

Jurnal Biotek

p-ISSN: 2581-1827 (print), e-ISSN: 2354-9106 (online)
Website: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/biotek/index>

Fermentasi Limbah Cair Produksi Tempe Terhadap Pertumbuhan Seledri (*Apium graveolens L.*)

Jusmiati Jafar^{1*}, Asrullah Syam¹, Dwi Utamingsih¹

¹Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Correspondence email: jusmiatijafar@gmail.com

(Submitted: 12-04-2023, Revised: 01-04-2024, Accepted: 14-06-2024)

ABSTRAK

Usaha produksi tempe menghasilkan bahan buangan disebut limbah yang terdiri dari dua jenis yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan masih banyak mengandung unsur-unsur organik yang mudah membusuk serta mengeluarkan bau yang tidak sedap. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair tempe sebagai pupuk cair organik terhadap pertumbuhan seledri (*Apium graveolens L.*). Metode yang diterapkan adalah eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama waktu fermentasi limbah cair tempe yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu XO (kontrol), X1 (fermentasi 2 hari) X2 (fermentasi 4 hari) dan terdiri dari 3 ulangan. Pengambilan data diperoleh dengan pengukuran langsung pada saat penelitian, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah segar dan hasil pengukuran terhadap lingkungan seperti parameter suhu, kelembaban dan pH limbah cair tempe. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis of varian (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan X2 (fermentasi 4 hari) menghasilkan pertumbuhan tanaman seledri (tinggi batang, jumlah daun dan berat segar) yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan XO (kontrol) dan X1 (fermentasi 2 hari). Implikasi praktis untuk keilmuan dari hasil penelitian ini seperti pengurangan limbah cair, peningkatan produktivitas pertanian, pengembangan produk pangan yang bernilai tambah, peningkatan efisiensi sumber daya dan yang paling penting bisa menjadi inovasi untuk melakukan penelitian lanjutan khususnya terkait fermentasi limbah cair dan pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Limbah Cair Tempe, Seledri, Fermentasi

ABSTRACT

*The process of producing tempe produces waste material called waste, which consists of two types: solid and liquid waste. The liquid waste that remains contains numerous organic elements that decompose easily and emit an unpleasant smell. This study was to determine the effect of tempeh liquid waste as an organic liquid fertilizer on the growth of celery (*Apium graveolens L.*). The method used was an experimental method using a completely randomized design (CRD) with a long treatment of tempeh liquid waste fermentation of 3 treatments, namely XO (control), X1 (2 days of fermentation), and X2 (4 days of fermentation), and 3 replications. The data collection included direct measurements of plant height, number of leaves, and fresh weight, as well as environmental measurements like temperature, humidity, and the pH parameters of tempeh liquid waste. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The results showed that X2 treatment (4 days of fermentation) resulted in higher growth of celery plants (stem height, number of leaves, and fresh weight) compared to XO (dick) and X1 (2 days of fermentation). Practical implications for science from this research include reducing liquid waste, increasing agricultural productivity, developing value-added food products, increasing resource efficiency, and most importantly, it can be an innovation for conducting further research, especially related to liquid waste fermentation and plant growth.*

Keywords: Tempe Liquid Waste; Celery; Fermentation



Copyright©2024

How to cite: Jafar, J., Syam, A., & Utamingsih, D. (2024). Fermentasi Limbah Cair Produksi Tempe Terhadap Pertumbuhan Seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Biotek*, 12(1), 18–28. <https://doi.org/10.24252/jb.v12i1.37098>

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan yang berperan dalam peningkatan gizi masyarakat. Selain itu, harga tempe yang terjangkau dapat diperoleh dengan mudah oleh masyarakat. Tempe menjadi salah satu makanan yang mengandung protein yang tinggi dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan beberapa makanan yang mengandung protein hewani lainnya, seperti telur, daging dan susu. Dengan kandungan protein yang lebih, tempe menjadi makanan yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam upaya peningkatan gizi, khususnya dalam tahap pertumbuhan dan perkembangan pada anak-anak (Puspawati, 2017).

Industri tempe tersebar dan bisa didapatkan di mana saja, baik itu di daerah perkotaan maupun pedesaan, hal ini yang menjadikan tempe merupakan salah satu makanan paling digemari semua kalangan. Banyaknya industri tempemenyebabkan limbah yang dihasilkan juga lebih banyak sehingga berdampak bagi lingkungan yang ada di sekitar pabrik. Besarnya limbah yang dihasilkan oleh suatu industri akan besar juga dampak pencemaran yang akan ditimbulkan (Arlingga dkk., 2014).

Limbah tempe yang dihasilkan dapat bernilai ekonomis jika diolah dan dimanfaatkan dengan baik. Limbah cair tempe memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro serta organik tinggi, juga memiliki potensi dijadikan sebagai pupuk organik (Shoviyah, 2015). Industri tempe menghasilk limbah cair dalam skala besar, sehingga sangat membutuhkan daur ulang limbah (Krisnadianto, 2019).

Air rebusan kedelai mengandung zat-zat atau bahan-bahan organik yang tinggi. Menurut Fitrah & Amir (2015) unsur organik dari hasil rebusan tempe dapat meningkatkan daya serap dan daya simpan air yang dapat memulihkan struktur tanah, meningkatkan jasad renik, sehingga kesuburan tanah bertambah. Produksi tempe menghasilkan limbah cair yang diperoleh dari air cucian kedelai, perebusan kedelai, penirisan, serta pencampuran ragi baru. Limbah yang dihasilkan dari suatu produksi tempe dapat berupa limbah cair atau limbah padat (Nurkemalasaki dkk., 2013).

Industri tempe sebagian merupakan industri yang kurang dilengkapi unit pengolahan air limbah yang hanya menggunakan sistem anaerobik (Hapiza dkk., 2014). Dengan adanya pengolahan limbah yang dikelola oleh unit pengelola air

limbah, maka limbah yang dihasilkan nantinya boleh dibuang ke saluran umum yang tidak berpengaruh secara signifikan pada lingkungan.

Limbah cair tempe mengandung banyak nutrisi seperti karbohidrat sebesar 25-50%, protein sebesar 40-60%, dan bahan lain yang dapat digunakan sebagai pupuk organik (Soelaeman et al, 2014). Limbah cair yang dihasilkan menjadi salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan yang berdampak buruk bagi lingkungan. Ini terjadi karena unsur organik pada limbah yang membusuk serta mengeluarkan bau tidak sedap, bisa menjadi unsur pencemaran air dan udara. Pembuangan limbah cair tempe apabila tidak diperhatikan dengan optimal akan mengakibatkan pencemaran terutama di sungai. Hal ini akan menyebabkan berbagai jenis penyakit seperti diare, penyakit kulit, gangguan pernafasan dan jamur (Dahruji dkk., 2017).

Kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap penanganan limbah serta dampak yang ditimbulkan dari industri pembuatan tempe yang berpengaruh terhadap lingkungan, sehingga perlu ada penanganan secara khusus dan tepat dari limbah dengan cara mendaur ulang limbah tersebut. Seperti menjadikan limbah tempe yang dicampurkan dengan urin kambing sebagai pupuk organik cair yang bisa diaplikasikan pada tanaman. Limbah cair yang dihasilkan masih mengandung banyak nutrisi atau unsur hara yang dapat dengan mudah membusuk sehingga mengeluarkan aroma yang tidak sedap dan dapat memberi efek buruk pada lingkungan sekitar (Saenab dkk., 2018). Kulit ari yang dihasilkan dari proses pengelupasan kedelai merupakan bahan organik yang apabila terkontaminasi dengan bakteri akan menghasilkan bau yang tidak sedap (Anisah dkk., 2018). Limbah cair yang diperoleh dari pabrik tempe mengandung nutrient berupa nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat baik dalam tahap perkembangan tanaman (Siboro dkk., 2018). Salah satu tanaman yang dimaksud adalah tanaman seledri.

Seledri (*Apium graveolens L.*) adalah jenis tumbuhan yang berasal dari keluarga *Apiaceae*, tanaman ini hidup menyebar di seluruh benua Eropa, daerah tropik dan subtropik Afrika dan Asia. Tumbuhan seledri mudah hidup pada keadaan iklim Indonesia, seledri mempunyai batang *herbaceous* (batang basah) dan mudah dijumpai, kandungan yang dimiliki seledri (*Apium graveolens L.*) antara lain klorin, vitamin, kalsium, asam amino, folat, asam lemak esensial, mangan, inositol, fosfor, besi, magnesium, seng, sulfur, selenium, dan potasium sehingga dapat menghindari

beberapa macam gangguan kesehatan antara lain dapat menurunkan kadar kolesterol, kanker, dan tekanan darah tinggi (Alham & Elfarisna, 2018).

Tahap pelapukan dan pembusukan bahan organik yang mengalami perombakan akan menghasilkan unsur (Roidah, 2013). Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa fermentasi limbah cair dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman. Namun, penelitian yang lebih spesifik tentang pengaruh fermentasi limbah cair produksi tempe terhadap pertumbuhan seledri masih terbatas. Sehingga dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menyelidiki dampak dari fermentasi limbah cair produksi tempe terhadap pertumbuhan seledri. Dengan memahami interaksi antara limbah cair fermentasi tempe dan pertumbuhan seledri (*Apium graveolens* L.), diharapkan dapat ditemukan solusi yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah dan peningkatan produktivitas pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen untuk mengetahui pengaruh limbah cair tempe sebagai pupuk cair organik terhadap pertumbuhan seledri. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Green House* Prodi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Parepare. Bahan-bahan yang dimanfaatkan pada penelitian ini merupakan limbah tempe (air rebusan kedelai dari hasil pembuatan tempe). Limbah ini dihasilkan dari pembuatan tempe dengan bahan kedelai 2 kg, dengan menggunakan sekitar 4-5 liter air. Proses perebusan kedelai dalam air dilakukan selama 60 menit tergantung pada keadaan dan kekentalan kedelai yang diinginkan.

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Proses atau tahapan fermentasi limbah cair tempe sebelum pengaplikasian adalah mengumpulkan limbah cair tempe yang diperoleh dari proses pembuatan tempe, di mana kedelai direndam, direbus, dan difermentasi dengan kapang *Rhizopus* sp. Setelah itu, limbah cair tempe diinokulasi dengan starter. limbah cair tempe kemudian dibiarkan untuk mengalami proses fermentasi. Selama fermentasi, mikroorganisme dalam starter akan mulai menguraikan bahan organik kompleks dalam limbah cair menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti asam organik, asam amino, dan senyawa lainnya. Proses ini dapat menghasilkan panas dan mengubah karakteristik fisik dan kimia limbah cair. Selama fermentasi, penting untuk memantau dan mengendalikan

kondisi fermentasi seperti suhu, pH, dan ketersediaan oksigen. Setelah hasil fermentasi dianggap matang selanjutnya sudah bisa diaplikasikan. Seperti halnya yang diaplikasikan pada tanaman seledri.

Perlakuan pertama adalah XO (tanpa fermentasi), kedua X1 (fermentasi 2 hari) dan ketiga X2 (fermentasi 4 hari). Parameter pengamatan yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun serta berat segar tanaman seledri (*Apium graveolens L.*).

Persiapan dan pengolahan tanah

Pembuatan media tanam dengan menggunakan tanah dan arang sekam dengan perbandingan 1:1 kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama satu minggu. Selanjutnya, isi *polybag* dengan media tanam sebanyak 45 unit untuk desain perlakuan dan ulangannya.

Penanaman benih seledri

Benih seledri tango yang berumur kurang lebih 1 bulan dipindahkan kedalam media tanam satu minggu setelah pembuatan media tanam. Masing-masing *polybag* volume 35x35 berisi 3 tanaman seledri. Setiap ulangan terdiri dari 5 unit tanaman seledri. Sehingga total populasi adalah 45 unit tanaman untuk desain perlakuan dan ulangannya.

Pemeliharaan

Penyiraman pupuk cair (fermentasi limbah cair tempe) yang telah diencerkan 1:1 (1 liter limbah cair tempe diencerkan dengan 1 liter air), penyiraman pupuk dengan volume kurang lebih 50 ml/tanaman yang dilakukan satu kali dalam 7 hari selama 4 pekan pada sore hari. Penyiraman air dilakukan sekali dalam 2 hari saat sore dengan volume 20–30 ml/ tanaman. Untuk pengendalian hama, penyakit dan penyiangan gulma dilakukan setiap saat jika dibutuhkan.

Pengolahan data dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) berlandaskan rancangan acak lengkap (RAL), uji ANOVA yang memperlihatkan pengaruh nyata pada taraf α 0.05 selanjutnya dilakukan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan tumbuhan Seledri (*Apium graveolens L.*) ditunjang oleh beberapa faktor yakni: faktor internal (genetik) dan eksternal (lingkungan). Tanaman dapat tumbuh dengan baik apabila faktor tersebut dapat terpenuhi sehingga mendukung perkembangan tanaman. Parameter pengukuran pertumbuhan seledri (*A. graveolens L.*) pada penelitian ini antara lain tinggi batang, jumlah daun dan berat

segar tanaman. Untuk memperoleh hasil tanaman yang maksimal maka harus memperhatikan kondisi lingkungan serta kandungan unsur hara.

Rata-rata parameter pengukuran tanaman seledri dalam setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Seledri, Jumlah Daun dan Berat Segar Tanaman Seledri pada perlakuan pemberian limbah cair tempe yang difermentasi pada waktu yang berbeda

Perlakuan	Parameter Pengukuran		
	Tinggi Batang (cm)	Jumlah Daun (cm)	Berat Segar Tanaman (gr)
X0	7.05 ^y	4.37 ^y	3.27 gr
X1	3.78 ^y	2.13 ^z	0.34 gr
X2	15.70 ^x	9.60 ^x	5.72 gr

X0 kontrol, X1: fermentasi 2 hari, X2: fermentasi 4 hari).

Untuk hasil analisis uji BNT Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Seledri dapat dilihat pada tabel 2. bri

Tabel 2: Uji BNT Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Tanaman Seledri pada perlakuan pemberian limbah cair tempe yang difermentasi pada waktu yang berbeda

Perlakuan	Parameter Pengukuran	
	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
X0	15.70 ^x	9.60 ^x
X1	7.05 ^y	4.37 ^y
X2	3.78 ^y	2.13 ^z

Limbah cair tempe yang difermentasi berpengaruh nyata pada tinggi tumbuhan dan jumlah daun tumbuhan seledri namun berpengaruh tidak nyata pada berat segar tanaman seledri. Pemberian limbah cair tempe dengan lama waktu fermentasi yang berbeda dapat meningkatkan jumlah kadar nutrisi N, P dan K yang terkandung dalam limbah tempe unsur hara pada limbah tempe yang difermentasi selama 4 hari menghasilkan kadar yang tertinggi, yaitu N 373 ppm, P 841,0 dan K 4079 ppm (Makiyah dkk., 2015).

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor internal (genetik) dan eksternal (lingkungan). Tanaman dapat tumbuh dengan baik apabila faktor tersebut dapat terpenuhi sehingga dapat mendukung perkembangan tanaman. Untuk memperoleh hasil tanaman yang maksimal maka harus memperhatikan kondisi lingkungan serta kandungan unsur hara (Marlina, 2014).

Kandungan nutrisi pada limbah tempe antara lain kalsium, fosfor, mineral, zat besi serta karbohidrat, dengan demikian penyiraman dengan memakai limbah tempe tersebut bisa menunjang perkembangan tinggi tumbuhan. Kandungan nutrisi pada limbah cair tempe yang difermentasi selama 4 hari memenuhi kebutuhan

tanaman seledri. Menurut kadar unsur hara nitrogen mengalami kenaikan pada fermentasi 4 hari yaitu N 365 ppm.

Nutrien seperti N, P dan K diperlukan oleh tumbuhan untuk pertumbuhan vegetatif yaitu perkembangan akar dan batang sehingga nutrisi tersebut perlu selalu tersedia. Nitrogen merupakan komponen makro primer yang merupakan unsur utama berbagai senyawa pada tubuh tanaman. Nitrogen juga berperan dalam pembentukan protein sehingga tumbuhan mampu berkembang dengan baik.

Unsur hara fosfor sangat berguna bagi tanaman karena berperan dalam pembentukan albumin, memperkuat batang, perkembangan akar serta memperbaiki kualitas tanaman. Selain fosfor, kalium juga berfungsi untuk merangsang perakaran baru untuk membantu penyerapan air dan nutrisi, menguatkan batang tanaman serta membantu dalam pembentukan karbohidrat dan protein (Adawiyah & Afa, 2018).

Kandungan nitrogen pada limbah cair tempe bisa mengoptimalkan sintesis protein pada proses pembelahan dan pembesaran sel sehingga jumlah daun bertambah. Nitrogen dipindahkan dalam xylem menuju kanopi daun sebagai ion-ion anorganik atau dapat direduksi oleh akar serta diangkut dalam bentuk organik seperti asam amino.

Unsur hara nitrogen yang terkandung pada limbah cair tempe berpengaruh dalam pertumbuhan daun. Nutrien dalam hal ini nitrogen berfungsi untuk mempercepat perkembangan tumbuhan secara menyeluruh terkhusus pada batang dan daun. Menurut (Nugroho, 2022) nitrogen berperan sebagai unsur utama pada sintesis protein yang dijalankan oleh bagian tanaman. Jika protein diuraikan oleh mikroba maka akan melepaskan senyawa N yang akhirnya akan diserap oleh akar tumbuhan dan perkembangan tumbuhan terlihat lebih maksimal.

Kekurangan unsur hara dapat menghambat produktivitas tanaman. Kekurangan unsur N dapat membuat tumbuhan menjadi lamban, daun akan mengalami klorosis dan mengering selanjutnya meluruh. Apabila kekurangan unsur K daun akan berubah menjadi mengecil dan menguning (Wiraatmaja, 2017).

Limbah cair tempe mengandung unsur fosfor (P) adalah nutrisi yang berfungsi dalam mengedarkan energi ke seluruh bagian tumbuhan, merangsang pertumbuhan serta perkembangan akar. Unsur hara fosfor (P) berfungsi dalam pembelahan sel dan perkembangan jaringan meristem sehingga mampu memperkuat perkembangan tanaman serta menjadi tanaman dewasa (Makiyah dkk., 2015).

Unsur hara P berperan dalam metabolisme sel, dapat pula dikatakan menstimulir pertumbuhan dan perkembangan perakaran tumbuhan sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serapan P oleh tanaman dipengaruhi oleh adanya unsur N (Munir, 2016).

Menurut Nurhayati (2018) Nitrogen merupakan komponen utama yang penting dalam sintesis protein oleh sel tumbuhan. Saat protein diuraikan oleh mikroba, senyawa N dilepaskan dan diserap oleh akar tanaman, yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal.

Kandungan unsur hara N, P, dan K yang tinggi pada pupuk organik cair disebabkan oleh bahan-bahan yang digunakan mengandung unsur hara makro dan mikro yang diperlukan oleh tanaman. Kesuburan tanah menunjukkan ketersediaan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Pramushinta & Yulian, 2020). Nitrogen penting sebagai komponen utama dalam sintesis protein oleh sel tumbuhan. Ketika protein diuraikan oleh mikroba, senyawa N akan dilepaskan dan diserap oleh akar tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal (Annisa, 2021).

Faktor lain yang menyebabkan pertumbuhan tanaman seledri pada perlakuan X0 dan X1 rendah adalah konsentrasi pemberian pupuk limbah cair tempe yang relatif tinggi yaitu 1 liter pupuk diencerkan pada satu liter air. Menurut (Trianti, 2017) Diperlukan pemberian pupuk dengan konsentrasi yang tepat dalam pemenuhan kebutuhan unsur hara, agar pertumbuhan tanaman dapat meningkat. Ketersediaan karbohidrat yang terdapat pada limbah tempe mempengaruhi laju pembelahan dan perpanjangan serta pembentukan jaringan yang berjalan cepat juga akan memacu pertumbuhan. Menurut limbah tempe memiliki kandungan karbohidrat yang cukup banyak yaitu 25-50%, karbohidrat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman yaitu pada tahap pembelahan sel.

KESIMPULAN

Pemberian limbah cair tempe dengan lama fermentasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang dan jumlah daun dan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar tumbuhan seledri (*Apium graveolens* L.). Limbah cair tempe yang difermentasi dengan waktu yang lebih lama memberikan efek kemajuan tinggi tanaman, jumlah daun berat segar tumbuhan seledri (*A. graveolens* L) yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., & Afa, M. (2018). Pertumbuhan tanaman seledri (*Apium graveolens* L.) pada berbagai media tanam tanpa tanah dengan aplikasi pupuk organik cair (POC). *Biowallacea*, 5(1), 750–760. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/wallacea/article/view/4594/3492>
- Alham, M., & Elfarisna, E. (2018). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Terhadap Efisiensi Pupuk Organik Padat. *Prosiding SEMNASTAN*, 88–97. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastan/article/view/2263>
- Anisah, A., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Tempe Terhadap Karakteristik Nata De Leri Pada Berbagai Konsentrasi. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 10(2), 6–10. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga/article/view/1236>
- Annisa, F. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe Sebagai Nutrisi Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal. *Tesis*. UIN Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/14643/>
- Arlingga, B., Abd, S., & Hidayat, M. (2014). Pengaruh Persentase Naungan dan Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Agrotekbis*, 2(6). <https://www.neliti.com/publications/244299/pengaruh-persentase-naungan-dan-dosis-pupuk-organik-cair-terhadap-pertumbuhan-ta>
- Dahruji, D., Wilianarti, P. F., & Hendarto, T. T. (2017). Studi pengolahan limbah usaha mandiri rumah tangga dan dampak bagi kesehatan di wilayah Kenjeran, Surabaya. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 36–44. <https://journal.um-surabaya.ac.id/Axiologiya/article/view/304>
- Fitrah, A., & Amir, N. (2015). Pengaruh jenis pupuk organik padat dan cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman seledri (*Apium graveolens* L.) di polybag. *Jurnal Klorofil*, 10(1), 43–48. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/klorofil/article/view/196/168>
- Hapiza, M. R., Sabrina, T., & Marbun, P. (2014). Pengaruh Pemberian Limbah Cair Industri Tempe dan Mikoriza Terhadap Ketersediaan Hara n dan p Serta Produksi Jagung (*Zea Mays* L.) Pada Tanah Inceptisol. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(3), 1098–1106.
- Krisnadianto, A. (2019). *Limbah Industri Tempe Rumah tangga Sebagai Pupuk Dan Pakan Ternak Di Kelurahan Pakal Kecamatan Pakal Surabaya*. 2. <https://prosiding-pkmcsr.org/index.php/pkmcsr/article/view/480>
- Makiyah, M., Sunarto, W., & Prasetya, A. T. (2015). Analisis kadar npk pupuk cair limbah tahu dengan penambahan tanaman *Thitonia diversivolia*. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 4(1). <https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/4760>

- Marlina, I. (2014). Pengaruh pemberian dosis pupuk majemuk terhadap pertumbuhan tanaman seledri (*Apium graveolens L.*). *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(2). <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/view/423>
- Munir, M. S. (2016). *Klasifikasi kekurangan unsur hara N, P, K tanaman kedelai berdasarkan fitur daun menggunakan jaringan syaraf tiruan* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/41919/1/2210205209-Master-Thesis.pdf>
- Nugroho, F. A. (2022). *Aplikasi Limbah Organik Sebagai Pupuk Organik Cair (Poc) Dan Waktu Pemberiannya Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.)*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Nurkemalasar, R., Sutisna, M., & Wardhani, E. K. A. (2013). Fitoremediasi limbah cair tapioka dengan menggunakan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Reka Lingkungan*, 1(2), 81–92. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/lingkungan/article/view/344>
- Nurhayati, 2018. Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menggunakan Bakteri *Pseudomonas sp* Dalam Pembuatan Pupuk Cair. *Jurnal TechLINK*. 2 (2).
- Pramushinta, I. A. K., & Yulian, R. (2020). Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Journal Pharmasci*, 5(1), 29–32. <https://scholar.archive.org/work/iy3hlm1gqnbhdctarb4koehlqa/access/wayback/http://ejournal.akfarsurabaya.ac.id:80/index.php/jps/article/download/162/138>
- Puspawati, S. W. (2017). *Alternatif pengolahan limbah industri tempe dengan kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi*. Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah Xv 2017. https://karya.brin.go.id/id/eprint/5739/2/PROSIDING_SW%20PUSPITA_WATI_SIL%20UI_2017.pdf
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. *Jurnal Bonorowo*, 1(1), 30–43. <https://journal.unita.ac.id/index.php/bonorowo/article/view/5>
- Saenab, S., Al-Muhdar, M. A. I., Rohman, F., & Arifin, A. N. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar) Kota Makassar. *Prosiding Seminar Biologi. Biology for Life*. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/31643>
- Shoviyah, S. (2015). *Pengaruh Limbah Cair Tempe Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Nanochloropsis sp** [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/133960/>
- Siboro, B. A. H., Afma, V. M., & Sulaiman, M. (2018). Penerapan Proses Integrasi Kegiatan Pemindahan Hasil Rebusan Sari Kedelai Ke Bak Penyaringan

Jusmiati Jafar, Asrullah Syam, & Dwi Utamingsih

Pabrik Tahu Di Batam (Studi Kasus Pabrik Tahu Pak Joko Dan Pak Udin).
Jurnal Sistem Teknik Industri, 20(2), 47–52.

Soelaeman, A., Widjajanti, R., & Dasmita, E. 2014. Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Secara Anaerobik Tipe Fixed-Bed. *Jurnal Kimia dan Kemasan*.
<https://dx.doi.org/10.24817/jkk.v0i0.5189>

Trianti, L. (2017). Pemanfaatan Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi Tumbuhan. *Skripsi*. UIN Ar-Raniry Banda Aceh. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/516/1/LESTI%20TRIANTI.pdf

Wiraatmaja, W. I. (2017). *Defisiensi dan Toksisitas Hara Mineral serta Responnya Terhadap Hasil*. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana.