

STUDI PEMBUATAN PUPUK CAIR ORGANIK DARI LIMBAH CAIR TEMPE

Lia Muliati¹, Rini Siskayanti², Rima Maelani³, Salwa Nur Khopipah⁴
liautom@gmail.com¹, rinibian12@gmail.com², rimamaelani709@gmail.com³,
salwanurkhopipah@gmail.com⁴

Universitas Insan Cendekia Mandiri

ABSTRAK

Studi ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya pembuangan limbah ke lingkungan akibat berkembangnya industrialisasi di Indonesia baik skala besar maupun skala rumah tangga, sehingga penanggulangan limbah tersebut harus dilakukan secara tepat. limbah cair tempe saat ini masih dibuang ke perairan tanpa proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Jika dibiarkan akan mengakibatkan proses pembusukan dan berkembangnya mikroorganisme patogen yang dapat menimbulkan penyakit, berkurangnya kelarutan oksigen dalam air yang mengakibatkan terganggunya fotosintesis tanaman dalam air. Pemanfaatan limbah cair tempe menjadi pupuk organik menjadi salah satu alternatif untuk penanggulangan masalah limbah cair tempe. Pembuatan pupuk cair organik dilakukan dengan proses fermentasi 10 – 30 hari, dengan menambahkan EM4 sebagai bioaktivator, gula atau molase sebagai sumber karbohidrat dan limbah cair tempe sebagai sumber protein untuk pertumbuhan bakteri. Penambahan variasi limbah buah – buahan dalam pembuatan pupuk cair organik digunakan untuk meningkatkan kualitas pupuk cair organik memenuhi kriteria menurut standar baku mutu hara tanah. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pupuk organik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah tempe dapat memenuhi standar baku mutu hara makro pada kandungan nitrogen dan fosfor sesuai dengan peraturan menteri pertanian keputusan menteri pertanian nomor 261/KPTS/SR-310/M/4/2019. Pembuatan pupuk organik dengan variasi limbah buah – buahan sejauh ini memberikan hasil kandungan pupuk yang lebih baik untuk unsur nitrogen dan fosfor terutama pada variasi kulit dan bonggol pisang. Uji penggunaan limbah cair organik pada pamupukan tanaman memberikan hasil yang sangat memuaskan pada tanaman terung ungu, gambas, sawi caisim dan pokcoy. Respon dapat dilihat dari pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah helai daun, berat basah tanaman.

Kata Kunci: Limbah Cair Tempe, Pupuk Cair Organik.

PENDAHULUAN

Berkembangnya industrialisasi di Indonesia tidak hanya untuk skala besar tetapi juga untuk industri rumah tangga, hal ini mengakibatkan bertambahnya limbah industri yang dibuang ke lingkungan. Salah satu industri yang banyak dilakukan oleh masyarakat dalam skala rumah tangga adalah industri pembuatan tempe, dimana rata – rata industri tersebut belum melakukan pengolahan limbah yang dihasilkan dari proses produksi, limbah cair yang berupa air buangan pencucian pada proses pembuatan tempe biasanya langsung di buang ke sungai yang ada di sekitar industri tempe tersebut. Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengolahan air limbah dan pengendalian pencemaran air, serta KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair industri untuk kegiatan industri untuk mengontrol pencemaran lingkungan dari buangan industri. Menurut undang-undang, industri harus mengolah limbah sampai memenuhi standar mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, yaitu kadar COD sebesar 100 mg/l, BOD5 sebesar 50 mg/l, dan amonia sebesar 0,02 mg/l.

Limbah cair tempe memiliki kandungan yang kompleks terdiri dari protein sebesar 0,42%, lemak 0,13%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm

dan besi 4,55 ppm (Prasmeswari et al, 2013), jika limbah dari produksi tempe dibuang ke sungai secara langsung tanpa diproses terlebih dahulu, akan terjadi pengendapan bahan organik pada perairan, yang memudahkan bakteri patogen yang menyebabkan penyakit berkembang biak dan mengganggu fotosintesis tanaman karena kurangnya kelarutan oksigen dalam air. Untuk menanggulangi masalah tersebut, maka dibutuhkan suatu pemanfaatan limbah tempe menjadi produk yang berdaya guna, salah satunya dengan menjadikan limbah cair tempe menjadi pupuk organik cair.

Pupuk cair organik merupakan pupuk berupa cairan yang didapat dari proses fermentasi yang berbahan dasar dari hewan dan tumbuhan. Pupuk organik cair dapat membantu meningkatkan produksi tanaman dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik serta berguna sebagai alternatif pengganti pupuk kandang, karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kelebihan lain dari pupuk cair organik adalah mengandung unsur hara yang dapat diakses lebih cepat. (quick release) bagi tanaman serta mengandung mikroorganisme yang bermanfaat sehingga lebih mudah diaplikasikan pada lahan (Nisaul, 2021).

Pembuatan pupuk cair organik berbahan dasar limbah tempe dilakukan melalui proses fermentasi, bahan yang digunakan untuk membuat pupuk cair organik diantaranya yaitu limbah cair tempe sebagai sumber protein, gula merah atau molase sebagai sumber karbohidrat dan bakteri anaerob. Campuran tersebut kemudian difermentasi selama rentang waktu 10 – 30 hari, karbohidrat dan protein merupakan bahan makanan untuk bakteri sehingga bakteri akan berkembang biak mengolah limbah tempe menjadi pupuk organik cair. Agar fermentasi bisa berjalan dengan cepat dan pupuk cair mudah mengalami pematangan, maka perlu ditambahkan efektifitas inoculant berupa efektifitas mikroorganisme (EM4). Kultur mikroorganisme efektif adalah kultur dari berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah. Bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes, dan jamur fermentasi adalah beberapa contoh mikroorganisme yang bermanfaat ini. Pertumbuhan dan hasil tanaman dapat ditingkatkan dengan menggunakan EM4. (Erickson et al. 2013).

Pada proses pembuatan pupuk cair organik dengan bahan dasar limbah cair tempe, variasi konsentrasi EM4 sebagai sumber bakteri dan variasi sumber karbohidrat seperti molase, gula merah, atau limbah yang mengandung karbohidrat tinggi dilakukan untuk mendapatkan kondisi dan waktu fermentasi yang optimal sehingga pupuk cair yang dihasilkan sesuai dengan standar baku mutu yang diharapkan. Penambahan limbah buah – buahan bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas pupuk cair organik dengan harapan bisa didapatkan suatu kandungan pupuk organik cair yang sesuai dengan standar mutu pupuk organik agar dapat digunakan sebagai pengganti pupuk anorganik yang saat ini banyak menimbulkan masalah terhadap unsur hara tanah terutama jika digunakan untuk waktu yang lama.

Penelitian yang dilakukan oleh Suwardiyono, et al (2019) memvariasikan EM4 dari 5 – 20 mL dan waktu fermentasi selama 4 – 14 hari untuk mengolah limbah cair tempe sebanyak 500 mL, sedangkan Fred Leonardo (2016) memvariasikan konsentrasi EM4 dengan konsentrasi 0% - 1% untuk mengolah limbah cair tempe sebanyak 500 mL dan waktu fermentasi selama 7 hari. Penelitian Ika Lia, et al (2017) memvariasikan limbah tempe dengan limbah cair singkong sebagai sumber karbohidrat dimana limbah cair tempe dan limbah cair singkong yang digunakan berkisar dengan perbandingan variasi sebanyak 200 – 1800 mL dengan waktu fermentasi selama 4 minggu.

Variasi penambahan limbah papaya dengan perbandingan antara limbah papaya dan limbah cair tempe sebanyak 1 : 1 dengan waktu fermentasi selama 30 hari digunakan pada penelitian I.A.K Pramushinta dan Rosalia (2020) dimana kulit papaya mengandung unsur

hara mikro, jika ditambahkan akan memperbaiki kualitas kandungan pupuk organik cair. Pada penelitian Joko Prasetyo dan Sri Widiastuti (2020), variasi penggunaan bonggol pisang dan limbah cair tempe dilakukan dengan menggunakan EM4 sebanyak 250 mL dengan limbah cair tempe yang digunakan sebanyak 2 L dan waktu fermentasi selama 14 hari, variasi bonggol pisang yang dicampur dalam limbah sebanyak 75 - 125 mL. Dengan adanya variasi yang dilakukan diatas, diharapkan pupuk cair organik yang dihasilkan memenuhi kriteria menurut standar baku mutu hara tanah. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, kandungan P, C-Organik, pH, dan N menentukan kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan. Uji coba yang melibatkan penggunaan pupuk organik cair pada tanaman juga perlu dilakukan untuk mengetahui reaksi pertumbuhan tanaman terhadap tinggi batang, jumlah helai daun, dan berat basah.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)*. SLR adalah cara sistematis untuk mengumpulkan, mengevaluasi secara kritis, mengintegrasikan, dan menyajikan hasil dari berbagai studi penelitian tentang pertanyaan atau topik penelitian yang menarik. (Kusumadewi et al, 2023). Dalam metode penelitian *Systematic Literature Review*, para peneliti mencari referensi jurnal ilmiah yang kemudian dijadikan acuan maupun landasan teori bagi penelitian yang nantinya akan dijadikan kerangka dasar yang akan dikembangkan menjadi pembahasan dengan tahapan yang sudah ditentukan.

Simplified approach merupakan analisa data pada literatur review yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dengan menggabungkan setiap artikel yang diperoleh dan menyederhanakan setiap hasil (Aveyard, 2014). Pada Analisa *Simplified approach* dilakukan meringkas berbagai literatur untuk melihat hubungan antara literatur satu dengan yang lainnya serta mengembangkan tema dengan menggabungkan semua tema dengan melihat hasil penelitian dengan bukti yang lebih kuat atau bukti yang lebih lemah pada setiap tema dengan memahami literatur (Kusumadewi et al, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

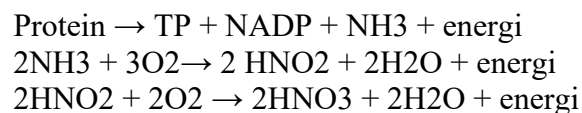
Tinjauan literatur menunjukkan bahwa pupuk cair organik merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk menanggulangi permasalahan kerusakan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik, kesadaran masyarakat akan perlunya pengurangan penggunaan pupuk anorganik yang mengakibatkan kerusakan tanah jika digunakan dalam jangka waktu yang lama semakin meningkat, masalah kelangkaan pupuk dan harga pupuk anorganik yang sangat mahal di masyarakat menyebabkan berbagai pihak turut andil mencari solusi untuk permasalahan tersebut. Dengan penggunaan pupuk cair organik, dapat meningkatkan produksi tanaman dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Ini juga berguna sebagai pengganti pupuk kandang karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Selain itu, pupuk cair organik mengandung mikroorganisme yang bermanfaat, yang membuatnya lebih mudah diterapkan pada tanah., (Nisaul, 2021).

Meningkatnya industri pembuatan tempe dengan skala rumah tangga dimana air limbah dari proses produksi dibuang ke badan perairan tanpa dioleh terlebih dahulu mengakibatkan limbah cair tempe banyak memberikan permasalahan di masyarakat sehingga pemanfaatan limbah tempe secara tepat guna dibutuhkan untuk menghindari pencemaran lingkungan. Pembuatan pupuk organik cair dengan bahan dasar limbah cair tempe menjadi solusi atas permasalahan diatas sehingga marak dilakukan pelatihan – pelatihan serta penelitian pembuatan pupuk cair organik dari limbah cair tempe, khususnya dalam rangka pemberdayaan masyarakat disekitar industri pembuatan tempe.

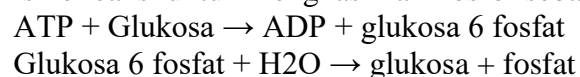
Dari beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan, limbah cair tempe memiliki

kandungan kompleks terdiri dari protein sebesar 0,42%, lemak 0,13%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm dan besi 4,55 ppm. (Prasmeswari et al, 2013), dengan adanya kandungan tersebut, limbah cair tempe dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan pupuk organik cair, karena mengandung unsur – unsur hara makro yang terkandung dalam pupuk cair. Protein limbah cair tempe merupakan sumber makanan untuk bakteri, dengan penambahan gula merah atau molase sebagai karbohidrat diharapkan bakteri anaerob bisa hidup dan berkembangbaik untuk melakukan proses fermentasi pada limbah cair tempe tersebut dimana poses fermentasi biasanya dilakukan selama 10 – 30 hari, Agar fermentasi bisa berjalan dengan cepat dan pupuk cair mudah mengalami pematangan, maka perlu ditambahkan efektifive inoculant berupa efektif microorganism (EM4). Kultur mikroorganisme efektif adalah kultur dari berbagai jenis mikroorganisme yang bermanfaat yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah. Bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes, dan jamur fermentasi adalah beberapa contoh mikroorganisme yang bermanfaat ini. Pertumbuhan dan hasil tanaman dapat ditingkatkan dengan menggunakan EM4. (Erickson et al. 2013).

Hasil penelitian Suwardiyono, et al (2019) menunjukkan proses fermentasi yang menghasilkan nitrogen (N) dengan menggunakan EM4 mempunyai mekanisme reaksi sebagai berikut :



Mekanisme reaksi untuk menghasilkan Fosfor sebagai berikut :



Dimana Nitrogen dan Fosfor terbentuk optimum pada hari ke – 10, dengan penambahan EM4 sebanyak maksimal 15 mL. Kandungan nitrogen dan fosfor yang dihasilkan sebanyak 0,32% dan 0,0068%. Kandungan fosfor dan nitrogen yang dihasilkan dari penelitian ini sesuai dengan standar baku mutu pada pupuk yaitu < 0,5%. Penambahan EM4 sebagai bioaktivator mengakibatkan terbentuknya nitrogen berlebih yang didapatkan dari pemecahan ion – ion. Kadar nitrogen menurun terjadi setelah hari ke – 10 hal itu disebabkan karena aktivitas microorganism mengalami fase kesetimbangan, di mana jumlah mikroorganisme baru dan yang mati sama, sehingga pembentukan nitrogen berkurang. Penambahan jumlah microorganism diawal proses fermentasi mengakibatkan pembentukan fosfor meningkat, penurunan kandungan fosfor pada saat proses fermentasi setelah hari ke – 10, kematian microorganism mengakibatkan pembentukan fosfor berkurang, selain itu, asam organik yang mengandung fosfor mudah menguap ke udara. Penggunaan EM4 diatas 15 mL mengakibatkan terjadinya penurunan kadar nitrogen, proses denitrifikasi terjadi karena efek metabolisme, yang menyebabkan nitrogen terasimilasi dan berubah menjadi amoniak.

Pada penelitian lanjutan pembuatan pupuk organik cair, pembuatan pupuk cair organik dilakukan dengan memarisaikan konsentrasi limbah tempe dengan limbah kulit buah – buahan, dengan harapan limbah kulit buah – buahan dapat memperbaiki kualitas pupuk cair organik yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan limbah kulit buah dapat memberikan kadar unsur hara yang lebih tinggi daripada limbah sayuran dan sangat cocok dikembangkan sebagai pupuk alternatif pengganti pupuk kimia Widyabudiningsih et. Al (2021). Penelitian yang dilakukan oleh Widyabudiningsih et. Al (2021) dimana pada penelitian tersebut dilakukan variasi penggunaan kulit buah nanas, pisang dan mangga dengan proses fermentasi selama 34 hari. Pada penelitian diatas, pupuk organik cair yang dihasilkan dari campuran kulit pisang memberikan kandungan Nitrogen, Kalium dan Posfor

lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk cair organik dari kulit nanas dan manga, tetapi kandungan C-organik tertinggi didapat dari bahan campuran kulit mangga, Hal tersebut menunjukkan bahwa kulit mangga memiliki kandungan bahan organik tertinggi dibandingkan kulit pisang dan kulit nanas. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ika Lia, et al (2017) dengan variasi penambahan limbah cair dari singkong sebagai sumber karbohidrat menunjukkan bahwa kandungan C-organik dan nitrogen yang dihasilkan dalam pupuk cair yaitu C-organik 4,32% - 4,92% sedangkan N total 0,88% - 1,87% kondisi tersebut memenuhi standar SNI 19-0429-1989 dimana parameter C > 4% dan N total < 2%. Hasil penelitian dengan penambahan bonggol pisang dilakukan oleh Joko Prasetyo dan Sri Widyastuti (2020) menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang dihasilkan dapat memenuhi kandungan Phospor (P) dan Nitrogen (N), tetapi tidak dapat memenuhi kandungan C-organik. Karena kandungan kimia dan mikroba di dalam bonggol pisang, penambahan bonggol pisang akan memengaruhi kualitas pupuk organik cair. Selain itu, bonggol pisang mengandung mikroba selulolitik, pelarut fosfat, Bacillus, Aeromonas, Aspergillus, Azospirillum, Azotobacter, dan zat pengatur pertumbuhan giberelin dan sitokinin. Dari hasil penelitian di atas kandungan C-organik yang tinggi dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat yang ditambahkan dalam proses pembuatan pupuk cair, semakin tinggi karbohidrat maka akan didapatkan kandungan C-organik yang tinggi juga dalam pupuk cair. Setelah mikroorganisme menggunakan karbon organik sebagai sumber energi, karbon tersebut diubah menjadi CO₂. Akibatnya, kandungan karbon organik dalam pupuk cair menurun.

Hasil penelitian Fred Leonardo (2016), menunjukkan bahwa penggunaan variasi EM4 dengan konsentrasi 0% - 1% tidak berpengaruh terhadap kenaikan suhu yaitu tetap di suhu 25 oC dan pH pupuk cair organik yaitu berkisar 4,05 – 4,375, sedangkan kandungan nitrogen sesuai dengan ketentuan pupuk organik cair, proses deaminasi melepaskan gugus amina dari asam amino, meningkatkan derajat pH. Pada penelitian yang dilakukan oleh Joko Prasetyo dan Sri Widyastuti (2020) menunjukkan bahwa derajat pH pupuk cair organik dari limbah tempe berkisar antara 3,61 – 3,74 hal ini menunjukkan bahwa pH pupuk cair yang dihasilkan tidak memenuhi standar pH pada Permentan No 01 Tahun 2019 tentang baku mutu pupuk organik cair dengan standart nilai pH yaitu 4-9, penurunan pH disebabkan oleh produksi asam organik selama proses dekomposisi lipid dan karbohidrat. Aktivitas bakteri asam laktat untuk menghasilkan asam organik menyebabkan penurunan pH selama proses fermentasi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh I.A.K Pramushita dan Rosalia, dimana pada penelitian tersebut dilakukan variasi penambahan limbah kulit pepaya pada limbah tempe dengan perbandingan 1 : 1, menunjukkan bahwa unsur hara N, P dan K pada pupuk organik cair dari air limbah tempe dan limbah buah pepaya berturut-turut yaitu unsur hara N sebesar 0,27%, P sebesar 0,1%, K sebesar 0,21% dalam pupuk organik cair.

Uji coba penggunaan pupuk organik cair dari limbah tempe pada penelitian Desri W, et al (2021) memberikan hasil yang paling baik digunakan pada pemupukan tanaman terong ungu dimana pada penggunaan sebanyak 500 mL pupuk ditambah 1500 mL air dengan respon pertumbuhan tinggi batang 65 cm, bakal bunga sebanyak 9,67 dan helai daun sebanyak 33,20 setelah 40 HST. Hasil penelitian Gawati et al (2022) dengan pemberian pupuk organik cair limbah industri tempe berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan panjang tanaman dan jumlah daun pada tanaman gambas. Penelitian Yunita et. Al (2022) menunjukkan pertumbuhan tanaman sawi caisim pada perlakuan penambahan pupuk organik cair sebanyak 200 mL/liter air memberikan pengaruh tertinggi dengan tinggi rata-rata tinggi tanaman 16,5 cm, jumlah daun dengan rata-rata 8,25 helai dan berat basah dengan rata-rata 2,85 gr. Begitu juga untuk penambahan pupuk organik pada tanaman pokcoy, semakin meningkatnya konsentrasi pupuk cair yang ditambahkan akan memberikan helai

daun yang lebih banyak, hasil yang didapat menunjukkan bahwa penambahan pupuk cair dengan konsentrasi 30% memberikan helai daun maximal sebanyak 21 helai, hal ini disebabkan oleh peningkatan kandungan nitrogen yang berdampak pada pertumbuhan organ tanaman seperti batang, daun, dan akar karena proses metabolisme tanaman menjadi lebih lancar. (I.A.K Pramushinta dan Rosalia, 2020).

KESIMPULAN

Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah tempe dapat memenuhi kriteria standar baku mutu hara makro pada kandungan nitrogen dan posfor sesuai dengan peraturan Menteri Pertanian Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, tetapi tidak pada kandungan C-organik dan derajat keasaman pupuk cair. Variasi dengan penambahan limbah kulit buah – buahan memberikan hasil produk pupuk organik cair dengan kualitas yang lebih baik untuk unsur nitrogen dan fosfor terutama pada penambahan variasi limbah dari olahan kulit dan bonggol pisang. Respon penggunaan pupuk cair organik dari limbah tempe pada tanaman terong ungu, gambas, sawi caisim, pokcoy memberikan pengaruh terhadap tinggi batang, jumlah helai daun dan berat basah tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani K, Fenny N, dan Filly P. (2023). Studi Tentang Penggunaan Sumber Daya Berkelanjutan Untuk Produk Adidas. *Jurnal Sains dan Teknik*. 5 (2), Usa. pp.19 – 22.
- Aveyard, H. (2014). *Doing literature review in health and social care: A practical guide* (ed.3). New York: McGraw-Hill Companie.
- Dewi W, Lina T, et al. (2021). Pembuatan Dan Pengujian Pupuk Organik Cair Dari Limbah Kulit Buah – Buahan Dengan Penambahan Bioaktivator EM4 Dan Variasi Waktu Fermentasi, *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 4(1), 30 - 39.
- Desri W, et al (2021). Respon Pertumbuhan Tanaman Terong Ungu Terhadap Limbah Cair Pupuk Organik Dari Rebusan Kedelai, *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari*, 355 - 361
- Erickson SS, Edu S, Netti H. (2013). Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2: 40-43.
- Gawati H, et al (2022). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Gambas Dengan Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tempe dan Kompos Kulit Bawang Merah, 4 (2), 93 – 107
- I.A.K Pramushinta dan Rosalia Y, (2020). Pemberian POC Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya Terhadap Pertumbuhan Produktivitas Tanaman Pokcoy, *Journal Of Pharmacy and Science*, 5 (1), 29 - 32
- Ika L, Pujiastuti, et al. (2017). Pemanfaatan Limbah Cair Singkong dan Industri Tempe Kedelai Sebagai Alternatif Pupuk Organik Cair. *Journal Pancaran*, 6(1), 107 - 118.
- Joko P dan Sri W. (2020). Pupuk Cair Organik Dari Limbah Industri Tempe, *Jurnal Teknik WAKTU*, 18 (2), 22 - 32
- Nisaul B dan Afif H (2021). Pengelolaan Berkelanjutan Limbah Tempe Sebagai Pupuk Organik Cair di Desa Plaosan. *Jurnal Bisma*. 1(3). 78 - 85
- Pawestri Farrah Diba, Eko Budi Susatyo dan Winarni Pratjojo, 2013, Peningkatan Kadar N, P dan K Pada Pupuk Organik Cair Dengan Pemanfaatan Bat Guano , *Indo. J. Chem. Sci.* 2 (1) (2013). Sayardiyono, Farikha. M, Harianingsih (2019). Pembuatan Pupuk Cair Organik Dari Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effektive Microorganisme, *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 44 - 48.
- Yunita P, et al (2022). Variasi Pupuk Cair Limbah Tempe Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim Dengan Hidroponik Sistem Wick, *ESJO : Ilmu Lingkungan*, 1 (1), 18 – 25