

DINAMIKA POPULASI DAN AKTIVITAS BIOLOGIS JAMUR ISOLAT PELET KOMPOS PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK NPK

(Fungal Population Dynamics and Biological Functions in Compost Pellets with Varying NPK Fertilizer Levels)

MOKHAMAD IRFAN¹ & ERVINA ARYANTI^{1*}

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR Soebrantas, Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia
*E-mail: ervina.aryanti@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The addition of inorganic fertilizers to overcome the limitations of organic fertilizers in the form of compost pellets affects the microbial life within them. Meanwhile, the biological activity of fungi as biocontrol agents, biofertilizers, decomposers, and plant growth promoters is highly essential. This study aims to determine the optimal dose of NPK fertilizer that can be incorporated into compost pellets without reducing the population or inhibiting the biological activities of functional fungi, including their roles as decomposers, phosphate solubilizers, biocontrol agents, and producers of plant growth regulators (PGRs). The research was conducted from October to December 2024 at the PEMTA Laboratory, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. The research employed a qualitative descriptive method with six treatment levels. The results showed that the treatment without NPK addition produced 7 fungal isolates with a population of 5.0×10^6 cfu/g; addition of 1% NPK yielded 11 isolates with a population of 3.5×10^6 cfu/g; 2% NPK resulted in 10 isolates with 1.0×10^5 cfu/g; 3% NPK had 7 isolates with 6.0×10^5 cfu/g; 4% NPK showed 4 isolates with 5.0×10^5 cfu/g; and 5% NPK had 7 isolates with 1.2×10^5 cfu/g. Referring to the original source of the isolates, which were derived from compost shaped into pellets, the biological activities of the fungal isolates were predominantly decomposers, followed by phosphate-solubilizing fungi. The number of isolates acting as biocontrol agents and producers of plant growth regulators (PGRs) was relatively low.

Keywords: biocontrol agent, biofertilizer, decomposer, plant growth promoter

PENDAHULUAN

Pupuk merupakan sarana produksi yang penting bagi pertanian. Berdasarkan sumber asal, pupuk terbagi menjadi dua, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Kelebihan pupuk anorganik yaitu konsentrasi unsur haranya tinggi, cepat tersedia bagi tanaman, praktis dan mudah didapat. Kekurangannya, unsur haranya tidak lengkap, mudah tercuci, pemakaian dosis tinggi dapat merusak kesuburan tanah, tanaman lebih rentan terhadap serangan hama dan penyakit (Mansyur *et al.* 2021).

Kelebihan pupuk organik yaitu kandungan unsur haranya lengkap (makro dan mikro), ramah lingkungan, menambah kemampuan tanah dalam menahan air, dapat menginduksi ketahanan tanaman dari serangan penyakit dan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kelebihan lain yang tidak dimiliki pupuk kimia adalah kaya dengan mikroba fungsional, sebagai dekomposer, pupuk hayati, pemacu pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari serangan patogen tular tanah (Dahlianah 2015). Kelemahan pupuk organik yaitu mengandung unsur hara rendah sehingga diperlukan dalam jumlah yang banyak, lambat melepaskan unsur hara dan kurang praktis (Ed 2023). Sampai saat ini peran pupuk anorganik masih belum tergantikan sepenuhnya karena tanaman membutuhkan unsur hara yang cepat tersedia, mudah didapat, praktis dan cukup untuk pertumbuhan tanaman.

Penggunaan pupuk organik saja, belum mampu meningkatkan produksi tanaman dan ketahanan pangan (Suriadikarta & Simanungkalit 2006). Oleh karena itu diperlukan pengelolaan hara terpadu melalui formulasi pupuk organik dan anorganik secara berimbang perlu digalakan untuk mendukung sistem pertanian LEISA (*low external input and sustainable agriculture*) yang berlandaskan konsep *good agricultural practices* untuk mencegah degradasi kesuburan lahan dan memelihara kelestarian lingkungan.

Salah satu upaya untuk mewujudkan sistem LEISA yaitu menggabungkan kedua pupuk tersebut dalam bentuk pellet kompos (pelkom). Menurut Wardhana *et al.* (2015) mengatakan bentuk pelet memiliki kepadatan yang tinggi sehingga volumenya lebih kecil dan mudah dalam pengemasan, penyimpanan dan transportasi. Widyowanti *et al.* (2004) menambahkan, formulasi pencampuran pupuk organik dengan pupuk anorganik dalam bentuk pelet bersifat *slow release* dalam jangka waktu tertentu sehingga dapat meminimalisir kehilangan unsur hara akibat pencucian air.

Diprediksi dengan pemberian 4-5 kali kompel berformulasi, akan terjadi akumulasi bahan organik yang pada gilirannya akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kondisi inilah titik awal (*starting point*) menuju pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Penelitian Pramudita (2024) menunjukkan bahwa aplikasi pellet kompos 100 g yang ditambah 5% NPK per *polybag*/tanaman, berpengaruh nyata berbanding pemberian pupuk NPK 10 g/*polybag*/tanaman pada parameter diameter umbi, berat basah umbi dan berat kering umbi bawang merah.

Interaksi antara penambahan pupuk organik berbentuk pelet kompos yang kaya mikroorganisme fungsional, terutama jamur dekomposer, pelarut fosfat, agen biokontrol, dan penghasil ZPT, dengan pupuk anorganik NPK yang memiliki kandungan unsur hara makro tinggi, berpotensi memengaruhi kelimpahan, keragaman, dan aktivitas biologis mikroba tersebut. Sementara peran mikroorganisme bagi tanaman dan tanah belum bisa digantikan oleh pupuk kimia apapun, sedangkan pemberian dosis pupuk anorganik NPK pada pupuk organik dalam bentuk pellet kompos akan berpengaruh terhadap resistensi mikroba yang ada di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum pupuk anorganik NPK yang dapat ditambahkan pada pelet kompos tanpa menurunkan populasi maupun menghambat aktivitas biologis jamur fungsional, termasuk perannya sebagai dekomposer, pelarut fosfat, agen biokontrol, dan penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pelaksanaan penelitian pada September hingga Desember 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini: mikroskop binokuler, *laminar air flow*, presto, mikro pipet, cawan petridish, orbital shaker, jarum ose, erlenmeyer, beaker glass, timbangan digital, tabung reaksi, vortex, lampu Bunsen, dan incubator suhu ruang. Bahan yang digunakan pellet kompos (pelkom), media Potato Dextrosa Agar (PDA), L-Triptofan, reagen Salskovky, larutan Congo red 1%, larutan NaCl 0.9%, kloramfenikol, Carboxy methyl selulosa, yeast extract, sukrosa, alkohol 70%, spiritus, akuades, isolate *Fusarium oxysporum*, pelet kompos dengan penambahan pupuk NPK 16-16-16.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif eksperimental dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan yaitu: P0 = pelkom tanpa pupuk NPK; P1 = pelkom + 1% pupuk NPK; P2 = pelkom + 2% pupuk NPK; P3 = pelkom + 3% pupuk NPK; P4 = pelkom + 4% pupuk NPK; P5 = pelkom + 5% pupuk NPK.

Pelaksanaan Penelitian

Formulasi pelkom dibuat dengan mencampurkan pupuk kandang ayam + limbah pakan ulat hongkong (1:1, V/V) kemudian ditambah dolomit 5% dari total campuran selanjutnya difermentasi selama 1 bulan dengan seminggu sekali dilakukan pengadukan. Setelah proses fermentasi selesai, ditambahkan pupuk NPK 16-16-16 sesuai perlakuan dan sebagai perekat, digunakan larutan kanji 5%.

Parameter Pengamatan

1. Enumerasi dan isolasi

Perhitungan jumlah jamur dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat pada pengenceran 10^{-3} – 10^{-5} . Jumlah koloni yang masuk pada kriteria perhitungan adalah antara 15 – 150 koloni dalam cawan Petridis.

Jumlah koloni jamur dihitung menggunakan rumus:

$$(CFU) = \frac{1}{Vol\ sampel} \times \frac{1}{Faktor\ pengenceran} \times \text{Jumlah Koloni dalam Petri}$$

Isolasi jamur dilakukan dengan cara memisahkan jamur yang secara visual memiliki bentuk dan warna berbeda pada 7 hari setelah inokulasi menggunakan jarum Ose ke cawan petridish baru menjadi 1 koloni tunggal yang terpisah. Koloni yang tumbuh, disubkultur ke media agar miring untuk penelitian berikutnya.

2. Uji Antagonis

Metode ini dilakukan dengan metode oposisi langsung, di mana isolat jamur sampel ditanam bersamaan dengan jamur *Fusarium oxysporum* sebagai jamur pathogen berjarak 3 cm pada cawan petridish berdiameter 9 cm (Gonzales *et al.* 2020).

3. Uji Aktifitas Jamur sebagai Jamur Pelarut Fosfat

Kemampuan jamur dalam melarutkan fosfat ditunjukkan oleh terbentuknya zona bening di sekitar koloni pada Media Pikovskaya. Semakin besar zona bening yang terbentuk di sekitar koloni jamur, berarti semakin besar kemampuan jamur dalam melarutkan fosfat.

4. Uji Isolat jamur sebagai Jamur Selulolitik

Uji aktifitas jamur selulolitik menggunakan metode Hidayatullah *et al.* (2022) yang dimodifikasi. Media PDA 39 g, Yeast extract 1 g, sukrosa 5 g dilarutkan dalam 500 ml akuadest ditambah 2% larutan CMC yang dibuat secara terpisah. Campurkan kedua media tersebut kemudian disterilkan selama 20 menit pada suhu 121 °C di presto. Menjelang dituang ke cawan petridish, tambahkan cloramfenikol 100 mg per 100 ml media PDA-CMC 1%. Setelah media di cawan petridish mengeras, tanam isolate sampel dengan cara menitikan 3 titik di tengah cawan petridish inkubasi pada suhu kamar selama 7 x 24 jam. Setelah selesai masa inkubasi, genangi isolate dengan larutan Congo Red 1% selama 15 menit. Selanjutnya buang larutan Congo Red dan bilas dengan larutan NaCl 0.9%. Adanya zona bening di sekitar koloni menunjukkan bahwa jamur tersebut memiliki kemampuan selulolitik. Semakin besar zona bening yang berbentuk, maka semakin berpotensi jamur tersebut sebagai jamur selulolitik.

5. Uji Aktifitas Jamur sebagai Penghasil ZPT

Isolat jamur diinokulasikan pada media PDA yang disuplementasi triptofan 100 mg/l. Tanam dengan membuat 3 titik pada media PDA lalu inkubasi selama 7 x 24 jam pada suhu kamar. Setelah masa penanaman tercapai, isolate sampel ditetesi reagen Salkowsky dan diinkubasi kembali pada suhu kamar dalam keadaan gelap selama 30 menit. Hasil positif menghasilkan IAA ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna di tepi isolat sampel menjadi merah sampai merah muda merah/merah muda dan positif menghasilkan IBA koloni atau disekitar koloni berwarna oranye/kuning kemerahan (Gang *et al.* 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Jamur per gram Sampel Pelet Kompos

Tabel 1 menunjukkan bahwa populasi jamur tertinggi ditemukan pada perlakuan tanpa penambahan pupuk NPK, yaitu $5,0 \times 10^6$ cfu/g pelet dengan jumlah 7 isolat. Penambahan pupuk NPK 1% menghasilkan jumlah isolat tertinggi, yaitu 11 isolat dengan populasi $3,5 \times 10^6$ cfu/g pelet. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa dengan penambahan dosis NPK hingga 5%, terjadi fluktuasi jumlah isolat dan populasi jamur. Populasi terendah sebesar $1,0 \times 10^5$ cfu/g pada dosis 2% NPK.

Tabel 1. Jumlah Isolat dan Kandungan Jamur pada Setiap gram Pelet

No. Isolat	Perlakuan Penambahan Dosis Pupuk NPK pada Pelet Kompos	Jumlah Isolat	Kandungan Jamur Per Gram Pelet (CFU)
------------	--------------------------------------------------------	---------------	--------------------------------------

1	Tanpa NPK	7	5.0×10^6
2	Pelet Kompos + 1% Pupuk NPK	11	3.5×10^6
3	Pelet Kompos + 2% Pupuk NPK	10	1.0×10^5
4	Pelet Kompos + 3% Pupuk NPK	7	6.0×10^5
5	Pelet Kompos + 4% Pupuk NPK	3	5.0×10^5
6	Pelet Kompos + 5% Pupuk NPK	7	1.2×10^5

Penurunan populasi jamur akibat penambahan pupuk NPK diduga karena pupuk anorganik NPK dapat menciptakan tekanan osmotik atau perubahan kimia di lingkungan mikroba, yang berpengaruh negatif terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme. Penambahan pupuk anorganik dapat menurunkan kekayaan dan keanekaragaman organisme tanah (Malal *et al.* 2025). Selain itu, formulasi pupuk organik yang ditambah pupuk NPK dapat mengubah dinamika mikroba tanah, karena jamur sebagai dekomposer lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan dibandingkan bakteri (Compant *et al.* 2005).

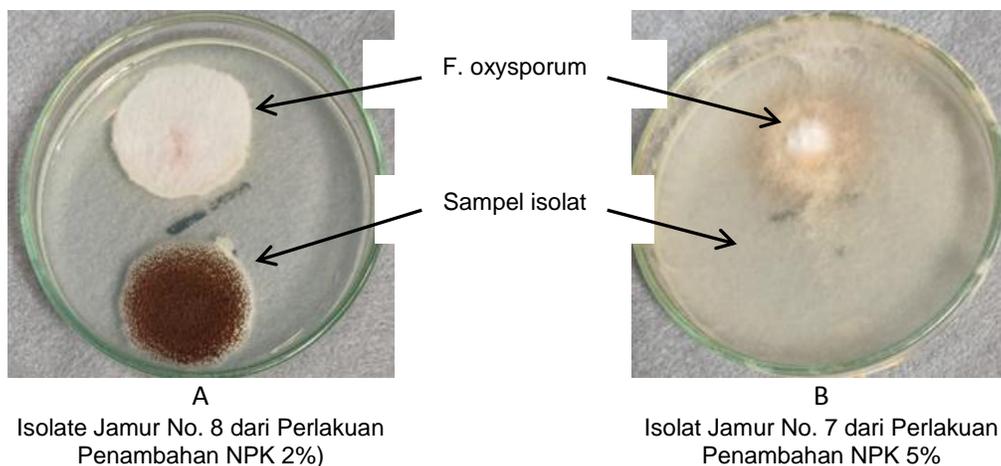
Namun demikian, meskipun terjadi penurunan populasi jamur, semua perlakuan masih memenuhi kriteria pupuk hayati berdasarkan Kepmentan No. 261 Tahun 2019, yaitu minimal mengandung $\geq 1,0 \times 10^5$ cfu/g. Hal ini menunjukkan bahwa pellet kompos dengan penambahan hingga 5% pupuk NPK tetap layak digunakan sebagai pupuk organik yang diperkaya unsur hara anorganik.

Selain itu, jumlah isolat tertinggi pada penambahan pupuk NPK 1% menunjukkan bahwa pada kadar rendah, pupuk NPK dapat berfungsi sebagai stimulan pertumbuhan mikroba. Hal ini karena unsur hara makro seperti kalium dan fosfor dapat meningkatkan aktivitas metabolik awal mikroorganisme (Thohari *et al.* 2019). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Pan *et al.* (2020), yang melaporkan bahwa kombinasi dari penambahan pupuk organik dan anorganik dalam proporsi seimbang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mempertahankan keanekaragaman jamur pada tanah.

Dengan demikian, strategi pemupukan terpadu berbasis pelet kompos dan pupuk NPK pada kadar rendah (1–2%) dapat dijadikan solusi pertanian berkelanjutan yang menjaga populasi mikroba fungsional, sekaligus mencukupi kebutuhan hara makro bagi tanaman (Simanungkalit *et al.* 2006).

Uji Antagonis Isolat dengan Jamur *F. oxysporum* dari Pelet Kompos yang Ditambah Pupuk NPK

Aktivitas isolat jamur sebagai agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum* dapat diamati melalui beberapa mekanisme interaksi, seperti kompetisi ruang, perebutan sumber nutrisi, dan ketersediaan oksigen. Selain itu, proses biokontrol juga ditunjukkan dengan adanya lisis pada sel hifa patogen akibat serangan enzimatik, parasitisme langsung pada hifa patogen, serta aktivitas antibiosis yang ditandai dengan terbentuknya zona bening di antara koloni jamur yang diuji. Mekanisme-mekanisme tersebut secara keseluruhan mencerminkan kemampuan isolat jamur dalam menekan pertumbuhan patogen melalui interaksi antagonistik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa baik isolat yang memiliki potensi sebagai agen biokontrol maupun yang tidak berpotensi dapat dibedakan berdasarkan intensitas dan bentuk respon interaksi tersebut, seperti yang disajikan pada Gambar 1. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa agen hayati seperti *Trichoderma* spp. atau jamur antagonistik lainnya mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* melalui kombinasi mekanisme kompetisi, parasitisme, dan antibiosis (Harman *et al.* 2004; Howell 2003; Sharma & Sharma 2020).



Gambar 1. Penampilan Isolat yang Tidak Berpotensi sebagai Agen Biokontrol (A) dan Berpotensi sebagai Agen Biokontrol (B).

Gambar 1 B di atas menunjukkan mekanisme kompetisi ruang, nutrisi, atau oksigen dan terjadinya lisis sel hifa pathogen. Pertumbuhan koloni *F. oxysporum* terlihat terhambat dan mengecil yang disertai perubahan warna merah kusam dengan tepi koloni tidak merata. Adapun Gambar 1A menunjukkan penampilan *F. oxysporum* dengan warna koloni putih keunguan yang bersih. Hal ini menunjukkan bahwa isolate jamur tidak memiliki aktifitas penghambatan terhadap *F. oxysporum*.

Hasil uji antagonis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa dari total 45 isolat jamur yang diuji, hanya sebagian kecil yang menunjukkan aktivitas antagonistik terhadap jamur patogen *F. oxysporum*. Perlakuan dengan penambahan pupuk NPK 1% menghasilkan jumlah isolat antagonis terbanyak, yaitu tiga isolat (Isolat 1, 3, dan 7) yang menunjukkan respons positif. Perlakuan tanpa pupuk NPK hanya menunjukkan satu isolat (Isolat 4) yang bersifat antagonis, sementara dosis pupuk NPK di atas 2% secara umum tidak menghasilkan isolat dengan kemampuan antagonis.

Tabel 2. Uji antagonis isolat jamur dari pelet kompos yang ditambah pupuk NPK dengan jamur *F. oxysporum*

No. Isolat	Perlakuan Penambahan Dosis Pupuk NPK pada Pelet Kompos					
	Tanpa Pupuk NPK	Pelet Kompos + 1% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 2% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 3% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 4% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 5% Pupuk NPK
1	Negatif	Positif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
2	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
3	Negatif	Positif	Positif	Negatif	Negatif	Negatif
4	Positif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
5	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
6	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
7	Negatif	Positif	Negatif	Negatif	Negatif	Positif
8		Negatif	Negatif			
9		Negatif	Negatif			
10		Negatif	Negatif			
11		Negatif				

Pemberian pupuk NPK dalam dosis rendah (1%) selain menghasilkan populasi jamur yang tinggi (5.0×10^6) juga memiliki kemampuan antagonistik, sedangkan dosis yang lebih tinggi bersifat sebaliknya. Hal ini diduga berkaitan dengan interaksi kimia antara ion hara anorganik dan aktivitas mikroba. Pupuk NPK dalam dosis tinggi dapat menciptakan lingkungan yang kurang kondusif bagi produksi metabolit sekunder yang berperan dalam mekanisme biokontrol seperti enzim hidrolitik, antibiotik, dan senyawa penghambat lainnya (Raaijmakers *et al.* 2009; Glick 2012). Selain itu, kemampuan antagonistik jamur terhadap patogen tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, termasuk pH, ketersediaan nutrisi, dan kompetisi ruang (Mahmudi & Rachmawati 2025). Perlakuan pelet kompos + 1% pupuk NPK dapat menciptakan keseimbangan yang mendukung fisiologi jamur dalam memproduksi senyawa bioaktif, namun dosis yang lebih tinggi menyebabkan gangguan terhadap keseimbangan mikroba tersebut.

Keterbatasan aktivitas antagonistik pada sebagian besar isolat juga menunjukkan bahwa jumlah isolat tidak selalu berbanding lurus dengan kualitas aktivitas biokontrol. Hal ini berarti bahwa meskipun suatu perlakuan menghasilkan banyak isolat, tetapi belum tentu semua memiliki potensi sebagai agen hayati pengendali penyakit. Oleh karena itu, perlu seleksi lebih lanjut terhadap karakter antagonistik, misalnya melalui uji lanjut metabolit sekunder, pengujian lapangan, atau identifikasi molekuler untuk menentukan spesies yang berpotensi digunakan sebagai biofungisida alami (Sutarman 2020).

Uji Aktifitas Isolat Jamur sebagai Pelarut Fosfat

pupuk NPK 2% masih mampu menyediakan kondisi optimal untuk ekspresi fungsional mikroba biofertilizer. Keberadaan jamur pelarut fosfat seperti *Aspergillus* dan *Penicillium* telah diketahui memiliki peranan penting dalam meningkatkan efisiensi pemupukan fosfor terutama pada tanah yang memiliki ketersediaan fosfat rendah akibat fiksasi oleh mineral tanah (Kalayu 2019).

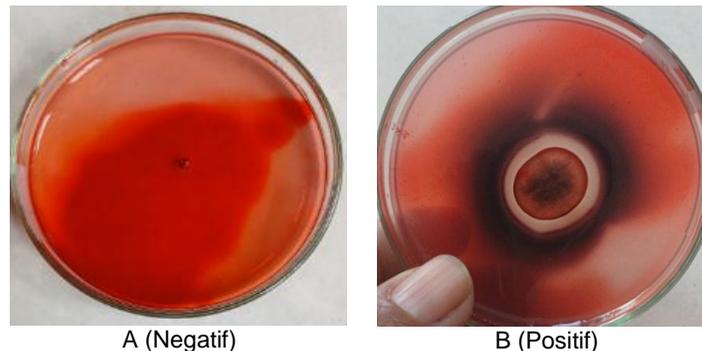
Sebaliknya, isolat dari perlakuan pelet kompos + NPK lebih dari 2% menunjukkan penurunan dalam pertumbuhan dan aktivitas pelarutan fosfat. Temuan ini menunjukkan bahwa dosis rendah NPK (1–2%) masih dapat mendukung aktivitas biologis jamur pelarut fosfat, sedangkan dosis tinggi cenderung bersifat menekan. Hasil ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Indriyanti *et al.* (2020) dan Abdila *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa peningkatan pemberian pupuk NPK pada dosis yang lebih tinggi cenderung menurunkan pertumbuhan jamur. Kondisi tersebut diduga akibat peningkatan kandungan ion seperti ammonium, nitrat, dan kalium dalam medium yang dapat menghambat pertumbuhan jamur atau memengaruhi ekspresi gen-gen yang terlibat dalam biosintesis asam organik.

Penambahan pupuk anorganik secara berlebihan juga dapat mengubah pH substrat dan menyebabkan kondisi lingkungan menjadi tidak kondusif bagi aktivitas mikroba pelarut fosfat. Hal ini diperkuat oleh penelitian Napitupulu *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa efektivitas pelarutan fosfat oleh mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia media, seperti pH, ketersediaan karbon, kelembaban, dan bahan organik.

Uji Isolat sebagai Jamur Selulolitik

Jamur selulolitik memainkan peran penting dalam ekosistem tanah, karena kemampuannya dalam mendegradasi sisa organik berbasis selulosa seperti jerami, batang tanaman, dan limbah pertanian. Proses ini berlangsung melalui sekresi enzim selulase, yang memecah polimer selulosa menjadi unit glukosa yang lebih sederhana, sehingga dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme lain maupun tanaman. Aweke *et al.* (2022) menunjukkan bahwa sejumlah jamur dari genus *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* yang diisolasi dari tanah dan kompos mampu memproduksi selulase dengan tingkat aktivitas tinggi.

Cellulase yang dihasilkan biasanya terdiri dari berbagai enzim seperti endoglucanase, exoglucanase, dan β -glucosidase, yang bekerja secara sinergis untuk memecah β -1,4-glikosidik pada selulosa menjadi glukosa. Secara ekologis, aktivitas selulolitik ini sangat penting karena mendukung siklus karbon dan kesuburan tanah dengan mengubah material yang bersifat resisten menjadi sumber nutrisi yang tersedia (Datta 2024). Secara *in vitro* potensi jamur dapat diuji menggunakan media yang diberi selulosa. Aktifitas selulolitik terlihat dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni setelah diberi lauritan Congo red kemudian dibilas dengan larutan NaCl 0.9%. Hasil uji secara *in-Vitro* tertera pada Gambar 3 dan hasil uji secara keseluruhan pada Tabel 4.



Gambar 3. Penampilan isolat jamur yang tidak berpotensi sebagai dekomposer (A); isolat jamur berpotensi sebagai dekomposer (B)

Tabel 4. Uji Isolat sebagai Jamur Selulolitik

No.	Perlakuan Penambahan Dosis Pupuk NPK pada Pelet Kompos
-----	--------------------------------------------------------

Isolat	Tanpa Pupuk NPK	Pelet Kompos + 1% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 2% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 3% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 4% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 5% Pupuk NPK
1	Positif	Positif	tidak tumbuh	Positif	Positif	Tidak tumbuh
2	Negatif	Positif	Positif	Tidak tumbuh	Positif	Positif
3	Tidak tumbuh	Positif	Negatif	Tidak tumbuh	Positif	Positif
4	Negatif	Positif	Positif	Positif		Positif
5	Positif	Tidak tumbuh	Positif	Tidak tumbuh		Positif
6	Positif	Positif	Positif	Positif		Negatif
7	Positif	Positif	Positif	Positif		Tidak tumbuh
8		Positif	Positif			
9		Positif	Positif			
10		Positif	Positif			
11		Positif				

Berdasarkan data pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa sebagian besar isolat dari perlakuan tanpa NPK dan penambahan NPK 1–2% menunjukkan aktivitas selulolitik positif, ditandai dengan terbentuknya zona bening setelah pengujian. Sebaliknya, penambahan pupuk NPK dosis tinggi (3–5%) secara umum berdampak negatif terhadap aktivitas selulolitik, ditandai dengan tidak tumbuhnya jamur atau tidak adanya zona bening. Penurunan aktivitas selulolitik pada dosis tinggi pupuk NPK diduga disebabkan oleh ketidakseimbangan nutrisi mikroba dan gangguan terhadap keseimbangan pH yang dapat menghambat ekspresi gen-gen penghasil enzim selulase (Zhang *et al.* 2006). Kondisi kimia lingkungan jamur tumbuh akan mempengaruhi produksi enzim selulase, di mana konsentrasi hara tinggi cenderung menurunkan ekspresi metabolit sekunder pada mikroorganisme decomposer (Hidayatullah *et al.* 2022).

Beberapa jamur seperti *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*, dan *Aspergillus spp.* diketahui sebagai penghasil utama enzim selulase di lingkungan alami, terutama dalam kondisi organik dengan bahan kaya lignoselulosa (Legodi *et al.* 2023). Dalam penelitian ini, kehadiran isolat dengan kemampuan tersebut mengindikasikan potensi pelet kompos berformulasi pupuk NPK rendah sebagai sumber bioaktivator alami untuk mempercepat dekomposisi bahan organik.

Uji Isolat sebagai Jamur Penghasil ZPT

Zat pengatur tumbuh (ZPT) atau fitohormon seperti Indole-3-Acetic Acid (IAA) merupakan senyawa bioaktif yang dapat dihasilkan oleh mikroorganisme, termasuk jamur, dengan peran merangsang pertumbuhan akar, memperkuat jaringan tanaman dan meningkatkan ketahanan terhadap stres lingkungan (Fu *et al.*, 2015). Aktivitas ini menjadi salah satu indikator penting dari potensi mikroba sebagai biostimulan.

Tabel 5. Uji isolat sebagai jamur penghasil ZPT

No. Isolat	Perlakuan Penambahan Dosis Pupuk NPK pada Pelet Kompos					
	Tanpa Pupuk NPK	Pelet Kompos + 1% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 2% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 3% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 4% Pupuk NPK	Pelet Kompos + 5% Pupuk NPK
1.	Negatif	Positif	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	Negatif	Tidak tumbuh
2.	Negatif	Positif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
3.	Tidak tumbuh	Positif	Negatif	Tidak tumbuh	Positif	Negatif
4.	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif		Negatif
5.	Negatif	Tidak tumbuh	Negatif	Positif		Negatif
6.	Negatif	Positif	Positif	Negatif		Negatif
7.	Negatif	Negatif	Tidak tumbuh	Negatif		
8.		Negatif	Tidak tumbuh			Tidak tumbuh
9.		Tidak tumbuh	Negatif			
10.		Negatif	Negatif			
11.		Negatif				

laboratorium, hingga analisis data. Semoga dukungan ini dapat terus berlanjut dalam mendorong pengembangan riset dan inovasi di bidang pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdila, A, Japarang, N, Agustin, N, Hafni, W, Annisi, AD, Karim, H, Aziz, AA, Junda, M & Jumadi, O 2022, 'Populasi mikroorganisme tanah pada lahan jagung setelah aplikasi pupuk poliakrilat', *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia.*, vol. 27, no. 1, hlm. 8-21.
- Ashrafuzzaman, M, Hossen, FA, Ismail, MR, Hoque, MA, Islam MZ, Shahidullah SM & Meon, S 2009, 'Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) for the enhancement of rice growt', *African Journal of Biotechnology.*, vol. 8, no. 7, pp. 1247- 1252.
- Aweke, YK, Tasisa, BY, Garoma, WD & Denbi, WB 2022, 'Extraction and characterization of cellulase from forest and compost soil fungal isolates for the application of straw degradation', *International Journal of Health Sciences.*, vol.6, no.3, pp.7146–7162.
- Bishnoi, U 2018, 'Agriculture and the dark side of chemical fertilizers', *Environ. Anal. Ecol. Stud.*, vol. 3, no.1, pp. 198-201.
- Compant, S, Duffy, B, Nowak, J, Clement, C & Barka, EA 2005, 'Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospect', *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 71, no. 9, pp. 4951-4959.
- Dahlianah, I 2015, 'Pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku pupuk kompos dan pengaruhnya terhadap tanaman dan tanah', *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian.*, vol. 10, no. 1, pp. 10-13.
- Duca, D, Lorv, J, Patten, CL, Rose, D & Glick, BR 2014, 'Indole-3-acetic acid in plant–microbe interactions', *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 106, no. 1, pp. 85–125.
- Edi, Y 2023, Pengaruh pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* Sacharata)', *Jurnal Pertanian Agros.*, vol. 25 no. 1, pp. 770-778.
- Fu, SF, Wei, JY, Chen, HW, Liu, YY, Lu, HY & Chou, JY 2015, 'Indole-3-acetic acid: a widespread physiological code in interactions of fungi with other organisms', *Plant signaling & behavior.*, vol. 10, no. 8 e1048052.
- Gang, S, Sharma, S, Saraf, M, Buck, M & Schumacher, J 2019, 'Analysis of indole-3-acetic acid (IAA) production in Klebsiella by LC-MS/MS and the Salkowski method', *Bio-protocol.*, vol. 9, no. 9, pp. 1-9.
- Glick, BR 2012, 'Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications,' *Scientifica.*, Vol. 2012, pp 1-12.
- Gonzalez, MF, Magdama, F, Galarza, L, Sosa, D & Romero, C 2020, 'Evaluation of the sensitivity and synergistic effect of trichoderma reesei andmancozeb to inhibit under in vitro conditions the growth of *Fusarium oxysporum*, *Communicative & Integrative Biology.*, Vol. 13, no. 1, pp. 160–169.
- Hanafiah, AS, Sabrina, T & Guchi, H 2009, *Biologi dan Ekologi Tanah*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Harman, GE, Howell, CR, Viterbo, A, Chet, I & Lorito, M 2004, 'Trichoderma species-opportunistic, avirulent plant symbionts', *Nature Reviews Microbiology.*, vol. 2, no. 1, pp. 43–56.
- Hidayatullah, DN, Azis, A, & Kurniawan, B 2022, 'Isolasi dan identifikasi jamur selulolitik dari tanah hutan rakyat', *Jurnal Ilmu Kehutanan Tropika.*, vol. 4, no. 1, pp. 28-36.
- Hidayatulloh, A, Yahdiyani, N & Nurhayati, S 2022, 'Isolasi dan seleksi bakteri kandidat selulolitik dari proses pembuatan pupuk organik pada pengolahan limbah peternakan', *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan.*, vol. 3, no. 2, pp. 65-72.
- Howell, CR 2003, 'Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts', *Plant Disease.*, vol. 87, no. 1, pp. 4-10.
- Indriyanti, DR, Bintari, SH, Setiati, N, Widiyaningrum, P & Dewi, P 2024, 'Pembinaan jamur agensia hayati *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* dan *Trichoderma* Sp. pada media limbah jagung', *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang.*, vol. no. 4, pp. 44-76.
- Legodi, LM, La Grange, DC & van Rensburg, ELJ 2023, 'Production of the cellulase enzyme system by locally isolated Trichoderma and Aspergillus species cultivated on banana Pseudostem during solid-state fermentation', *Fermentation.*, vol. 9. no. 5, pp. 1-21.
- Lynd, LR, Weimer, PJ, van Zyl, WH & Pretorius, IS 2002, 'Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology', *Microbiology and Molecular Biology Reviews.*, vol. 66. No. 3, pp. 506-577.

- Ma, Y, Chen, S, Liu, S, Guo, L, Zhang C, Ye X & Tian, D 2025, 'Phosphate Solubilizing Fungi Enhance Insoluble Phosphate Dissolution via Organic Acid Production: Mechanisms And Applications. *Frontiers in Microbiology.*, 16:1-6.
- Mahmudi, Z & Rachmawati, R 2025, 'Efektivitas seed coating dengan *Trichoderma* Sp. untuk mengendalikan penyakit rebah kecambah (*Sclerotium rolfsii*) pada benih cabai rawit (*Capsicum futescens* L.)', *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan).*, vol. 13, no. 2, pp. 67-81.
- Malal, H, Garcia, JA, Marrs, A, Ait Hamza, M, Emerson, C, Nocco, M, Lakhtar, H & Lazcano, C 2025, 'Organic and inorganic fertilizers modulate the response of the soil microbiome to salinity stress', *Frontiers in Microbiology.*, 16, 1551586.
- Mansyur, NI, Pudjiwati, EH & Murtillaksono, A 2021, *Pupuk dan pemupukan*, Syiah Kuala University Press, Banda Aceh.
- Napitupulu, D, Rauf, A, Sembiring, M & Marbun, P 2023, 'Dinamika populasi mikroba dengan pola tanam yang berbeda pada pertanaman kentang di Kecamatan Merek Kabupaten Karo', Sumatera Utara, In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*, vol. 7, no. 1, pp. 1311-1317.
- Pan, H, Chen, M, Feng, H, Wei, M, Song, F, Lou, Y & Zhuge, Y 2020, 'Organic and inorganic fertilizers respectively drive bacterial and fungal community compositions in a fluvo-aquic soil in Northern China', *Soil and Tillage Research.*, 198, 104540.
- Pramudita, R 2024, 'Pemberian dosis pelet kompos berformulasi pada budi daya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Raaijmakers, JM, Paulitz, TC, Steinberg, C, Alabouvette, C & Loco, YM 2009, 'The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms', *Plant and Soil.*, vol. 321, pp. 341–361.
- Roper, MM, Gupta, VVSR & Murphy, DV 2017, 'Microbial strategies for maintaining soil organic matter under continuous cropping', *Agriculture, Ecosystems & Environment.*, vol. 240, pp. 290–304.
- Sharma, P & Sharma, S 2020, *Trichoderma*: a biocontrol agent for management of soil-borne diseases', *Plant Pathology Journal.*, vol. 36, no. 3. Pp. 191-202.
- Simanungkalit, RDM, Suriadikarta, DA, Saraswati, R, Setyorini, D & Hartatik, W 2006, 'Pupuk organik dan pupuk hayati', *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor*, 312.
- Spaepen, S, Vanderleyden, J & Remans, R 2007, 'Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism–plant signaling', *FEMS Microbiology Reviews*, vol. 31, no. 4, pp. 425-448.
- Suriadikarta, DA & Simanungkalit, RDM 2006, '*Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Organic Fertilizer and Biofertilizer*', Editor Simanungkalit dkk. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 312 hal.
- Sutarman, Prihatiningrum, AE & Miftakhurrohmat, A 2020, 'Pengelolaan penyakit tanaman terpadu', *Umsida Press*, pp. 1-139.
- Thohari, NM, Pestariati, P & Istanto, W 2019, 'Pemanfaatan tepung kacang hijau (*Vigna radiata* L.) sebagai media alternatif NA (nutrient agar) untuk pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*', *Analisis Kesehatan Sains.*, vol. 8, no. 2, pp. 725-737.
- Unyanyar, S, Unyanyar, A & Elif, U 2000, 'Production of auxin and abscisic acid by *Phanerochaete chrysosporium* ME 446 immobilized on polyurethane foam', *Turkish Journal of Biology.*, vol. 24, no. 4, pp. 769–774.
- Vassileva, M, Mendes, GO, Deriu, MA, di Benedetto, G, Flor-Peregrin, E, Mocali, S, Martos, V & Nikolay, V 2022, Fungi, P-solubilization, and plant nutrition, *Microorganisms.*, vol. 10, no. 9, 1716, pp. 1-14.
- Wardhana, KA, Soetopo SR, Saepulloh, Asthary, PB & Aini, MN 2015, 'Perekat untuk pembuatan pelet pupuk organik dari residu proses digestasi anaerobik lumpur biologi', *Jurnal Selulosa.*, vol. 4, no. 2, pp. 69-78
- Widyowati, LR, Widati, Jaenudin, SU & Hartatik, H 2004, '*Pengaruh pupuk kompos organik yang diperkaya dengan bahan mineral dan pupuk hayati terhadap sifat-sifat tanah, serapan hara dan produksi sayuran organik*', Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis. Balai Penelitian Tanah.

