomycota dan POC urin kelinci
- C5 = konsentrasi 10% limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan POC urin kelinci
- C6 = konsentrasi 10% POC urin kelinci

Berdasarkan **Gambar 1** rata-rata intensitas kerusakan tanaman selada memiliki nilai yang beragam. Rata-rata intensitas kerusakan tertinggi yaitu pada perlakuan C0 sebesar 25%, sementara rata-rata intensitas kerusakan tanaman paling rendah yaitu pada perlakuan C5 besarnya 9%. Intensitas kerusakan tanaman dianalisis menggunakan analisis ragam **Tabel 1** dengan tingkat ketelitian 95%.

Tabel 1. Hasil ANOVA intensitas kerusakan tanaman selada antar perlakuan

	Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
Between Groups	1003,571	6	167,262	4,261	0,003
Within Groups	1374,048	35	39,259		
Total	2377,619	41			

Berdasarkan hasil anova **Tabel 1** yang dihasilkan, didapatkan nilai signifikansi 0,003 artinya berpengaruh sangat nyata sehingga selada yang disiram 100% limbah cair mocaf tanpa campuran inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota serta POC urin kelinci berdampak nyata pada kerusakan tanaman selada. Analisis dilanjutkan dengan uji Duncan **Tabel 2** untuk mengetahui komposisi terbaik limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. dan Basidiomycota serta penambahan POC urin kelinci yang berdampak pada presentase intensitas kerusakan tertinggi pada tanaman selada.

Berdasarkan hasil uji Duncan **Tabel 2** didapatkan nilai terendah pada C5 sebesar 9% dan berbeda nyata sehingga C5 merupakan perlakuan paling baik terhadap intensitas kerusakan tanaman selada (*L. sativa*). Oleh karena itu komposisi perlakuan terbaik terhadap kerusakan tanaman yaitu

konsentrasi 10% limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan POC urin kelinci. Konsentrasi 10% campuran limbah cair mocaf dengan inokulan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan POC urin kelinci merupakan perlakuan paling baik karena berbeda nyata dan memiliki nilai intensitas kerusakan paling rendah. Perlakuan C5 merupakan perlakuan paling baik karena senyawa organik kompleks dalam limbah cair mocaf sudah terurai oleh *Aspergillus* sp. SP 4.1 sehingga unsur hara yang ada pada campuran limbah cair mocaf serta POC urin kelinci dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Duncan Intensitas Kerusakan Tanaman Selada antar Perlakuan

Perlakuan	Intensitas kerusakan tanaman (%)
C0	25,00 ^d
C1	20,83 ^{bcd}
C2	23,83 ^{cd}
C3	19,67 ^{bcd}
C4	15,33 ^{bc}
C5	9,00 ^a
C6	16,43 ^{bc}

Jamur *Aspergillus* sp. memiliki kemampuan untuk menurunkan senyawa organik kompleks dalam limbah cair (Pratiwi dkk., 2019). Jamur *Aspergillus* sp. menghasilkan enzim protease (Prawira dkk., 2015). Enzim adalah senyawa yang berperan dalam mengatur seluruh reaksi kimia. Enzim protease masuk pada enzim golongan hidrolase yang memiliki peran pada reaksi pemecah protein. Enzim ini bisa menghidrolisis ikatan peptida dan protein jadi oligopeptida dan asam amino. Asam amino merupakan bagian dari protein yang memiliki aktivitas metabolime. Asam amino berperan dalam proses fotosintesis dan proses transport floem (Sumardi dkk., 2020).

Menurut Murniati dkk., (2022) jamur *Aspergillus* sp. memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon auksin. Hormon auksin memengaruhi fisiologis tumbuhan seperti menyebabkan pembesaran sel, absisi, penghambatan mata tunas lateral, pertumbuhan akar, dan aktivitas kambium. Hormon auksin akan memacu protein dalam bagian membran plasma tanaman untuk memompa ion H⁺ menuju dinding sel sehingga terjadi inisiasi pemanjangan sel. Kemudian enzim endoglukanase akan aktif akibat pengaruh ion H⁺ sehingga berbagai ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel akan terputus. Kemudian air masuk ke dalam sel tumbuhan dengan osmosis dan membuat sel tumbuhan memanjang.

Jamur *Aspergillus* sp. selain menghasilkan hormon auksin juga menghasilkan hormon giberelin. Menurut Martiana dkk., (2018) Jamur *Aspergillus* sp. dapat memproduksi hormon giberelin. Hormon giberelin berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh terutama untuk mempercepat perkecambahan biji, kuncup tunas, perpanjangan batang, pertumbuhan daun, merangsang pembungaan, meningkatkan pembelahan serta pembesaran sel, dan mempengaruhi pertumbuhan diferensiasi akar.

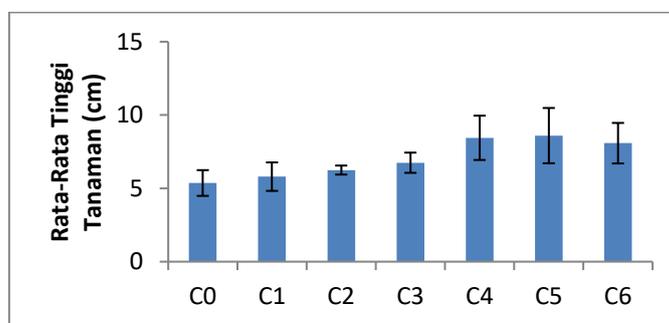
POC urin kelinci mengandung unsur hara makro yaitu nitrogren (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang teramat berarti untuk pertumbuhan dan produksi tanaman selada (Purba dkk., 2021). Unsur hara nitrogen berperan dalam pembentukan maupun pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman yakni daun, batang, serta akar. Nitrogen menjadi penyumbang terbesar bagi pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Tumbuhan membutuhkan nitrogen merupakan unsur protein, klorofil, asam nukleat, serta molekul organik penting lain (Mar'atushaliha, 2023). Unsur hara fosfor berperan untuk pembentukan akar, perkembangan tanaman, dan pembentukan bunga, buah, dan biji. Unsur hara kalium memiliki peran untuk menjaga keseimbangan air dalam sel dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan (Purba et al., 2021).

Pembuatan POC urin kelinci menggunakan EM4 sebagai aktivator untuk mempercepat proses fermentasi bahan organik, mempercepat proses pengomposan, dan menghilangkan bau yang timbul saat proses fermentasi. Larutan EM4 berisi mikroorganisme fermentasi, salah satunya yaitu *Lactobacillus* sp. dan *Streptomyces* sp. (Suyanto dkk., 2022). Bakteri *Lactobacillus* sp. berperan sebagai dekomposer yang menguraikan senyawa organik sehingga dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah dan unsur hara yang terdapat pada POC urin kelinci bisa tersedia dan diserap oleh tanaman (Pratama dkk., 2022).

Bakteri *Streptomyces* sp. menurut Suyanto dkk. (2022) juga salah satu komponen mikroorganisme pada EM4. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim ekstraseluler (enzim selulase dan protease) yang berperan untuk menguraikan selulosa. Bakteri *Streptomyces* sp. mampu meningkatkan aktivitas selulase dan mempercepat penguraian selulosa.

Perlakuan C0 yaitu konsentrasi 100% limbah cair mocaf tanpa inokulasi jamur *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan *Basidiomycota* serta tanpa penambahan urin kelinci merupakan perlakuan dengan nilai rata-rata intensitas kerusakan tertinggi yaitu 25%. Menurut Riyanti dkk. (2010) limbah cair mocaf yang mengandung senyawa organik tinggi yakni pati dan protein. Senyawa organik itu tak bisa langsung diserap oleh tanaman tanpa diurai lebih dulu. Menurut Purba dkk., (2021) tanaman hanya dapat menyerap nutrisi yang berbentuk ion atau molekul sederhana. Menurut Puriwati (2012) tanaman yang terpapar limbah cair mocaf yang mengandung senyawa organik kompleks dapat mengalami gejala defisiensi nutrisi seperti klorosis, nekrosis, kerdil, dan penurunan hasil, sehingga perlakuan C0 yaitu konsentrasi 100% limbah cair mocaf tanpa inokulasi *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan *Basidiomycota* serta tanpa penambahan urin kelinci memiliki persentase intensitas kerusakannya paling tinggi dibanding perlakuan lain.

Perlakuan C5 merupakan perlakuan dengan nilai rata-rata intensitas kerusakan paling rendah. Hal ini juga didukung oleh beberapa parameter pendukung dengan hasil yang lebih unggul dibandingkan dengan antar perlakuan.



Gambar 2. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman Selada antar Perlakuan

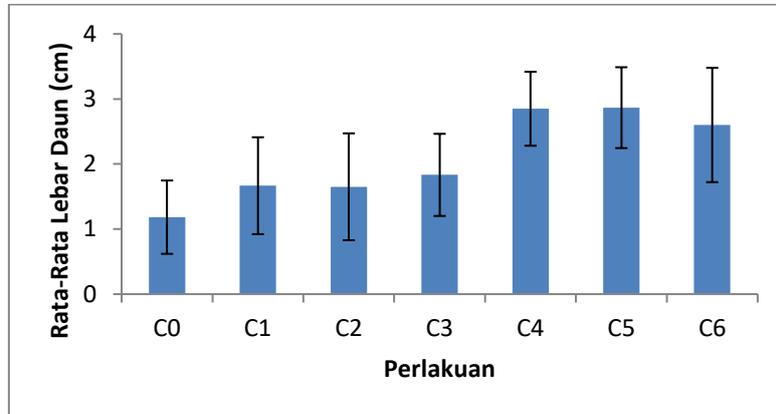
Berdasarkan **Gambar 2** rata-rata tinggi tanaman selada tertinggi yaitu dalam perlakuan C5 sebesar 8,6 cm, sedangkan rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman selada terendah yaitu pada perlakuan C0 sebesar 5,37 cm. Menurut Leksono (2021) peningkatan tinggi tanaman sebab ketersediaan unsur hara tercukupi khususnya unsur hara nitrogen (N) ketika pertumbuhan vegetatif, sehingga proses fotosintesis bisa berlangsung aktif, maka pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel bisa berjalan secara baik. Kebutuhan unsur hara esensial dapat diperoleh melalui pupuk organik cair (POC). POC memiliki bentuk cair hingga terserap dengan mudah oleh tanaman dan juga bisa membantu menyerap air.

Auksin yang dihasilkan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dapat meningkatkan tinggi tanaman. Hal ini berdasarkan pada referensi menurut Andianingsih dkk. (2021) auksin memiliki peran memacu proses pemanjangan sel. Auksin dalam pucuk-pucuk tunas muda dan dalam jaringan meristem di pucuk dapat merangsang pertumbuhan tunas-tunas baru. Hormon tersebut mempunyai fungsi dalam pengatur pembesaran pada sel-sel baru, pembelahan sel, serta merangsang perpanjangan dari sel pada meristem apikal dan ruas batang serta membantu proses pertumbuhan batang.

Tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh hormon giberelin. Hormon giberelin ialah satu di antara zat pengatur tumbuh yang berperan untuk meningkatkan pembelahan dan pembesaran sel. Hal inilah yang menjadi dasar dari penggunaan hormon giberelin untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hormon giberelin bisa memacu pertumbuhan panjang batang dalam tanaman hingga tanaman jadi lebih tinggi (Sudirman et al., 2015).

Berdasarkan **Gambar 3**. rata-rata lebar daun terbesar yaitu dalam perlakuan C5 sebesar 2,87 cm, sementara rata-rata lebar daun terendah paling kecil yaitu dalam perlakuan C0 sebesar 1,18 cm. Menurut Fahrudin (2009) lebar daun ialah hasil dari pertumbuhan vegetatif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wardhana dkk. (2016) lebar daun yang memiliki lebar paling besar disebabkan karena

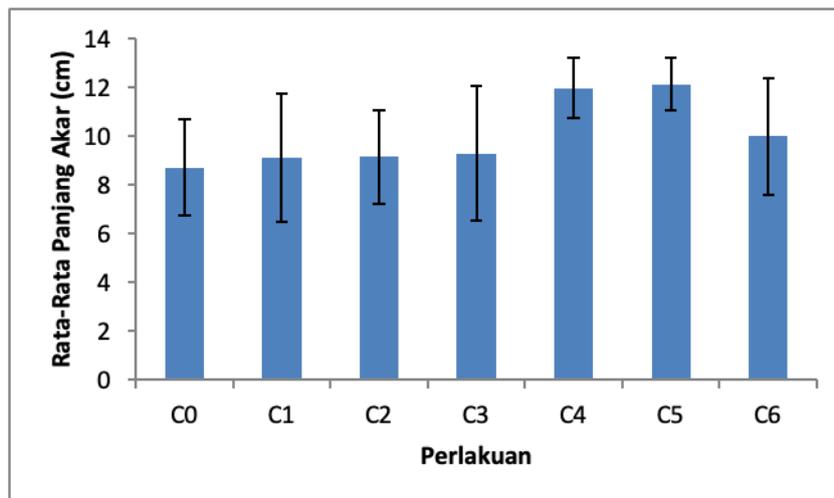
unsur hara nitrogen telah bisa meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman selada sehingga mempengaruhi lebar daun pada tanaman selada. Hal tersebut didukung pernyataan Hidayat dkk. (2021) yang mengatakan bahwa unsur hara yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan daun yaitu nitrogen. Nitrogen memiliki peran untuk sintesis protein dalam pertumbuhan tanaman masuk pada pertumbuhan daun, apabila tanaman kekurangan unsur hara nitrogen akan mengakibatkan pertumbuhan terhambat.



Gambar 3. Rata-rata Lebar Daun Terlebar Tanaman Selada antar Perlakuan

Lebar daun juga dipengaruhi oleh hormon auksin. Thamrin (2021) menjelaskan bahwa hormon auksin bisa memengaruhi pertumbuhan daun utamanya panjang jaringan-jaringan pembuluh. Lebar daun berhubungan erat melalui arah pembelahan, pembesaran, jumlah, serta distribusi sel. Semakin luas daun maka jumlah stomata kian bertambah. Stomata mempunyai peranan penting pada penyerapan nutrisi dan zat-zat yang diperlukan pada proses metabolisme tanaman.

Hormon giberelin juga menjadi faktor dari meningkatkan lebar daun karena hormon giberelin bisa meningkatkan pembentangan dan pemanjangan sel dalam tumbuhan yang mengakibatkan daun jadi lebih lebar. Hormon giberelin bisa membuat pembentukan enzim Xyloglucan Endotrans-Lycosylase di dinding sel yang bisa memutus ikatan hemiselulosa hingga melunakkan dinding sel dan sel jadi lebih membentang. Peningkatan lebar daun merupakan faktor yang dikarenakan mempengaruhi produksi dari nutrisi oleh tanaman (Jazuli dkk., 2021).



Gambar 4. Rata-rata Pertambahan Panjang Akar Tanaman Selada antar Perlakuan

Berdasarkan **Gambar 4.** rata-rata panjang akar terbesar yaitu pada perlakuan C5 sebesar 12,13 cm, sementara rata-rata panjang akar terendah yaitu pada perlakuan M0 sebesar 9,3 cm. Menurut Gorendva dkk. (2022) menjelaskan apabila tanaman yang menyerap banyak nitrogen tumbuh lebih baik dari tinggi tanaman, bobot segar tanaman, dan panjang akar.

Hormon auksin juga memengaruhi panjang akar. Berdasarkan pernyataan Sa'adah dkk. (2021) mengatakan jika hormon auksin begitu dibutuhkan pada pertumbuhan organogenesis masuk pada pembentukan akar. Hormon auksin bisa menaikkan inisiasi dan induksi akar tanaman sehingga merangsang pertumbuhan, permunculan, dan diferensiasi primordial akar.

Hormon giberelin juga berperan dalam pertumbuhan semua organ tumbuhan termasuk akar. Hormon giberelin dapat meningkatkan pembelahan sel dan apeks tajuk hingga bisa menimbulkan pertumbuhan batang dan daun muda, maka proses fotosintesis menjadi terpacu dan memperoleh peningkatan pertumbuhan dalam semua organ tanaman termasuk akar (Sundahri dkk., 2016).

4. KESIMPULAN

Pemberian konsentrasi 100% limbah cair mocaf tanpa inokulan *Aspergillus* sp. SP 4.1 dan Basidiomycota serta tanpa penambahan POC urin kelinci berpengaruh terhadap kerusakan tanaman selada (*L. sativa*).

DAFTAR PUSTAKA

- Andianingsih, N., Rosmala, A. dan Mubarak, S., 2021. Pengaruh Pemberian Hormon Auksin dan Giberelin terhadap Pertumbuhan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Var. Aichi First di Dataran Medium. *Agroscrip*, 3(1), pp. 48-56.
- Asmoro, N. W., 2021. Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan. *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(1), pp. 34-43.
- Desna, R. D. P., Darmasetiawan, H., Irzaman dan Siswadi., 2010. Kajian Proses Sterilisasi Media Jamur Tiram Putih Terhadap Mutu Bibit yang Dihasilkan. *Berkala Fisika*, 13(2), pp. 45-48.
- Dewi, R. S. dan Khotimah, K., 2019. *Aspergillus* sp. 3 pada Pengolahan Limbah Cair Batik Kutawaru Cilacap dan Pengaruhnya terhadap *Zea mays* dan *Vigna radiata*. *Life Science*, 8(2), pp. 150-159.
- Fahrudin, F., 2009. Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Gorendva, R. W., Ginting, Y. C. dan Kushendarto., 2015. Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Plant Catalyst Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Secara Hidroponik. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2), pp. 100-106.
- Hidayat, A., Aryanti, E. dan Mahmud, Y., 2021. Evaluasi Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dan Sifat Tanah Gambut pada Beberapa Dosis dan Cara Aplikasi Pupuk Organik Kotoran Ayam yang Berbeda. *Jurnal Agroteknologi*, 11(2), pp. 87-96.
- Jazuli, M. I., Aini, S. N. dan Khodijah, N. S., 2021. Pemanfaatan Giberelin untuk Memacu Pertumbuhan dan Produksi Melon Menggunakan Hidroponik Sistem Sumbu. *Jurnal Bioindustri*, 4(1), pp. 1-11.
- Kristanto, D. dan Aziz, S. A., 2019. Aplikasi Pupuk Organik Cair Urin Kelinci Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Caisim (*Brassica juncea* L.) Organik di Yayasan Bina Sarana Bakti, Cisarua, Bogor, Jawa Barat. *Buletin Agrohorti*, 7(3), pp. 281-286.
- Leksono, A. P., 2021. Pengaruh Konsentrasi dan Interval Pemberian Poc Urin Kelinci terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(2), pp. 57-63.
- Mar'atushaliha, S. 2023. *Fisiologi Tumbuhan*. Pekalongan: NEM.
- Martiana, A., Roza, R.. M., Lestari, W. dan Syafriani, J., 2018. Produksi Fitohormon Asam Giberelat (GA₃) oleh *Aspergillus* sp. IIRTA Asal Tanah Gambut Riau pada Variasi Waktu Inkubasi dan Agitasi. *Prosiding Seminar Nasional Hayati*, 6, pp. 104-110.

- Melati, I., 2020. Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan, dan Prospek Riset. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2020*, 8(1).
- Murniati, A., Tahir, D. dan Tahir, R., 2022. Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agricultural Journal*, 5(3), pp. 608-615.
- Nurmayulis, P. U. dan Jannah, R., 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) yang Diberi Bahan Organik Kotoran Ayam Ditambah Beberapa Bioaktivator. *Agrologia*, 3(1), pp. 44-53.
- Prasetyo, J., 2016. Evaluasi Kesehatan Tanaman Sengon Laut (*Falcataria moluccana*) Umur 1 dan 3 Tahun di Areal Paska Erupsi Merapi. *Doctoral Dissertation*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Pratama, Y., Purbajanti, E. D. dan Budiyanto, S., 2022. Respon Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Terhadap Konsentrasi EM₄ pada Fermentasi Pupuk Organik Cair dengan Sistem Budidaya Hidroponik Rakit Apung. *Agrohita*, 7(3), pp. 457-466.
- Pratiwi, N. T. M., Krisnanti, M. dan Iswantari, A. 2019. Penggunaan Fungi *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. dalam Bioremediasi Kandungan Bahan Organik Limbah Cair Tahu. *Jurnal Lingkungan Tropis*, pp. 523-532.
- Prawira, I., Rukmi, I. dan Wijanarka., 2015. Produksi Enzim Protease *Aspergillus flavus* Pam-25 dengan Variasi pH dan Waktu Inkubasi. *Jurnal Biologi*, 4(2), pp. 10-16.
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih., Junaedi, A. S., Gunawan, B., Junairiah., Firgiyanto, R. dan Arsi., 2021. *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Puriwati, L., 2012. Pengaruh Pupuk Cair dari Limbah Cair Produksi Mocaf terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. Universitas Jember
- Purwanti, E., 2017. Diversity of Macrofungi in Bogor Botanic Garden, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(4), 1341-1348.
- Puspitasari, D. J. dan Khaeruddin, 2016. Kajian Bioremediasi pada Tanah Tercemar Pestisida. *Kovalen*, 2(3), pp. 98-106.
- Ranti, M. A. D., Suryani, N. N. dan Budiasa, I. K. M., 2017. Pengaruh Pemberian Kadar Air Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Produksi Hijauan Tanaman *Indigofera zollingeriana*. *Journal of Tropical Animal Science*, 5(1), pp. 50-66.
- Reski, L., Afrida. dan Syamsuwirman., 2021. Pengaruh POC Urin Kelinci terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Fase Main Nursery. *UNES Jurnal Mahasiswa Pertanian*, 5(2), pp. 63-77.
- Riyanti, F., Lukitowati, P. dan Afrilianza., 2010. Proses Klorinasi untuk Menurunkan Kandungan Sianida dan Nilai KOK pada Limbah Cair Tepung Tapioka. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(3), pp. 34-39.
- Romalasari, A. dan Sobari, E., 2019. Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Science*, 3(1), pp. 36-41.
- Sa'adah, A. F., Alfian, F. N. dan Dewanti, P., 2021. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Menggunakan Sistem Budidaya Akuaponik Rakit Apung. *Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(2), pp. 107-121.
- Siswoko, Arif., 2011. Penentuan Kadar Glukosa, Pati, Kadmium, Sianida, C-organik, dan Unsur Hara (N,P,K) dalam Limbah Cair Pengolahan Mocaf dan Analisis Pemanfaatannya untuk Bahan Baku Bioethanol, Nata De Cassava, Serta Media Hidroponik (Pupuk Cair). *Doctoral Dissertation*. Malang: Universitas Negeri Malang.

- Solikhah, U., Maghfiroh, I. S. dan Fanata, W. I. D., 2018. Pemanfaatan Limbah Urine Kelinci Menjadi Pupuk Organik Cair (POC). *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 3(2), pp. 204-208.
- Sopialena., 2017. *Segitiga Penyakit Tanaman*. Samarinda: Mulawarman University Press.
- Sumardi., Agustrina, R., Irawan, B. dan Rodiah, S., 2020. Pengaruh Pemaparan Medan Magnet 0,2 mT pada Media yang Mengandung Logam (Al, Pb, Cd, dan Cu) Terhadap *Bacillus* sp. dalam Menghasilkan Protease. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 19(1), pp. 47-58.
- Sundahri., Tyas, H. N. dan Setiyono., 2016. Efektivitas Pemberian Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tomat. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(1), pp. 42-47.
- Suyanto, A., Oktarianti, S., Astar, I. dan Irianti, A. T. P., 2022. Penggunaan *Streptomyces ambofaciens* Sebagai Bioaktivator dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Organik. *Teknotan*, 16(1), pp. 1-6.
- Thamrin, N. T., 2021. Pengaruh Konsentrasi ZPT Auksin terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek Vanda. *Plantklopedia*, 1(2), pp. 1-7.
- Wardhana, I., Hasbi, H. dan Wijaya, I., 2016. Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Pemberian Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Interval Waktu Aplikasi Pupuk Cair Super Bionik. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), pp. 165-185.
- Yulita, A., Lestari, S. dan Dewi, R. S., 2013. Dekolorisasi Limbah Cair Batik Menggunakan Miselium Jamur yang Diisolasi dari Limbah Baglog *Pleurotus ostreatus*. *Biosfera*, 30(2), pp. 90-95.
- Yurianda, R. B., Setyawan, D., dan Warsito, W., 2022. Metode Klasifikasi Normalized Difference Vegetation Index Berbasis Citra Landsat 8 untuk Identifikasi Sebaran Kondisi Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit di PT. Andira Agro, Sumatera Selatan. *Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 8(2), pp. 15-24.
- Yusidah, I. dan Nurirhani, P., 2022. Respon Ketahanan Tanaman Bayam Merah dengan Induser Limbah Media Tanam Jamur Merang terhadap Serangan *P. xylostella*. *Agricultural Journal*, 5(3), pp. 616-624.