

**PENGARUH APLIKASI LIMBAH CAIR TAHU DENGAN KONSENTRASI
YANG BERBEDA TERHADAP KETERSEDIAAN HARA FOSFOR
DAN HASIL TANAMAN LOBAK PADA ALFISOL
DI LAHAN KERING PULAU TIMOR**

**Peters O. Bako, Moresi M. Airtur, Diana Y.L. Serangmo, Muhammad Kasim
dan Rudianto Buche Lassa**

Email Corresponding: peters.bako@staf.undana.ac.id

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

ABSTRAK

Lobak merupakan jenis tanaman sayuran bernilai gizi tinggi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh dan memiliki manfaat ekonomis lain yakni bahan baku industri tekstil dan kertas. Alfisol di lahan kering Pulau Timor berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai lahan budidaya lobak namun perlu disertai dengan pengelolaan yang optimal berkaitan dengan tingkat ketersediaan hara yang rendah terutama fosfor. Penggunaan limbah cair tahu dapat menjadi alternatif peningkatan hara P dan hasil lobak karena mengandung unsur hara yang relatif tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan konsentrasi limbah cair tahu terhadap ketersediaan hara P dan hasil lobak pada Alfisol di lahan kering Pulau Timor. Penelitian dirancang dalam percobaan berpola faktor tunggal menggunakan rancangan acak lengkap. Perlakuan yang diuji adalah konsentrasi limbah cair tahu yakni: tanpa aplikasi limbah cair tahu/kontrol (P0), konsentrasi limbah cair tahu 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3), dan 60% (P4). Hasil penelitian menunjukkan; (1) aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi sebesar 15,%, 30%, 45%, dan 60% mampu meningkatkan kandungan P-total tanah sebesar 16,35% - 122,82%, total jumlah daun per tanaman sebesar 14,75% - 32,79%, panjang umbi sebesar 7,64% - 23,90%, volume umbi sebesar 1,21% - 73,17%, dan bobot segar umbi per tanaman sebesar 0,62 – 76,47% dibanding perlakuan kontrol; dan (2) perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 60% menghasilkan kandungan P-tersedia tanah tertinggi yang berbeda signifikan dibanding perlakuan lainnya, sedangkan untuk parameter hasil tanaman, bobot segar umbi tertinggi dicapai pada perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 60% yang berbeda tidak signifikan dengan perlakuan konsentrasi 45% namun berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya.

Kata Kunci: Alfisol, fosfor, limbah cair tahu, lobak, lahan kering, timor

ABSTRACT

Radish is a type of vegetable crop with high nutritional value that is beneficial for health and has other economic benefits, namely raw materials for the textile and paper industries. Alfisols in the drylands of Timor Island have the opportunity to be utilized as radish cultivation land but need to be accompanied by optimal management related to the low level of nutrient availability, especially phosphorus. The use of tofu liquid waste can be an alternative to increase P nutrients and radish yield because it contains relatively high nutrients. This study aims to determine the effect of tofu effluent concentration treatment on P nutrient availability and radish yield on Alfisol in dry land of Timor Island. The research was designed in a single-factor patterned experiment using a completely randomized design. The

treatment tested was the concentration of tofu liquid waste, namely: without application of tofu liquid waste/control (P0), 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3), and 60% (P4). The results showed; (1) the application of tofu wastewater with concentrations of 15.5%, 30%, 45%, and 60% was able to increase soil P-total content by 16.35% - 122.82%, total number of leaves per plant by 14.75% - 32.79%, tuber length by 7.64% - 23.90%, tuber volume by 1.21% - 73.17%, and tuber fresh weight per plant by 0.62 - 76.47% compared to the control treatment; (2) the treatment of 60% tofu liquid effluent concentration produced the highest soil P-available content which was significantly different from the other treatments, while for plant yield parameters, the highest tuber fresh weight was achieved in the treatment of 60% tofu liquid effluent concentration which was not significantly different from the 45% concentration treatment but significantly different from the other treatments.

Keywords: Alfisol, Phosphorus, Tofu Liquid Waste, Radish, Dryland

1. PENDAHULUAN

Alfisol merupakan salah satu jenis tanah yang dominan penyebarannya di lahan kering Pulau Timor dan sering dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman. Jenis tanah ini tergolong sebagai tanah muda yang belum mengalami perkembangan lanjut, dengan beberapa karakteristik utama seperti tingginya kandungan mineral primer dan mineral liat, terdapatnya penimbunan liat pada horizon bawah, dan memiliki tekstur sedang sampai halus. Dari aspek kesuburan tanah, Alfisol memiliki beberapa keunggulan yakni memiliki kejenuhan basa, kapasitas tukar kation dan cadangan unsur hara yang tinggi (Munir, 1996 *dalam* Asrarudin, 2022; Sarwono, 2007 *dalam* Fajeriana dan Gafur, 2023; Hardjowigeno, 2013). Walaupun demikian, Alfisol juga memiliki beberapa kekurangan terutama yang berkembang di lahan kering seperti di Pulau Timor. Alfisol yang berkembang di lahan kering umumnya memiliki kandungan bahan organik rendah berkaitan dengan minimnya vegetasi penutup tanah yang menjadi sumber utama bahan organik di dalam tanah. Kandungan bahan organik yang rendah sangat membatasi ketersediaan hara karbon (C) dan nitrogen (N) (Matheus, dkk., 2017). Selain itu, ketersediaan hara fosfor (P) juga sering

menjadi kendala utama dalam kegiatan budidaya tanaman pada Alfisol yang berkembang di atas formasi batuan kapur. Tanah-tanah yang berkembang di atas formasi batuan kapur dikenal sebagai calcarosol. Ciri utama dari calcarosol adalah tingginya kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang memiliki kemampuan mengikat (memfiksasi) hara P di dalam tanah sehingga walaupun ketersediaan hara P tinggi namun ketersediaannya bagi tanaman rendah. Kondisi ini sering terjadi di lahan kering pulau Timor yang sebagian wilayahnya merupakan daerah berkapur (Bako, dkk., 2023). Hal ini didukung oleh Nurhayati (2021) yang mengemukakan bahwa sebagian besar fraksi P di dalam berada dalam bentuk mineral atau senyawa yang tidak mudah dimanfaatkan oleh tanaman.

Keterbatasan hara terutama P pada Alfisol sering menjadi faktor pembatas produksi tanaman pada Alfisol di yang berkembang di daerah berkapur seperti di sebagian wilayah Pulau Timor. Oleh karena itu, pengelolaan hara P menjadi penting untuk dilakukan dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Seperti diketahui, P merupakan salah satu unsur hara makro primer yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Nurhayati (2021) mengemukakan P merupakan unsur

penyusun beberapa senyawa kunci (protein, koenzim, asam nukleat, dan substrat metabolisme) dan berfungsi sebagai katalis berbagai reaksi biokimia di dalam tanaman. Hara P merupakan penyusun molekul ADP dan ATP yang mengendalikan transfer energi di dalam tubuh tanaman. Unsur ini berperan besar di dalam menangkap dan mengubah energi matahari menjadi senyawa-senyawa yang sangat berguna bagi tanaman. Dari aspek agronomis, peran utama P terlihat pada fase vegetatif yakni berperan dalam proses pembelahan sel, dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa (Soetedjo, 1987), sedangkan pada fase generatif peran P terlihat pada proses pembentukan bunga, buah dan umbi (Sunyoto, 2014).

Pengelolaan hara P di tingkat petani di sebagian wilayah Pulau Timor dilakukan melalui aplikasi pupuk anorganik seperti TSP, SP-36, SP-18 maupun pupuk majemuk NPK, seperti Phonska dan NPK Mutiara. Namun aplikasi pupuk anorganik tersebut tidak sepenuhnya menyelesaikan masalah karena terkendala oleh efisiensi pemupukan yang rendah. Casman et al., (1996 dalam Murni & Purnamayani, 2019) mengemukakan efisiensi pemupukan P anorganik hanya sebesar 15 – 20%. Disamping itu, aplikasi pupuk anorganik dengan dosis tinggi dan tidak terkontrol dalam jangka panjang menyebabkan terjadinya kerusakan struktur tanah, mengerasnya tanah yang menghambat pertumbuhan akar tanaman (Setiawan, dkk., 2018; Chandini, dkk., 2019), dan terjadinya pencemaran tanah dan air oleh residu bahan-bahan kimia asal pupuk anorganik (Maamori et al., 2023)

Upaya peningkatan efisiensi pemupukan dan pengurangan dampak negatif penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat ditempuh

dengan mengkombinasikan atau menggantikan sepenuhnya pupuk anorganik dengan pupuk organik yakni pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami/organik seperti pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, dan lain-lain. Pupuk organik memiliki beberapa kelebihan dibanding pupuk anorganik yakni: lebih ramah lingkungan, mampu menyediakan unsur hara yang lengkap baik makro dan mikro, serta berperan sebagai pembenah tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah seperti memperbaiki struktur tanah, memperbaiki ukuran pori-pori tanah, meningkatkan daya tanah dalam memegang air, memperbaiki aerasi tanah dan menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah.

Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair. Pupuk organik cair merupakan larutan yang diperoleh dari hasil penguraian bahan-bahan organik (Putra, 2019; Sardani, 2021). Salah satu bahan organik memiliki potensi besar menjadi bahan baku pupuk organik cair adalah limbah cair tahu (FP-UKSW, 2023). Limbah cair tahu merupakan hasil sampingan yang diperoleh dari proses pembuatan tahu. Tahu merupakan produk olahan kedelai yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia dengan harga murah namun memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi seperti protein, lemak (kaya asam omega), serat, kalsium, zat besi, mangan, dan lain-lain yang bermanfaat besar bagi kesehatan tubuh (Anggraini dan Kusumastuti, 2023),

Proses pembuatan tahu pada industri skala rumah tangga menghasilkan limbah cair yang relatif besar. Marian dan Tuhuteru (2019) mengemukakan jumlah limbah cair tahu yang dihasilkan mencapai 43,5 - 45 liter untuk setiap kilogram bahan baku kacang kedelai yang diolah. Limbah cair tahu yang dihasilkan masih memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi.

Nurman, dkk., (2017) mengemukakan limbah cair tahu mengandung bahan organik yaitu karbohidrat 0,1%, protein 0,42%, lemak 0,13%, Fe 4,55%, fosfor 1,74%, dan air 98,8%. Karena mengandung bahan organik tinggi, kandungan hara pada limbah cair tahu juga relatif tinggi. Asmoro (2008) melaporkan kandungan hara pada limbah cair tahu yakni 1,24% N, 5,54% P₂O₅ 1,34% K₂O dan 5,803% C-Organik. Selanjutnya, Widari, dkk., (2020) melaporkan kandungan hara pada pupuk organik limbah cair tahu yang difermentasi selama 10 hari menghasilkan kadar N sebesar 1,3%, P 1,21%, dan K 3,3%. Dengan kandungan hara yang relatif tinggi tersebut, aplikasi limbah cair tahu diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan hara P dan hasil lobak melalui pengaturan koenstrasi yang tepat. Hasil penelitian Marlina, dkk., (2023) menunjukkan bahwa perlakuan limbah cair tahu berpengaruh nyata terhadap bobot satu buah cabai, jumlah buah dan bobot buah pertanaman cabe merah. Perlakuan limbah cair non fermentasi dengan konsentrasi 75% merupakan perlakuan terbaik yang memberikan pertumbuhan dan produksi cabai merah yang maksimal pada media gambut. Selanjutnya, hasil penelitian Mardhiana, dkk., (2021) menunjukkan bahwa Perlakuan 600 ml limbah tahu + pupuk dasar memberikan pengaruh terbaik pada seluruh parameter pengamatan tanaman jagung yakni tinggi tanaman, jumlah daun, berat tongkol, berat basah tanaman dan berat kering tanaman.

Lobak merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang memiliki nilai gizi yang relatif tinggi. Dikutip dari laman Halodoc.com (2022), lobak mengandung sejumlah zat gizi seperti protein, karbohidrat, serat, dan lemak. Selain itu, lobak juga mengandung banyak vitamin dan mineral penting seperti asam folat,

kalsium, vitamin C, dan vitamin B6. Lobak juga memiliki banyak manfaat dari aspek kesehatan tubuh seperti: mengurangi resiko diabetes, meningkatkan fungsi hati, meningkatkan fungsi kardiovaskular, meningkatkan fungsi saluran pencernaan dan baik untuk kesehatan kulit. Selain manfaat kesehatan, lobak juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri tekstil dan kertas karena kandungan seratnya yang tinggi (Putra, dkk., 2023).

Walaupun memiliki sejumlah manfaat, tanaman lobak belum dikenal luas oleh masyarakat Indonesia. Sampai dengan tahun 2000-an awal, budidaya lobak di Indonesia masih terkonsentrasi pada beberapa daerah dataran tinggi (Kalangi, 2005). Di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) budidaya lobak relatif belum berkembang. Badan Pusat Statistik (2023) melaporkan data produksi lobak di NTT pada tahun 2019 hanya sebesar 449 kwintal dan tahun 2020 sebesar 110 kwintal. Sedangkan untuk tahun 2021-2023 produksi lobak di NTT tidak terdata pada BPS Provinsi NTT. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini diarahkan untuk mengkaji pengaruh perlakuan konsentrasi limbah cair tahu terhadap ketersediaan hara fosfor dan hasil tanaman lobak pada Alfisol di lahan kering Pulau Timor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dasar yang berguna bagi pengembangan tanaman lobak pada Alfisol di lahan kering Pulau Timor.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui percobaan skala pot yang dilaksanakan di UPT Laboratorium Terpadu Lahan Kering Kepulauan Universitas Nusa Cendana yang berlokasi di Kelurahan Penfui, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang dan analisis kimia tanah yang dilakukan di

Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana sejak bulan April hingga Juni 2023.

2.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi Alfisol asal Desa Penfui Timur, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, benih lobak, air, dan limbah cair tahu, dan bahan laboratorium untuk analisis P-tersedia tanah (NaHCO_3 0,5 M pH 8,5, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, H_2SO_4 pekat, standard induk 1.000ppm PO_4 , standard induk 100 ppm PO_4 , pengekstrak olsen). Peralatan yang digunakan meliputi parang, linggis, timbangan Digital, meteran, ember, polybag, jerigen, karung, sekop, terpal, plastik sampel, kertas label, alat tulis, kamera serta alat-alat Laboratorium kimia tanah (neraca analitik, botol kocok 50 ml, kertas saring, tabung reaksi, pipet 2 ml, dispenser 20 ml, dispenser 10 ml, mesin pengocok, spektrofotometer)

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang dalam sebuah percobaan skala pot berpola faktor tunggal menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji adalah konsentrasi limbah cair tahu yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga secara keseluruhan terdapat 20 satuan percobaan berupa polibag pertanaman lobak. Perlakuan yang digunakan adalah: kontrol/tanpa aplikasi limbah cair tahu (P_0), konsentrasi limbah cair tahu 15% (P_1), 30% (P_2), 45% (P_3) dan 60% (P_4).

2.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

2.4.1. Pesemaian Benih

Pesemaian benih dilakukan pada 3 minggu sebelum tanam. Benih lobak disemaikan pada tray khusus pesemaian dengan media semai berupa campuran Alfisol dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Sebelum disemai benih terlebih dahulu direndam dalam air hangat selama 30 menit. Benih yang tenggelam

digunakan untuk pesemaian sedangkan yang terapung dibuang. Pesemaian dilakukan dengan cara ditugal sedalam kurang lebih 2 cm. Tray pesemaian kemudian disimpan di tempat teduh yang tidak terkena matahari langsung. Selama pesemaian, media semai di siram setiap hari untuk menjaga kelembaban media semai.

2.4.2. Persiapan Media Tanam

Media tanam berupa Alfisol diperoleh dari lahan milik petani di Kelurahan Penfui Timur, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang.. Tanah diambil dari 5 titik diagonal pada lokasi pengambilan tanah pada kedalaman 0 - 20 cm dari permukaan tanah. Tanah yang telah diambil kemudian dikompositkan dan di bawa ke lokasi percobaan. Tanah dibersihkan dari batuan, sisa tanaman dan kotoran lainnya kemudian dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 2 mm untuk mendapatkan ukuran partikel tanah yang relatif seragam. Tanah yang telah dihaluskan lalu dimasukkan ke dalam setiap polybag dengan ukuran 20 cm x 40 cm dengan bobot 10 kg setara berat kering udara. Polybag yang telah diisi tanah diberi label perlakuan dan disusun rapi sesuai denah percobaan dan hasil pengacakan. Hasil analisis kandungan hara pada Alfisol yang dihubungkan dengan kriteria kesuburan tanah menurut Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian Republik Indonesia (Nurhidayati, 2017) menunjukkan kandungan C-organik tanah sebesar 0,69% (sangat rendah), N-total tanah sebesar 0,11% (sangat rendah), P-tersedia tanah sebesar 8,09 ppm (sangat rendah), dan K-dapat ditukar sebesar 0,39 me.100g⁻¹ tanah (sangat tinggi).

2.4.3. Pindah Tanam Bibit

Pindah tanam bibit lobak dilakukan pada umur 3 minggu setelah semai. Bibit yang ditanam adalah bibit yang sehat dan

telah memiliki 3 – 4 helai daun yang telah terbuka sempurna. Pemindahan bibit ke dalam polybag dilaksanakan dengan cara memindahkan bibit bersama dengan tanahnya agar bibit tidak stress. Masing-masing polybag ditanami 1 bibit lobak. Polybag yang telah ditanami lobak kemudian disiram sampai kadar air tanah berada pada kondisi sekitar kapasitas lapang.

2.4.4. Aplikasi Pupuk Dasar

Pupuk dasar yang diaplikasikan pada penelitian ini berupa pupuk NPK Mutiara (16:16:16) dengan dosis 75 kg.ha⁻¹ setara 0,375g per polybag (setengah dari dosis anjuran). Pupuk dasar diaplikasikan pada saat tanam dengan cara ditugal di sekeliling benih pada jarak 5 cm dari benih.

2.4.5. Persiapan dan Aplikasi Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu yang diaplikasikan dibuat larutannya sesuai dengan perlakuan yang dicobakan. Volume larutan limbah cair tahu yang dibuat untuk masing-masing perlakuan adalah 5 liter untuk setiap kali pemberian. Untuk perlakuan konsentrasi 15%, larutan dibuat dengan cara mencampurkan 750 ml (0,75 liter) limbah cair tahu dengan 4.250 ml (4,25 liter) air. Untuk perlakuan konsentrasi 30%, larutan dibuat dengan cara mencampurkan 1.500 ml (1,5 liter) limbah cair tahu dengan 3.500 ml (3,5 liter) air. Untuk perlakuan konsentrasi 45%, larutan dibuat dengan cara mencampurkan 2.250 ml (2,25 liter) limbah cair tahu dengan 2.750 ml (2,75 liter) air. Sedangkan untuk perlakuan 60%, larutan dibuat dengan cara mencampurkan 3.000 ml (3 liter) larutan pupuk dengan 2.000 ml (2 liter) air. Hasil analisis kandungan hara pada limbah cair tahu menunjukkan kandungan N sebesar 2,07%, P sebesar 0,76%, K sebesar 0,71% dengan pH sebesar 5,9.

Aplikasi limbah cair tahu dilakukan sejak tanaman berumur 1 minggu setelah pindah tanam hingga 1 minggu menjelang panen dengan frekuensi 2 hari sekali. Volume larutan limbah cair yang diaplikasikan untuk masing-masing polybag seragam yakni sesuai dengan volume pemberian air harian yakni 750 ml per polybag. Aplikasi dilakukan dengan cara disiramkan secara merata pada permukaan media tanam.

2.4.6. Pemeliharaan Tanaman

Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari sekali pada pagi hari dengan volume penyiraman seragam untuk masing-masing polybag perlakuan yakni sebanyak 750 ml/polybag. Pada saat aplikasi perlakuan limbah cair tahu tanaman tidak disirami karena jumlah larutan pupuk yang diaplikasikan sama dengan volume air penyiraman. Penyiangan gulma dilakukan setiap kali gulma muncul pada permukaan media tanam dengan cara dicabut, sedangkan tindakan pengendalian hama dan patogen tidak dilakukan karena keseluruhan tanaman percobaan relatif bebas dari serangan hama dan patogen.

2.4.7. Pemanenan

Pemanenan tanaman dilakukan pada umur tanaman 40 hari setelah pindah tanam dengan kriteria panen berupa tanaman belum memasuki fase berbunga, batang dan daun belum terlihat menua, dan umbi tanaman sudah membesar dan berwarna putih cerah.

2.5. Variabel Pengaman

yang diamati pada penelitian ini meliputi: (1) kandungan P-tersedia tanah (metode Olsen); (2) jumlah daun per tanaman (3) panjang umbi; (4) volume umbi; (5) bobot segar umbi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan P-tersedia tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi limbah cair tahu berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan P-tersedia tanah saat panen. Hal ini berarti perbedaan konsentrasi limbah cair tahu yang diaplikasikan menyebabkan perbedaan kandungan P-

tersedia di dalam tanah. Hal ini terlihat pada hasil Uji Duncan Multiple Range Test taraf 5% (Tabel 2) yang menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15%, 30%, 45% dan 60% (P1, P2, P3, dan P4) menghasilkan P-tersedia tanah yang signifikan lebih tinggi dibanding kontrol (P0).

Tabel 1. Kandungan P-tersedia Tanah Alfisol pada Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu

Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu (%)	Kandungan P-tersedia tanah (ppm)	Kriteria Kesuburan Tanah*)	Persentase Peningkatan dibanding kontrol (%)
Kontrol (P0)	8,72 a	Sangat rendah	0
15% (P1)	11,89 b	Rendah	36,35
30% (P2)	13,78 bc	Rendah	58,03
45% (P3)	15,67 c	Rendah	79,70
60% (P4)	19,43 d	Rendah	122,82

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak signifikan pada uji DMRT taraf 5%

*) : Kriteria kesuburan tanah menurut Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor (2005)

Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan P-tersedia tanah pada perlakuan kontrol (P0) paling rendah yakni 8,72 ppm yang berbeda signifikan dengan semua perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena pada perlakuan kontrol (P0) tidak ada asupan hara P tambahan dari limbah cair tahu. Walaupun demikian, kandungan hara P-tersedia tanah pada perlakuan kontrol ini lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan P-tersedia tanah awal (sebelum aplikasi perlakuan) sebesar 8,09 ppm, Peningkatan kandungan P-tersedia tanah pada kontrol dibanding kondisi awal sebelum penelitian terjadi karena adanya sumbangan P pada perlakuan kontrol dari pupuk dasar yang diaplikasikan pada penelitian ini berupa pupuk NPK Mutiara dengan dosis 75 kg.ha⁻¹.

Hasil analisis selanjutnya menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1) mampu

meningkatkan kandungan P-tersedia tanah secara signifikan menjadi 11,89 ppm dibanding perlakuan kontrol (P0). Peningkatan kandungan P-tersedia tanah ini terus terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi limbah cair tahu. Kandungan P-tersedia tanah tertinggi dicapai pada perlakuan konsentrasi limbah cair tahu tertinggi yakni 60% (P4) yakni 19,43 ppm yang berbeda signifikan dibanding perlakuan lainnya. Peningkatan kandungan P-tersedia seiring dengan peningkatan konsentrasi limbah cair tahu disebabkan karena peningkatan konsentrasi larutan diikuti dengan peningkatan pemberian unsur hara termasuk P ke dalam tanah.

Unsur hara P yang terkandung dalam limbah cair tahu yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,76%. Nilai ini relatif lebih rendah dibanding kandungan hara P pada limbah cair tahu yang digunakan pada penelitian-penelitian lain seperti penelitian Asmoro (2008) sebesar

5,54% dan penelitian Widari, dkk., (2020) sebesar 1,21%. Dengan kandungan hara sebesar 0,76%, aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3) dan 60% (P4) mampu meningkatkan kandungan P-tersedia tanah berturut-turut sebesar 36,35%, 58,03%, 79,70%, dan 122,82%.

Mengacu pada kriteria kesuburan tanah menurut Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor (Nurhidayati, 2017), terlihat bahwa kandungan P-tersedia tanah pada perlakuan kontrol (P0) berada pada kategori sangat rendah. Selanjutnya, aplikasi limbah cair tahu menyebabkan kandungan hara P meningkat menjadi 11,89 ppm – 19,43 ppm yang termasuk dalam kategori rendah. Dari Tabel 1 terlihat bahwa walaupun peningkatan konsentrasi limbah cair tahu menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan hara P-tersedia tanah secara signifikan namun

Tabel 2. Total Jumlah Daun per Tanaman Lobak pada Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu

Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu (%)	Total Jumlah Daun per Tanaman (Helai)	Persentase Peningkatan dibanding kontrol (%)
Kontrol (P0)	15,25 a	0
15% (P1)	18,00 ab	18,03
30% (P2)	17,50 ab	14,75
45% (P3)	20,25 b	32,79
60% (P4)	18,50 b	21,31

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak signifikan pada uji DMRT taraf 5%

Hasil analisis (Tabel 2) selanjutnya menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1) dan 30% (P2) belum mampu meningkatkan total jumlah daun per tanaman secara signifikan dibanding perlakuan kontrol (P0). Total jumlah daun per tanaman mengalami peningkatan secara signifikan dibanding perlakuan kontrol saat konsentrasi limbah cair tahu ditingkatkan menjadi 45% (P3) dan 60% (P4). Tidak terdapat perbedaan total jumlah daun pertanaman antar perlakuan konsentrasi

peningkatan tersebut masih terjadi dalam range kategori yang sama yakni pada kategori rendah.

3.2. Total Jumlah Daun per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu berpengaruh nyata terhadap parameter total jumlah daun per tanaman. Hasil uji DMRT 5% (Tabel 2) menunjukkan bahwa total jumlah daun per tanaman paling rendah dijumpai pada perlakuan kontrol (P0) sebanyak 15,25 helai. Hal ini berkaitan dengan tidak adanya tambahan unsur hara dari limbah cair tahu yang membatasi ketersediaan hara bagi tanaman yang berdampak pada total jumlah daun per tanaman yang rendah.

limbah cair tahu (P1, P2, P3, dan P4). Peningkatan total jumlah daun per tanaman akibat aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3), dan 60% (P4) terjadi berturut-turut sebesar 18,03%, 14,75%, 32,79%, dan 21,31% dibanding perlakuan kontrol

Peningkatan total jumlah daun per tanaman pada penelitian ini menjadi bukti bahwa aplikasi limbah cair tahu mampu memperbaiki kesuburan tanah terutama yang berkaitan dengan ketersediaan hara yang seimbang di dalam tanah. Limbah

cair tahu mengandung hara N, P, dan K yang berperan penting bagi pertumbuhan tanaman. Terkait dengan jumlah daun yang dihasilkan per tanaman, Latarang dan Syakur (2006) mengemukakan bahwa pembentukan jumlah daun sangat ditentukan oleh jumlah dan ukuran sel, juga dipengaruhi oleh unsur hara yang diserap akar untuk dijadikan sebagai bahan makanan. Nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan protein di dalam sel-sel vegetatif tanaman. Pemberian N akan menyebabkan pertumbuhan vegetatif berlangsung baik dan warna daun menjadi hijau tua (Leiwakabessy, 1998). Pertumbuhan vegetatif tanaman juga dipengaruhi oleh hara P. Suttedjo (1988) menyatakan pada tahap vegetative hara P berfungsi mempercepat pertumbuhan, memperkuat pertumbuhan muda menjadi tanaman dewasa.

Tabel 3. Ukuran Umbi (panjang dan volume) Lobak pada Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu

Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu (%)	Panjang Umbi (cm)	Persentase Peningkatan dibanding kontrol (%)	Volume Umbi (Cm ³)	Persentase Peningkatan dibanding kontrol (%)
Kontrol (P0)	19,25 a	0	205,00 a	0
15% (P1)	20,72 a	7,64	207,50 a	1,21
30% (P2)	21,27 a	10,49	270,00 b	31,71
45% (P3)	23,17 a	20,36	365,00 c	78,05
60% (P4)	23,85 a	23,90	355,00 c	73,17

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak signifikan pada uji DMRT taraf 5%

Tidak nyatanya pengaruh perlakuan konsentrasi limbah cair tahu terhadap panjang umbi lobak diduga terjadi karena asupan unsur hara ke dalam tanah akibat aplikasi limbah cair dengan konsentrasi 15% hingga 60% masih terlalu rendah dan belum mencukupi untuk meningkatkan panjang umbi lobak secara signifikan. Selain itu, diduga parameter panjang umbi lebih dominan dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. William (1993 dalam Apriani, dkk., 2023 menyatakan faktor

3.3. Ukuran Umbi (Panjang dan Volume)

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu berpengaruh tidak signifikan terhadap parameter panjang umbi namun berpengaruh nyata terhadap parameter volume umbi. Hasil uji DMRT 5% (Tabel 3) menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol (P0), panjang umbi yang dihasilkan sebesar 19,25 cm. Selanjutnya, aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3), dan 60% (P4) menghasilkan panjang umbi berturut-turut sebesar 20,72 cm, 21,27 cm, 23,17 cm, dan 23,85%. Secara statistik, tidak terdapat perbedaan panjang umbi yang dihasilkan antar perlakuan konsentrasi limbah cair tahu tersebut (P1, P2, P3, dan P4).

genetik adalah faktor dari dalam tanaman yang menentukan batas pertumbuhan tiap sel yang membentuk organ tanaman sehingga pada waktu tertentu jumlah organ tanaman termasuk daun tidak akan bertambah.

Hasil analisis (Tabel 3) selanjutnya menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (P0) menghasilkan volume umbi yang paling rendah sebesar 205,00 cm³. Aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1) menghasilkan volume umbi sebesar

207,50 cm³ yang berbeda tidak signifikan dengan perlakuan kontrol. Selanjutnya, peningkatan konsentrasi limbah cair tahu menjadi 30% (P2), 45% (P3) dan 60% (P4) diikuti dengan peningkatan volume umbi secara signifikan dibanding perlakuan kontrol (P0). Volume umbi pada perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 45% (P3) dan 60% (P4) berbeda signifikan dengan perlakuan kontrol (P0), 15% (P1) dan 30% (P2), namun antar perlakuan konsentrasi 45% (P3) dan 60% (P4) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Peningkatan panjang umbi akibat aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3) dan 60% (P4) terjadi berturut-turut sebesar 7,64% , 10,49%, 20,36%, dan 23,90%, sedangkan peningkatan volume umbi terjadi berturut-turut sebesar 1,21%, 31,71%, 78,05%, dan 73,17%.

Peningkatan volume umbi yang relatif besar akibat aplikasi limbah cair tahu berkaitan erat dengan terpenuhinya kebutuhan hara tanaman sehingga proses pembentukan dan perkembangan umbi di dalam tanah juga berjalan optimal. Proses pembentukan dan perkembangan umbi tanaman diketahui sangat dipengaruhi oleh kecukupan hara P dan K. Harahap, dkk.,(2015) mengemukakan, hara P dan K berperan penting dalam pertumbuhan umbi karena kedua unsur hara ini sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan akar tanaman. Rachman (2008)

mengemukakan, pada tanaman umbi-umbian, unsur P sangat berperan dalam pembentukan sistem perakaran dan akar

Tabel 4. Bobot Umbi Lobak per Tanaman Lobak pada Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu

Perlakuan Konsentrasi Limbah Cair Tahu (%)	Bobot Segar Umbi per Tanaman (g/tanaman)	Persentase Peningkatan dibanding kontrol (%)
Kontrol (P0)	162,50 a	0
15% (P1)	163,50 ab	0,62
30% (P2)	226,50 b	39,38
45% (P3)	265,00 c	63,08
60% (P4)	286,75 c	76,47

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak signifikan pada uji DMRT taraf 5%

akan menimbun hasil asimilat sehingga umbi yang terbentuk semakin besar. Hara K juga memainkan peran penting dalam pertumbuhan umbi melalui perannya dalam meningkatkan aktivitas berbagai enzim pertumbuhan yang berpengaruh langsung terhadap proses metabolisme sintesis dan translokasi pati serta mempercepat pembelahan sel (Hanfiah 2010)

3.4. Bobot Segar Umbi per Tanaman

Perlakuan konsentrasi limbah cair tahu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter bobot segar umbi. Hasil uji DMRT 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (P0) menghasilkan bobot segar umbi terendah sebesar 162,50 g/tanaman. Aplikasi perlakuan limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1) menghasilkan bobot segar umbi per tanaman sebesar 163,50 g/tanaman yang berbeda tidak signifikan dibanding perlakuan kontrol (P0). Selanjutnya, peningkatan konsentrasi limbah cair tahu menjadi 30% (P2), 45% (P3), dan 60% (P4) menyebabkan terjadinya peningkatan bobot segar umbi per tanaman secara signifikan dibanding perlakuan kontrol (P0). Bobot segar umbi per tanaman tertinggi dijumpai pada perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 60% (P4) sebesar 286 g/tanaman yang berbeda tidak signifikan dengan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 45% (P3) namun berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya.

Bobot segar umbi berkorelasi positif dengan ukuran umbi (panjang umbi dan volume umbi). Semakin tinggi panjang dan volume umbi, semakin tinggi bobot segar umbi. Pada penelitian ini panjang umbi untuk semua perlakuan konsentrasi limbah cair tahu relatif sama. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perbedaan bobot segar umbi dominan dipengaruhi oleh ukuran volume umbi. Bobot segar umbi juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara terutama hara P dan K. Hara P berfungsi mendorong pembentukan perakaran tanaman dan meningkatkan daya absorbs hara dalam tanah. Pertumbuhan dan perkembangan akar yang sempurna membutuhkan penyerapan air dan hara yang optimal sehingga menghasilkan umbi yang baik (Lakitan, 2001 *dalami* Santi, dkk., 2018). Selanjutnya, menurut Wargiono (1989) *dalam* Santi, dkk., (2018), hara K berperan dalam pembentukan karbohidrat dan dengan meningkatnya karbohidrat yang dihasilkan maka suplai karbohidrat ke bagian umbi semakin banyak sehingga bobot segar umbi semakin meningkat. Pada penelitian ini, peningkatan bobot segar umbi akibat aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% (P1), 30% (P2), 45% (P3), dan 60% (P4) terjadi berturut-turut sebesar 0,62%, 39,38%, 63,08% dan 76,47%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlakuan konsentrasi limbah cair tahu berpengaruh nyata terhadap kandungan P-tersedia tanah, total jumlah daun per tanaman, volume umbi, dan bobot segar umbi per tanaman, namun berpengaruh tidak nyata terhadap parameter panjang umbi lobak
2. Aplikasi limbah cair tahu dengan konsentrasi sebesar 15,%, 30%, 45%, dan 60% mampu meningkatkan kandungan P-total tanah sebesar 16,35% - 122,82%, total jumlah daun

per tanaman sebesar 14,75% - 32,79%, panjang umbi lobak sebesar 7,64% - 23,90%, volume umbi sebesar 1,21% - 73,17%, dan bobot segar umbi per tanaman sebesar 0,62 – 76,47% dibanding perlakuan kontrol.

3. Perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 60% menghasilkan kandungan P-tersedia tanah tertinggi yang berbeda signifikan dibanding perlakuan lainnya, namun untuk parameter hasil tanaman bobot segar umbi pada perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 60% berbeda tidak signifikan dengan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu 45% namun berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya.

REFERENSI

- Al-Maamori, H.A., A.D. Salman, M.Al-Budeiri, Y.A.O. Al-hami and E.M. Al-shaabani. 2023. Effect of Vermicompost Production on some Soil Properties and Nutrients in Plants. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1214 012006. doi:10.1088/1755-1315/1214/1/012006
- Anggraini, A.P., dan R.A. Kusumastuti, 2023. Kaya Nilai Gizi, Ini 3 Manfaat Tahu untuk Kesehatan. Kompas.com. Edisi 22 September 2023. <https://health.kompas.com/read/23122110000368/kaya-nilai-gizi-ini-3-manfaat-tahu-untuk-kesehatan>. Diakses tanggal 17 Juni 2024.
- Apriani, R., Warganda, R. Susana, Maulidi, dan A. Hariyanti. 2023. Pengaruh Abu Sabut Kelapa dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Lobak Putih pada Tanah Gambut. Jurnal Pertanian Agros. 25 (4): 3905-3913
- Asmoro, Y., dan S. Suranto. 2008. Pemanfaatan limbah cair tahu untuk

- peningkatan hasil tanaman petsai (*Brassica chinensis*). Jurnal Biologi, 5(2): 2
- Asrarudin, Y.I. Benggu, L.F. Ishaq, E. S. O. Nguru, M. Kasim, Y. R. Kana. 2022. Kajian Sifat Kimia Tanah Alfisol Serta Hasil Tanaman Tomat Cherry Akibat Aplikasi Bahan Organik Tanpa Dibakar (Kompos) dan Bahan Organik Yang Dibakar. Agrisa. 11 (2): 66 – 82
- Bako, P.O., M.M. Airtur, D.Y.L. Serangmo, Y. Kiuk, 2023. Aplikasi paket pemupukan organik dan hayati berbasis bahan lokal dalam menekan penggunaan pupuk fosfor anorganik pada tanah calcarosol di Timor-Barat. Jurnal Agrikultura. 34 (2): 334-345
- Chandini, Kumar, R., Kumar, R., & Prakash, O. (2019). The impact of chemical fertilizers on our environment and ecosystem. Chapter: 5. Edition: 2nd In book: Research Trends in Environmental Sciences, pp. 69–86). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/331132826_The_Impact_of_Chemical_Fertilizers_on_our_Environment_and_Ecosystem
- Fakultas Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana, 2023. Pupuk Organik “Pupuk Ramah Lingkungan,https://fpb.uksw.edu/detail_post/news/pupuk-organik-pupuk-ramah-lingkungan#:~:text=Kelebihan%20dari%20pupuk%20organik%20antara,memenuhi%20sumber%20energi%20dan%20makanan. Diakses tanggal 17 Juni 2024.
- Halodoc.com. 2022. Kandungan Nutrisi pada Lobak Putih yang Baik bagi Kesehatan. Edisi 9 September 2022. <https://www.halodoc.com/artikel/kandungan-nutrisi-pada-lobak-putih-yang-baik-bagi-kesehatan>. Diakses tanggal 17 Juni 2024.
- [yang-baik-bagi-kesehatan](https://www.halodoc.com/artikel/kandungan-nutrisi-pada-lobak-putih-yang-baik-bagi-kesehatan). Diakses tanggal 17 Juni 2024.
- Hanafiah. 2010. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Rajawali Press
- Hardjowigeno, S. 2013. Klasifikasi Ulfisol. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Faperta Institut Teknologi Bandung.
- <https://ntt.bps.go.id/indicator/55/967/1/produksi-tanaman-sayuran-semusim.html>
- Latarang, B. dan A. Syakur. 2006. Pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada berbagai dosis pupuk kandang. J.Agroland. vol. 13 (3): 265–269.
- Leiwakabessy, F. M. 1998. Kesuburan Tanah. Bogor: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Mardhiana, A. Murtilaksono, H. Simon dan F. Hasanah. 2021. Pengaruh Pupuk Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian. 4 (2): 1 – 6.
- Marlina, Y. Riono dan H. Fitria. 2023. Pengaruh Pemberian limbah cair tahu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Media Gambut. Jurnal Selodang Mayang. 9 (2): 160-170
- Matheus, R., M. Basri, M.S. Rompon, N. Neonufa. 2017. Strategi pengelolaan lahan pertanian dalam meningkatkan ketahanan pangan di Nusa Tenggara Timur. Partner 22 (2): 529 – 541
- Murni, W.S., dan R. Purnamayani. 2019. Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen dalam Tanah pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) melalui Pemberian Mikoriza Arbuskular. Prosiding Seminar Nasional Lahan

- Suboptimal, Palembang 4-5 September 2019 “Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk Kesejahteraan Petani”
- Nurhayati, D.R., 2021. Pengantar Nutrisi Tanam. Unisri Press, Solo.
- Nurhidayati, 2017. Kesuburan dan Kesehatan Tanah. Suatu Pengantar Penilaian Kualitas Tanah Menuju Pertanian Berkelanjutan. Malang: Inti Media.
- Nurman, N., Zuhry, E., & Dini, I. R. (2017). Pemanfaatan ZPT Air Kelapa dan POC Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). JOM Faperta UR, 4(2): 1-15.
- Putra, B.W.R.I. H dan R. Ratnawati. 2019.. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Buah Dengan Penambahan Bioaktivator EM4. Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan, 11(1), 44-56.
- Putra, L.H., Y. Sunaryo, D. Arnanto dan B. Santoso. 2023. Pengaruh Jenis Tanah dan Konsentrasi Asap Cair Terhadap Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Lobak Putih dan Merah. Journal Viabel Pertanian. 17(1): 42-47
- Rachman, I. A. (2008). Pengaruh Dosis Bahan Organik dan Pupuk N, P, K terhadap Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung dan Ubi Jalar di Inceptisol Ternate. Jurnal Tanah Dan Lingkungan, 10(1), 7–13
- Santi, A., T. Rahayuni dan E. Santoso. 2018. Pengaruh Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Lobak pada Tanah Alluvial. Perkebunan dan Lahan Tropika. 8 (1): 29 – 33. <http://dx.doi.org/10.26418/plt.v8i1.29788>
- Serdani, A,D., P. Puspitorini, A.S. Wibowo dan I.F. Ariani. 2021. Respon Pertumbuhan Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Terhadap Pemberian Media Tanam dan Pupuk Organi Cair Maja (*Aegle marmelos* L.). Buana Sains. 20 (2): 171 – 176.
- Setiawan, M. A., Efendi, E., & Mawarni, R. (2018). Effect of organic fertilizer and NPK fertilizer application on growth and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.). Bernas Agriculture Research Journal, 14(3), 133– 144. Retrieved from <http://jurnal.una.ac.id/index.php/jb/article/view/379>
- Soenyoto, E. (2014). Pengaruh Dosis Pupuk Phonska dan Penggunaan Mulsa Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.) Varietas Ayamurasaki. Jurnal Cendikia, 12(3), 100–107.
- Sutedjo, M. M., dan A. G. Kartasapoetra. 1988. Pengantar Ilmu Tanah, Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian. Bina Aksara. Jakarta
- Widari, N.S., A. Rasmito dan G. Rovidatama. 2020. Optimalisasi Pemakaian Starter EM4 Dan Lamanya Fermentasi Pada Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Limbah Cair Industri Tahu. Jurnal Teknik Kimia, 15(1): 1-7.