

PEMANFAATAN LIMBAH TEMPE SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR EM4

· Elvina Bunga³, Andi Zulfikar Syaiful², M Tang³

Email: elvinabunga01@gmail.com

^{1,2,3}Dosen Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

Abstrak

Proses pembuatan tempe menghasilkan produk sampingan berupa limbah tempe. Apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama fermentasi dari limbah tempe sebagai pupuk organik cair dan untuk mengetahui kandungan NPK yang terdapat dalam limbah tempe dengan penambahan bioaktivator EM4. Kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan ditentukan berdasarkan kandungan NPK kemudian dibandingkan dengan permentan No. 01 tahun 2019. Pembuatan pupuk organik dilakukan dengan cara menghaluskan limbah tempe, menambahkan bioaktivator EM4 dengan variasi 75 ml, 100 ml dan 125 ml. Proses pengujian kadar kandungan Nitrogen, Fosfor dan Kalium, di uji dengan menambahkan Asam Sulfat (H_2SO_4) pekat, Asam Nitrat (HNO_3) dan Asam Perklorat ($HClO_4$).

Adapun hasil kandungan unsur hara yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut; untuk fermentasi hari ke-8 dengan penambahan EM4 75 ml N= 0,06%; P= 0,03%; dan K= 0,03%. Pupuk organik cair dengan penambahan EM4 100 ml, N= 0,03%; P= 0,08%; dan K=0,09%. Pupuk organik cair dengan penambahan EM4 125 ml, N= 0,04; P= 0,11%; dan K=0,05%. Pada fermentasi hari ke-10 hasil yang diperoleh pupuk organik cair dengan penambahan EM4 75 ml N= 0,07%; P= 0,05%; dan K= 0,02%. Pupuk organik cair dengan penambahan EM4 100 ml, N= 0,04%; P= 0,08%; dan K=0,3%. Pupuk organik cair dengan penambahan EM4 125 ml, N= 0,03; P= 0,09%; dan K= 0,08%.

Kata kunci : Limbah Tempe, Tempe, Pupuk Organik cair, Bioaktivator. EM4

1. PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk fermentasi kedelai yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Kehadiran industri tempe seringkali dijumpai di daerah pemukiman penduduk, sehingga tempe menjadi produk home industri yang banyak dijalani oleh pelaku usaha produk makanan. Gakoptindo et al.(2018) mencatat volume produksi tahu tempe tidak berubah dari tahun lalu atau sekitaran 4 juta ton. Secara komposisi, produksi tempe mendominasi sebesar 65% unit produsen 2,6 juta dari keseluruhan produksi tempe. Produksi tempe kebanyakan terletak di daerah perumahan serta lingkungan penduduk dan masih banyak industri tempe skala rumah tangga yang belum memiliki

pengolahan limbah yang baik (Adiprakoso et al. 2012).

Limbah yang di peroleh dari proses pembuatan tempe yaitu limbah cair dan limbah padat. Sebagian besar limbah padat yang berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak dan mengembang dalam proses pencucian. Sedangkan limbah cair berasal dari proses perendaman dan perebusan kedelai yang biasanya langsung dibuang ke badan air seperti sungai tanpa proses pengelolaan terlebih dahulu. Salah satu cara pengelolaan air limbah tempe adalah memanfaatkannya menjadi POC (Pupuk Organik Cair).

Besarnya beban pencemaran yang ditimbulkan menyebabkan gangguan

yang cukup serius terutama untuk perairan disekitaran industri tempe menimbulkan bau busuk dari limbah cair tempe dan jika dibuang ke sungai akan menurunkan kualitas air sungai. Limbah cair tempe tersebut memiliki kandungan senyawa kompleks terdiri dari protein sebesar 0,42%, lemak 0,31%, karbohidrat 0,11%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fosfor 1,74 ppm dan besi 4,55 ppm. Jika dimanfaatkan secara tepat maka akan mengurangi pencemaran lingkungan dan menghilangkan sumber penyakit (Pawestri Farrah Diba, Eko Budi Susatyo Dan Winarni Pratjojo, 2013). Masyarakat desa memilih untuk menjalankan industri tempe karena menggunakan teknologi sederhana dan bahan baku rendah. Selain menjadi penopang ekonomi rakyat dengan menekan biaya pengeluaran, ternyata industri tempe menimbulkan problematika tersendiri (Fratama et al.2003).

Pengelolaan kedelai menjadi tempe ini akan menghasilkan produk sampingan berupa limbah cair tempe yang cukup berpotensi untuk mengganggu keharmonisan lingkungan. Kandungan pada limbah akan menyumbangkan bahan organik yang cukup besar karena kadar BOD,COD dan NH_3 pada limbah tersebut sangat tinggi (Novelda et al. 2017). Jika limbah industri dibuang langsung ke badan perairan tanpa proses pengelolaan akan menimbulkan blooming, yaitu pengendapan bahan organik pada perairan, proses pembusukan dan berkembangnya mikroorganisme patogen. Kondisi ini menimbulkan bau busuk dan sumber penyakit sehingga penetrasi sinar kedalam air berkurang. Akibatnya terjadi penurunan kecepatan fotosintesis oleh tanaman air dan kandungan oksigen terlarut dalam air akan menurun secara cepat. Selanjutnya dapat terjadi gangguan ekosistem air sehingga kondisi dalam air menjadi anaerobik. Dampak negatif dari limbah tempe dapat diminimalisir dengan dimanfaatkan sebagai sumber makanan bagi bakteri bermanfaat sehingga bakteri akan memperbanyak diri sebelum pupuk

digunakan (Cybetext et al. 2019). Penggunaan *Effective Microorganism* (EM4) dalam mempercepat pembuatan pupuk cair dianggap sebagai teknologi karena bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi. *Effective Microorganism* merupakan kultur campuran berbagai jenis microorganism yang bermanfaat (bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes dan jamur fermentasi) yang dapat meningkatkan keragaman mikroba tanah. Pemanfaatan EM4 dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman. Manfaat-manfaat dari pemanfaatan limbah tempe untuk digunakan sebagai pupuk organik cair khususnya pemilik industri tempe. Maka dari itu program penelitian dalam pembuatan pupuk organik cair perlu dilakukan dengan tujuan masyarakat dapat mengolah limbah tempe menjadi pupuk organik cair sehingga dapat mengurangi limbah tempe yang dibuang dan bermanfaat bagi masyarakat.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu fermentasi dari limbah tempe sebagai pupuk organik cair ?
2. Bagaimana konsentrasi NPK setelah penambahan bioaktivator EM4?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menentukan lama fermentasi dari limbah tempe sebagai pupuk organik cair.
2. Untuk menentukan kandungan NPK yang terdapat dalam limbah tempe dengan penambahan bioaktivator EM4.

1.3 Manfaat Penelitian

Dari pelaksanaan penelitian ini adapun manfaat yang dapat diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti
Peneliti dapat memanfaatkan limbah tempe sebagai pupuk organik cair agar tidak menimbulkan

pencemaran lingkungan dan sumber penyakit.

2. Bagi masyarakat

Masyarakat dapat mengolah limbah tempe menjadi pupuk organik cair sehingga dapat mengurangi limbah tempe yang dibuang

3. Bagi dunia pendidikan

Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan acuan praktikum biologi pada perubahan lingkungan atau iklim daur ulang limbah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Setiap manusia memerlukan bahan makanan untuk menunjang kelangsungan hidupnya. Dengan menggunakan bahan makanan, manusia membangun sel-sel tubuhnya dan menjaganya agar tetap sehat dan berfungsi sebagaimana mestinya.

Bahan pangan merupakan bahan baku berupa hasil pertanian, nabati dan hewani yang digunakan oleh salah satu industri pengolahan pangan untuk menghasilkan suatu produk pangan. Bahan pangan adalah bahan yang memungkinkan manusia tumbuh dan mampu memelihara tubuhnya serta berkembang biak. Bahan pangan pada umumnya terdiri dari zat-zat kimia, baik yang berbentuk secara alami ataupun secara sintesis dalam berbagai bentuk kombinasi dan yang berperan penting sama pentingnya bagi kehidupan seperti halnya air dan oksigen. Karena itu, baik oksigen maupun air, keduanya merupakan bagian dari bahan pangan yang sangat penting.

Bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu karbohidrat, protein, lemak dan air. Jumlah komponen-komponen tersebut berbeda-beda pada masing-masing bahan pangan, tergantung pada susunan, kekerasan atau tekstur, cita rasa, warna dan nilai makanannya.

2.2 Kedelai

Kedelai merupakan salah satu tanaman sumber protein yang penting di Indonesia. Berdasarkan luas panen, kedelai menempati urutan ke-3 sebagai tanaman palawija setelah jagung dan ubi kayu di Indonesia. Kedelai merupakan sumber protein yang penting bagi manusia ditinjau dari segi harga. Kedelai merupakan sumber protein yang termurah, sehingga sebagian besar kebutuhan protein nabati dapat dipenuhi dari hasil olahannya. Kedelai bernilai gizi tinggi dengan kadar protein sekitar 40%. Biji kedelai juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri minyak goreng dan mentega. Kedelai juga dapat digunakan sebagai bahan makanan bagi manusia, makanan ternak dan bahan industri makanan ternak (Suprpto, 1991).

Kedelai dapat dikonsumsi secara langsung. Setiap 100 gram bahan kedelai mengandung 35 gram lain. Sehingga merupakan sumber nabati yang baik (Suriawira, 2002). Menurut suprpto 1991 kedelai mendapatkan perhatian yang sangat besar diseluruh dunia karena berbagai keunggulan yang dimilikinya diantaranya sebagai berikut :

1. Memiliki adaptabilitas agronomis yang tinggi, yaitu dapat hidup didaerah tropis dan subtropis. Kedelai dapat hidup didaerah-daerah dengan tanah dan iklim yang memungkinkan tanaman pangan lainnya untuk tumbuh.
2. Memiliki kemampuan untuk memperbaiki sifat atau kondisi tanah ditempat tumbuhnya.
3. Memiliki kandungan asam amino esensial yang lengkap.
4. Memiliki kandungan unsur gizi yang relatif tinggi dan lengkap sebagaimana terangkum dalam tabel berikut:

Tabel 1 : Kandungan unsur gram pada kedelai dalam 100 gram

No	Unsur Gizi	Jumlah
1	Energi	442 kalori
2	Air	7,5 gr
3	Protein	34,9 gr
4	Lemak	18,1 gr
5	Karbohidrat	34,gr
6	Kalsium	227 mg
7	Mineral	4,7 gr
8	Fosfor	585 mg
9	Zat besi	8 mg
10	Vitamin A	33 mg
11	Vitamin B	1,07 mg

Sumber: Daftar Analisa Bahan Makanan Fakultas Kedokteran UI, Jakarta 1992.

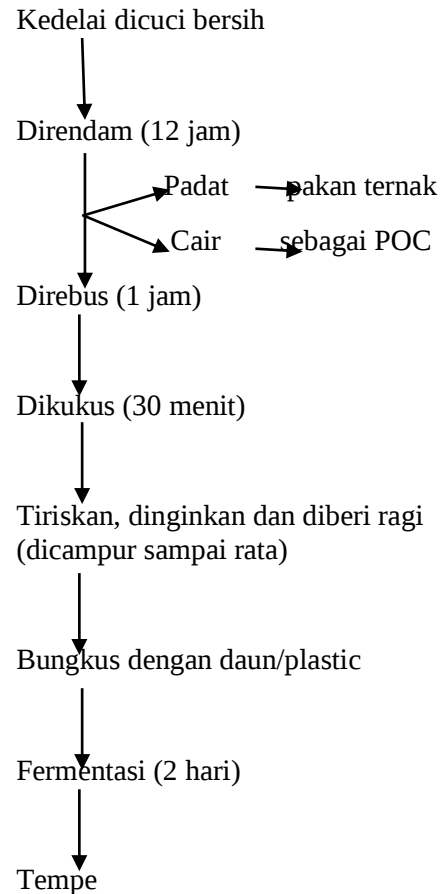
2.3 Tempe

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang merupakan hasil fermentasi kedelai. Fermentasi pada tempe terjadi karena adanya aktivitas *Rhizopus sp* pada kedelai sehingga membentuk masa yang padat dan kompak. Tempe merupakan sumber protein potensial bagi penduduk, khususnya di Indonesia. Hal ini disebabkan kedelai sebagai bahan baku telah banyak dikonsumsi masyarakat berkembang karena harganya murah, sedangkan nilai gizinya seimbang dengan sumber protein hewani seperti daging sapi, susu sapi dan telur ayam (Sutrisno, 2002). Macam-macam tempe diantaranya yaitu: tempe kedelai (terbuat dari kacang kedelai), tempe benguk (terbuat dari kecipir), tempe lamtara (terbuat dari biji lamtara), tempe gembus (terbuat dari ampas tahu).



Gambar 1. Tempe (Sumber: *kompas.com*, 6 juni 2021)

Berikut adalah skema dari pembuatan tempe:



2.4 Limbah Tempe

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah tempe adalah limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe maupun pada pencucian kedelai dan hasil dari tempe yang sudah tidak layak dikonsumsi. Tempe memiliki keterbatasan pada umur simpannya yang pendek. Penyimpanan pada suhu ruang memiliki keterbatasan umur simpan yaitu sekitar 2-3 hari (sukardi dkk, 2008).

Menurut Nugraha (2007) menyatakan bahwa tempe yang tersimpan pada suhu 4°C dapat bertahan selama 12 hari sedangkan yang tersimpan pada suhu ruang hanya mampu bertahan selama 1 hari. Kerusakan tempe dapat dilihat tanda-tanda adanya perubahan warna miselium menjadi coklat dan pembentukan bau ammonia. Pada proses kerusakan tempe, protein terdegradasi oleh enzim-enzim

proteolitik yang menghasilkan amoniak (NH_3). Ciri-ciri tempe yang sudah tidak layak dikonsumsi lagi yaitu: sudah berwarna kehitaman, basah, berlendir, dan berwarna ammonia (Cahyadi, 2007).



Gambar 3. Limbah Tempe (Sumber : <https://www.beritatuqu.com>)

Tempe yang tersimpan dalam suhu ruang mudah terkontaminasi oleh udara yang bebas sehingga menyebabkan tumbuhnya jamur yang patogen pada tempe tersebut. Spesies utama jamur yang dapat mengontaminasi bahan pangan antara lain *Aspergillus sp* yang dapat memproduksi zat racun yaitu mitotoksin yang mampu merusak makanan (Indrawati dkk, 2006). *Aspergillus sp* merupakan mikroorganisme eukariotik yang saat ini diakui sebagai satu diantara beberapa makhluk hidup yang memiliki daerah penyebaran paling luas serta berlimbah di alam, selain itu jenis kapang ini juga merupakan kontaminan umum pada berbagai substrat di daerah tropis jamur *Aspergillus sp* dapat menghasilkan beberapa mitotoksin.

2.5 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair atau POC adalah larutan dari hasil pembusukkan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah dapat secara cepat mengatasi degesensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat (Sukarto, 2007).

Dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walau digunakan sering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan

kepermukaan tanah bias langsung digunakan oleh tanaman. Pada umumnya, limbah cair dari bahan organik bias dimanfaatkan menjadi pupuk. Sama seperti limbah padat organik. Menurut Menteri Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair yaitu 3-6 %. Limbah cair banyak mengandung hara (NPK) dan organik lainnya. Proses penguraian senyawa organik oleh bakteri menjadi pupuk dapat digambarkan sebagai berikut:

Anaerob

Bahan organik $\rightarrow \text{CH}_4 + \text{hara} + \text{humus}$

Microorganism

Agar dapat disebut sebagai pupuk organik, pupuk yang dibuat dari bahan alami tersebut harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

1. Zat N harus dalam bentuk senyawa organik yang dapat dengan mudah diserap oleh tanaman.
2. Pupuk tersebut tidak meninggalkan sisa asam organik didalam tanah.
3. Mempunyai kadar C organik yang tinggi seperti hidrat arang.

Ciri fisik pupuk cair yang baik adalah berwarna kuning kecoklatan, pH netral, tidak berbau dan memiliki kandungan unsur hara tinggi. Pupuk organik dapat meningkatkan anion-anion utama untuk pertumbuhan tanaman seperti nitrat, fosfat, sulfat, borat, dan klorida serta meningkatkan ketersediaan hara makro untuk kebutuhan tanaman dan memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap hara terutama melalui akar namun daun juga memiliki kemampuan menyerap hara, oleh sebab itu pupuk cair dapat disemprotkan pada

daun. Berikut unsur-unsur hara yang terkandung pada tumbuhan:

1. Hara Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi tumbuhan yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagianbagian vegetatif tanaman, seperti daun batang dan akar tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembuahan dan pembuahan pada tanaman. Defisiensi menyebabkankecepatan pertumbuhan sangat terganggu dan tanaman kurus kering. Nitrogen merupakan unsur dalam molekul klorofil sehingga defisiensi Nitrogen mengakibatkan daun menguning atau mengalami klorosis. Ini biasanya dimulai dari daun bagian bawah dan defisiensi yang kuat menyebabkan coklat dan mati.

Nitrogen adalah salah unsur zat yang sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan yaitu sebagai penyusun protein yang merupakan senyawa dengan berat molekul tertinggi yang terdiri atas rantai-rantai asam amino yang terikat dengan ikatan peptida. Nitrogen memegang peranan penting dalam penyusun klorofil yang menjadikan tanaman berwarna hijau. Adapun fungsi fosfor bagi tanaman adalah untuk mempercepat pertumbuhan akar, untuk mempercepat hingga memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjaditanaman dewasa pada umumnya, dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah dan biji, dan dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Menurut Sutejo (1990) nitrogen yang di serap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan NH_4^+ (amonium), akan tetapi nitrat ini segera tereduksi menjadi ammonium melalui enzim yang mengandung molibdenum. Apabila unsur nitrogen yang tersedia

lebih banyak. Semakin tinggi pemberian nitrogen maka semakin cepat sintesis karbohidrat yang melakukan oleh tanaman.

2. Hara Fosfor

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fostide merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} .

3. Hara Kalium

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium diserap dalam bentuk K^+ monovalensi dan tidak terjadi transformasi K dalam tanaman. Bentuk utama dalam tanaman adalah K^+ monovalensi, kation ini unik dalam sel tanaman. Unsur K sangat berlimpah dan mempunyai energi hidrasi rendah sehingga tidak menyebabkan polarisasi molekul air. Jadi unsur ini dapat berinterferensi dengan fase pelarut dari kloroplas. Ada pun fungsi kalium adalah untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat, mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman, meningkatkan resistensi terhadap tanaman terhadap penyakit, meningkatkan kualitas biji dan buah, dan memperkuat tubuh tanaman agar tidak roboh serta bunga dan buah tidak mudah gugur (sutejo, 1990).

Tabel 2: persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik cair menurut Departemen Pertanian.

No	Satuan	Satuan	Standar mutu
1	C – organik	% (w/v)	Min 10
2	Hara makro (N + P_2O_5 + K_2O)	% (w/v)	2-6
3	N – organik	% (w/v)	Min 0,5

4	Hara mikro	ppm	
	Fe total	ppm	90 - 900
	Mn total	ppm	25 - 500
	Cu total	ppm	25 - 500
	Zn total	ppm	25 - 500
	B total	ppm	12 - 250
	Mo total		2 - 10
5	Ph	-	4-9
6	F.coli	efu/ml,	< 1 x
	Salmonella sp	atau MPN/ml	10 ²
		efu/ml, atau MPN/ml	< 1 x 10 ²
7	Logam berat		
	As	Ppm	Maks 5,0
	Hg	Ppm	Maks 2,0
	Pb	Ppm	Maks 5,0
	Cd	ppm	Maks 1,0
	Cr	ppm	Maks 40
	Ni	ppm	Maks 10
8	Unsur / senyawa lain	ppm	Maks
	Na	ppm	2.000
	Cl		Maks 2.000

Sumber: Soekirman (005), Direktorat Jendral Bina Sarana Pertanian

2.6 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme secara anaerob dalam mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana yang bertujuan untuk mempercepat penyerapan nutrisi bagi tanaman. Prinsip dari fermentasi sendiri

adalah bahan organik yang digunakan akan dihancurkan oleh mikroba pada temperatur dan waktu tertentu.

Proses fermentasi dibutuhkan bioaktivator/starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi. Dalam penelitian ini, mekanisme fermentasi yang dilakukan adalah fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob merupakan proses pembusukan bahan organik tanpa melibatkan organik bebas, produk utama proses pembusukan anaerob adalah metana (CH₄), karbon (CO₂), dan senyawa lainnya seperti asam organik.

2.7 Bioaktivator Effective Microorganism 4 (EM4)

Djuana et al. (2005) menyatakan bahwa *effective microorganism 4* (EM4) merupakan bioaktivator yang mengandung banyak mikroorganisme pemecah bahan-bahan organik. EM4 dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang selalu menjadi masalah pada budidaya monokultur dan budidaya tanaman sejenis secara terus-menerus (*Continuous Cropping*). EM4 sangat baik digunakan untuk memproses bahan limbah menjadi kompos dengan proses yang lebih cepat dan meningkat kualitas pupuk organik dibandingkan dengan pengolahan limbah secara tradisional. Penggunaan EM4 juga dapat memperbaiki struktur dan tekstur tanah menjadi lebih baik serta menyuplai unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, dengan demikian penggunaan EM4 dapat membuat tanaman menjadi lebih subur, sehat dan relatif tahan terhadap serangan hama dan penyakit. (Margaretha dan Itang, 2008).

Pembuatan pupuk organik cair tidak lebih dari proses pengomposan yang diakibatkan oleh peran mikroba sebagai

pengurai atau dekomposer berbagai limbah organik yang dijadikan bahan pembuatan pupuk organik. EM4 merupakan kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan dan bermanfaat bagi kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman, serta sifatnya yang ramah lingkungan. Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu memperbaiki kondisi biologis tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara. EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp*), *Actinomicetes sp*, *Streptomicetes sp*, dan ragi (*yeast*) atau yang sering digunakan dalam pembuatan tahu.

Adapun beberapa fungsi EM4 yaitu sebagai berikut :

1. Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah
2. Meningkatkan ketersediaan nutrisi dan senyawa organik pada tanah
3. Mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan.
4. Membersihkan air dari limbah dan meningkatkan kualitas air dan perikanan.
5. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman serta menjaga kestabilan produksi.

EM4 merupakan bioaktivator yang mengandung banyak mikroorganisme pemecah bahan-bahan organik. Bioaktivator EM4 berfungsi untuk meningkatkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah sehingga mampu menguraikan bahan organik menjadi asam amino yang rendah diserap oleh tanaman dalam waktu yang cepat. Pada proses fermentasi manfaat Bioaktivator EM4 untuk mempercepat berlangsungnya fermentasi.

Menurut Yuwono (2006) peran mikroorganisme yang terdapat dalam

EM4 dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Name	Fungsi
Bakteri fotosintesis	➤ Membantu zat-zat yang bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik dan gas-gas yang berbahaya (misalnya: hidrogen sulfida) dengan menggunakan sinar matahari dan panas bumi sebagai energi, zat-zat bermanfaat itu diantara asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula. Semuanya dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. ➤ Meningkatkan mikroorganisme lain.
Bakteri asam laktat	➤ Menghasilkan asam laktat dari gula ➤ Menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan misalnya fusarium. ➤ Meningkatkan percepatan perombakan bahan organik. ➤ Dapat menghancurkan bahan-bahan organik
Ragi	➤ Membentuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula

	yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis ➤ Meningkatkan jumlah selaktif dan perkembangan akar
Actinomycetes	➤ Menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik ➤ Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri
Jamur fermentasi	➤ Mengurasi bahan organik secara cepat dan tepat untuk menghasilkan Alkohol, Ester dan zat-zat Antimikroba ➤ Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat.

Tabel 3. Peranan microorganism EM4

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan pada bulan April dan Mei di Laboratorium Kimia Dan Kesuburan Tanah Universitas Hasanuddin.

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan :

- Timbangan analitik

- Batang pengaduk
- Erlenmeyer
- Kompor
- Panci
- Wadah
- Kjedadahl
- Spektro Direct
- Flamefotometer

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan:

- Limbah Tempe
- Aquades
- Bioaktivator EM4
- Asam Sulfat (H_2SO_4) Pekat
- Asam Nitrat (HNO_3)
- Asam Perklorat ($HClO_4$)

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membuat pupuk organik cair dari limbah tempe dengan menggunakan metode fermentasi dengan penambahan Bioaktivator EM4.

3.3.1 Penetapan Variabel

Dalam penelitian ini menggunakan tiga variabel. Variabel yang digunakan adalah :

- a. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Kandungan NPK pada pupuk organik limbah tempe
- b. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah lama fermentasi yang terdiri dari 8 hari dan 10 hari.
- c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kandungan kadar NPK pembuatan pupuk (limbah tempe) dengan penambahan EM4 75 ml, 100 ml dan 125 ml.

3.4 Prosedur Kerja

Proses awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pembuatan sampel pupuk organik yang akan fermentasi selama 10 hari. Hal ini tersebut dimaksud agar proses penguraian bisa berjalan secara maksimal dan mendapat kandungan yang baik. Berikut adalah tahap-tahap pembuatan

1. Tahap persiapan

Bahan utama yang digunakan adalah limbah tempe yang sudah tidak layak dikonsumsi/berjamur. Kemudian limbah tempe dihaluskan menggunakan blender dan di timbang sebanyak 300 gram.

2. Tahap pembuatan pupuk

Pada proses pembuatan pupuk organik cair ini, limbah tempe yang sudah dihaluskan ditambahkan Aquades sebanyak 2 liter dan masak sampai mendidih. Kemudian siapkan wadah lalu tuangkan sampel kedalam wadah tersebut dan diamkan untuk beberapa jam sampai dingin. Setelah dingin, siapkan 3 botol air aqua yang masing-masing sudah diberi label (p1,p2 dan p3) lalu masukkan sampel dan setiap botol masing-masing ditambahkan Bioaktivator EM4, dimana p1=75 ml, p2=100 ml dan p3=125 ml. Limbah cair yang telah ditambahkan bioaktivator EM4 disimpan pada suhu 30°C dalam ruangan selama 8 hari sampai 10 hari.

3. Tahap fermentasi

Pada proses fermentasi dilakukan variasi waktu 8 hari dan 10 hari dengan kondisi anaerob. Kondisi anaerob diartikan sebagai proses dekomposisi bahan organik tanpa menggunakan oksigen. Ciri fisik pupuk organik cair yang baik adalah berwarna kuning kecoklatan atau bahan pembentuknya sudah membusuk. Kemudian hasil cairan digunakan untuk penelitian selanjutnya. Parameter utama yang diamati adalah kandungan unsur hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium.

4. Tahap Pengujian

Adapun tahap pengujian NPK sebagai berikut :

a. Kadar Nitrogen

Sampel hasil fermentasi diambil sebanyak 20 ml dan dimasukkan kedalam labu kjeldahl, lalu ditambahkan dengan 10 tetes H_2SO_4 . Diamkan selama 5 menit, penentuan kadar kandungan Nitrogen menggunakan Kjeldahl. Lakukan pengujian sebanyak 2 kali.

b. Kadar Posfor

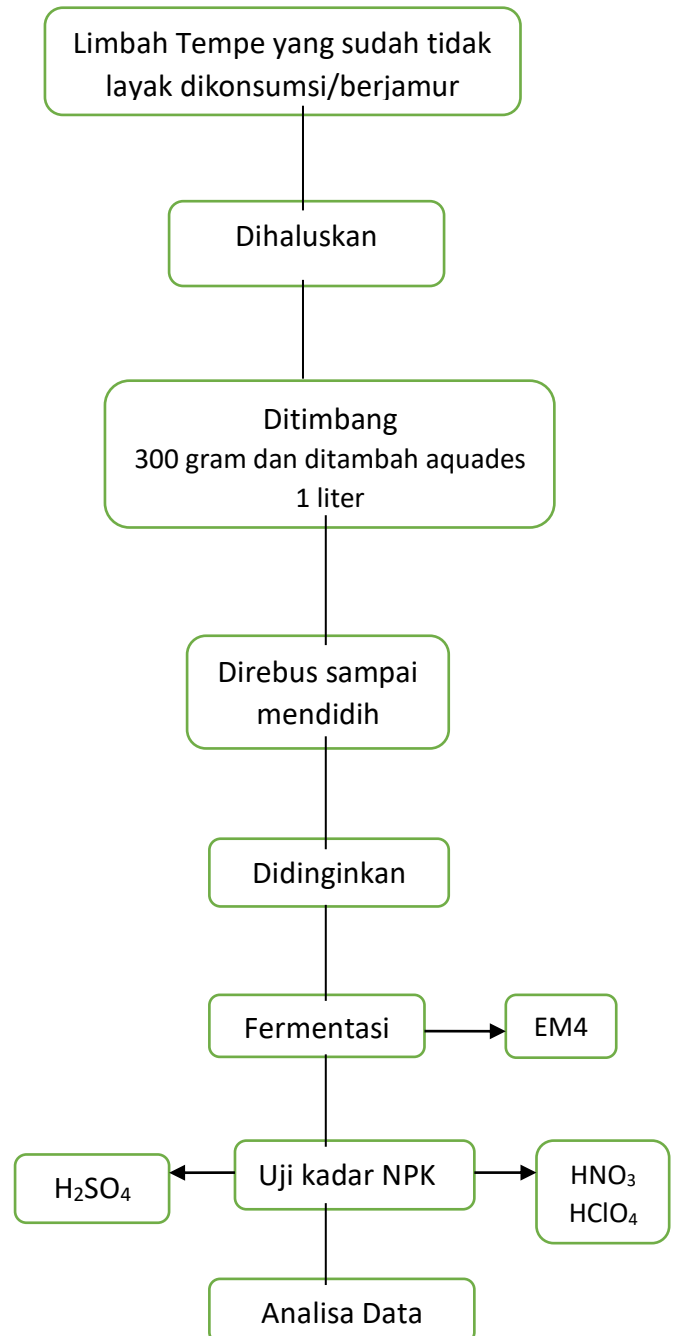
Sampel organik cair diambil sebanyak 20 ml dan dimasukkan kedalam labu Kjeldahl lalu ditambahkan Asam Nitrat (HNO_3). Dikocok hingga homogen penentuan kadar kandungan P diukur menggunakan Alat Spektro. Lakukan pengujian ini sebanyak 2 kali.

c. Kadar Kalium

Sampel organik cair diambil sebanyak 20 ml dan dimasukkan kedalam

labu kjeldahl lalu ditambahkan Asam Perchlorat ($HClO_4$). Dikocok hingga homogen, penentuan kadar kandungan posfor diukur menggunakan Alat Flamefotometer. Lakukan pengujian sebanyak 2 kali persampel.

3.5 Diagram Alir Penelitian



4. HASIL PEMBAHASAN

Hasil uji dari kadar kandungan Nitrogen (N), phosfor (P) dan Kalium

(K) pada limbah tempe yaitu berupa pupuk organik cair dari limbah tempe. Pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan menggunakan Metode Anaerob. Dalam penelitian ini dilakukan proses fermentasi selama 10 hari. Analisis kadar kandungan Nitrogen (N) diukur menggunakan Kjeldahl, fosfor (P) diukur menggunakan alat Spektro dan Kalium (K) diukur menggunakan alat Flamefotometer. Dalam proses penelitian ini dilakukan pengujian kadar kandungan NPK sebanyak 2 kali, Untuk pengujian pertama dilakukan pada hari ke-8 dan pengujian kedua dilakukan pada hari ke-10. Tahap pengujian dilakukan sebagai perbandingan kadar NPK pada pupuk organik cair berbahan dasar limbah tempe. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini tertera pada gambar dibawah ini.

Gambar.8 kadar unsur hara NPK pada pupuk organik cair dari limbah tempe

Unsur hara	EM4					
	75 ml		100 ml		125 ml	
	8 hari	10 har	8 hari	10 hari	8 hari	10 hari
N	0,0 6%	0,0 7%	0,0 3%	0,0 4%	0,0 4%	0,0 3%
P	0,0 3%	0,0 5%	0,0 8%	0,0 8%	0,1 1%	0,0 9%
K	0,0 3%	0,0 5%	0,0 3%	0,0 3%	0,0 5%	0,0 5%

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan pupuk organik cair dari limbah tempe. Proses yang digunakan untuk untuk membuat pupuk organik cair pada penelitian ini berdasarkan proses fermentasi kemudian di analisis untuk menentukan kadar kandungan Nitrogen, Fosfor, dan

Kalium. Pupuk organik merupakan pupuk dari bahan-bahan organik seperti kotoran hewan dan tanaman yang mengalami perombakan oleh mikroorganisme pengurai. Pupuk organik ini terbuat dari limbah tempe yang sudah tidak layak dikonsumsi, Limbah cair dihasilkan dari proses perebusan. Limbah tempe ini terkandung senyawa organik didalamnya seperti protein, lemak, karbohidrat, air, kalsium, fosfor dan besi.

4.1 Proses Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Tempe

Pada tahap awal penelitian ini yang dilakukan adalah fermentasi. Limbah yang sudah direbus hingga mendidih dengan suhu 80°C lalu diamkan beberapa jam sampai dingin, kemudian sampel yang sudah dingin akan difermentasi dan dibagi menjadi 3 bagian. Masing-masing sampel ditambahkan bioaktivator EM4 sesuai takar yang sudah ditentukan. Pada proses fermentasi ini dilakukan secara anaerob (tertutup). EM4 merupakan bioaktivator yang mengandung banyak mikroorganisme pemecah bahan-bahan organik.

Margaretha dan Itang (2008) berpendapat bahwa mikroorganisme dapat meningkatkan penyerapan karbohidrat dan beberapa unsur lainnya. Limbah tempe ini terdapat bahan-bahan organik seperti nitrogen (N) untuk pertumbuhan tunas, batang dan daun; fosfor (P) untuk merangsang pertumbuhan akar, buah dan biji; dan kalium (K) untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama penyakit yang dibutuhkan tanaman. Namun tidak langsung dapat diserap oleh tanaman karena masih dalam bentuk senyawa yang perlu dipecah menjadi bentuk io-ion yang mudah diserap tanaman. Dengan adanya fermentasi, zat-zat tersebut dapat diserap dengan mudah oleh tanaman.

Proses fermentasi limbah cair tempe dilakukan selama 8 dan 10 hari yang berfungsi menguraikan unsur-unsur organik yang ada dalam limbah tersebut sehingga dapat diserap oleh tanaman

disekitarnya. Penambahan EM4 berfungsi untuk meningkatkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah sehingga mampu menguraikan bahan organik menjadi asam amino yang mudah diserap oleh tanaman dalam waktu cepat. Bila pupuk limbah cair tersebut disemprotkan dalam tanaman akan meningkatkan jumlah klorofil sehingga akan berpengaruh pada proses fotosintesis pada tanaman.

Menurut Naswir (2008) proses fermentasi lebih cepat pada lingkungan kedap udara (anaerob). Fermentasi dapat menghasilkan sejumlah senyawa organik seperti asam laktat, asam nukleat, biohormon dan lain sebagainya yang mudah diserap oleh tanaman. Senyawa organik ini juga dapat melindungi tanaman dari hama penyakit.

4.2 Kadar Nitrogen

Pada proses pengujian ini sampel yang sudah di fermentasi dan akan di uji kadar kandungan Nitrogennya diambil sebanyak 20 ml, lalu setiap sampel di ditambahkan 10 tetes H_2SO_4 kemudian di diaduk dan di amkan selama 5 menit, lalu diuji menggunakan kjedahl. Kadar nitrogen yang diperoleh pada pupuk organik cair dari limbah tempe, untuk fermentasi ke-8 hari pada sampel 1(75 ml) = 0,06 %; sampel 2 (100 ml) = 0,03 %; dan sampel 3 (125 ml) = 0,04%. Kemudian Pada fermentasi ke-10 hari untuk sampel 1 (75 ml) = 0,07%; sampel 2 (100 ml) = 0,04%; dan sampel 3 (125 ml) = 0,03%.

Jika dibandingkan dengan Menti Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar N rata-rata di fermentasi ke-8 hari belum memenuhi syarat minimal pupuk organik cair. Sedangkan pada fermentasi ke-10 hari kadar N rata-ratanya juga belum memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair didalam peraturan menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar N minimal 3-6 %.

Berdasarkan hasil pengamatan dinyatakan bahwa kandungan N masih tergolong rendah, hal ini sebabkan karena selama proses fermentasi bakteri yang ada

pada larutan efektivitas mikroorganisme belum begitu berkembang, sehingga proses fermentasi berjalan dengan lambat dan kandungan N yang dihasilkan juga rendah.

4.3 Kadar Fospor

Pada proses pengujian ini sampel yang sudah di fermentasi dan akan di uji diambil sebanyak 20 ml, penentuan kadar fospor dari pupuk organik cari dari limbah tempe yang di uji menggunakan alat Spektro Direct dikomplekskan dengan penambahan Asam Nitrat (HNO_3). Sampel yang akan diuji kadar kandungannya masing-masing ditambahkan 10 tetes HNO_3 kemudian dikocok dan didiamkan selama 5 menit. Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebanyak untuk fermentasi ke-8 hari untuk pada sampel 1(75 ml) = 0,03 %; sampel 2 (100 ml) = 0,08 %; dan sampel 3 (125 ml) = 0,11 %. Pada fermentasi ke-10 hari untuk sampel 1 (75 ml) = 0,05 %; sampel 2 (100 ml) = 0,08 %; dan sampel 3 (125 ml) = 0,09 %.

Jika dibandingkan dengan Menti Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar P rata-rata di fermentasi ke-8 hari belum memenuhi syarat minimal pupuk organik cair. Sedangkan pada fermentasi ke-10 hari kadar P rata-ratanya juga belum memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair dimana didalam peraturan menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar P minimal 3-6 %.

Hasil pengamatan pada kandungan P pada fermentasi secara anaerob masih rendah disebabkan karena bakteri yang ada pada larutan efektivitas mikroorganisme belum begitu berkembang, sehingga proses fermentasi berjalan dengan lambat dan kandungan fospor yang dihasilkan juga rendah.

4.4 Kadar Kalium

Pada proses pengujian ini sampel yang sudah di fermentasi dan akan di uji diambil sebanyak 20 ml, penentuan kadar kalium dari pupuk organik cari dari limbah tempe yang di uji menggunakan Flamefotometer yang dikomplekskan dengan penambahan Asam Perklorat

(HClO₄). Setiap sampel yang akan di uji kadar kandungannya masing-masing ditambahkan 10 tetes HClO₄. kemudian di gocok dan didiamkan selama 5 meni. Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini, untuk fermentasi ke-8 hari untuk pada sampel 1(75 ml) = 0,03 %; sampel 2 (100 ml) = 0,03 %; dan sampel 3 (125 ml) = 0,05 %. Pada fermentasi ke-10 hari untuk sampel 1 (75 ml) = 0,02 %; sampel 2 (100 ml) = 0, 03 %; dan sampel 3 (125 ml) = 0,08 %. Jika dibandingkan dengan Menti Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar K rata-rata di fermentasi ke-8 hari belum memenuhi syarat minimal pupuk organik cair. Sedangkan pada fermentasi ke-10 hari kadar K rata-ratanya belum memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair dimana didalam peraturan menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar K minimal 3-6 %.

Hasil pengamatan yang telah dilakukan kandungan kalium yang terdapat masih rendah, hal ini sebabkan karena kemungkinan proses fermentasi belum sempurna sehingga penguraian bahan berjalan dengan lambat. Kandungan K akan meningkat apabila proses fermentasi berjalan dengan baik. Kandungan kalium pada fermentasi anaerob karena mikroorganisme didalam medium belum berkembang secara maksimal. Hal ini disebabkan oleh bahan organik yang ada pada POC belum terdekomposisi secara sempurna dan mikroorganisme masih berada pada fase adaptasi dn fase pertumbuhan awal sehingga kandungan kalium yang dihasilkan juga rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan supriyanti (2017) yang mengemukakan bahwa peranan kalium sendiri sebagai katalisator bagi mikroorganisme untuk mempercepat fermentasi berjalan dengan cepat maka bahan yang dirombak semakin banyak dan kadar kalium dalam pupuk cair dapat meningkat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dan dari data yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu fermentasi yang telah dilakukan yaitu selama 10 hari.
2. Kandungan NPK yang terdapat pada limbah tempe setelah penambahan Bioaktivator EM4 masih tergolong rendah dan belum memenuhi syarat minimal pupuk organik cair, hal ini disebabkan karena kemungkinan pada proses fermentasi belum sempurna sehingga penguraian bahan berjalan dengan lambat.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis disampaikan:

1. Perlu diperhatikan pada saat fermentasi agar proses dapat berjalan dengan optimal sehingga menghasilkan kadar yang lebih tinggi.
2. Perlu ditambahkan tahap fermentasi agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut kadar NPK belum optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adikasari, R., 2012, Pemanfaatan Ampas Teh dan Ampas Kopi Sebagai Penambah Nutrisi Pada Tertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersium*) Dengan Media Hidroponik, *Skripsi*, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Surakarta, Surakarta.
- Adiprakoso, D. 2012. "Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Tepung Pakan Ayam dari Limbah Tempe Menggunakan Bioaktivator EM". *Skripsi*. Fakultas Teknik. Program Studi Teknologi Bioproses. Universitas Indonesia. Depok

- Cahyadi. 2007. “Coffee Grounds-Will They Perk Up The Plants?”, dalam
http://www.puyallup.wsu.edu/~linda%20chalkerscott/horticultural%20myths_files/Myths/Coffee%20grounds.pdf.
Diakses Pada Tanggal 06 Februari 2018.
- Cybext. 2019. “Pengelolaan limbah tempe menjadi pupuk cair”. [Artikel]. Tersedia pada:
<http://cybex.pertanian.go.id/mobil/artikel/88873/Pengelolaan-LimbahTempeMenjadi-Pupuk-Cair/>
- Fakultas Kedokteran UI. 1992. “Daftar Analisa Bahan Makanan”.
- Gakoptindo, 2018. “Produksi Tempe Melesat Tahun Depan”.
<https://ekbis.harianjogja.com/red/2019/09/10/502/10176449/gakoptindo-produksi-tempe-tahun-depan>.
- Indrawati,dkk. 2016.“Pupuk Cair Produktif (Pcp) Dari Limbah Cair Industri Tempe Berdasarkan Berbagai Konsentrasi Penambahan Em4”.
- Jenie Dan Rahayu.1993.” Pengelolaan Bahan Pangan”. Bandung.
- Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit, PPKS. 2016.” Hasil Analisis Limbah Pabrik Industri Tempe.
- Margaretha & Itang A.N. 2008. “Optimasi Penambahan Unsur Hara NPK Pada Limbah Biogas Dan Kompos Kambing Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Organik Granul Dengan Menggunakan Program Linear”. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 13 No. 1 [April 2012] 27-33. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Mentri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011.” Persyaratan Teknis Minimal Pada Pupuk Organik Cair”.
- Naswir. 2008. “Pemanfaatan urine sapi yang difermentasi sebagai nutrisi tanaman”. Diakses pada tanggal 22 juni 2011.
- Nugraha. 2008 “ Limbah Cair Industri Tempe”.
- Novenda et al, 2017. “Pemanfaatan limbah cair singkong dan industri tempe kedelai sebagai alternatif pupuk organik cair”. Jurnal Pancaran Pendidikan. 6 (1): 107-118.
- 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)
- Prasetyo, Joko dan Sri Widyastuti.2020 “Pupuk Organik Cair Dari Limbah Industri Tempe”.
- Puspitawati. 2017. “Alternatif Pengolahan Limbah Industri Tempe Dengan Kombinasi Metode Filtrasi Dan Fitoremediasi”.
- Suharto.2007.”Dasar-dasar Pengelolaan Limbah”.UI. Jakarta.
- Sukardi dkk. 2008. ”Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat Dan Em4 (Effective Microorganism 4)”,. Skripsi, Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Suprpto. 1991.” Kandungan protein kedelai”. jakarta
- Suriawira, Unus. 1996. “Air Dalam Kehidupan Dan Lingkungan Yang Sehat”. Penerbit Alumni Bandung.
- Sutejo, M.M. 1990. “Pupuk dan cara pemupukan”. Jakarta: Rineka Cipta.

- Sutrisno. 2002.”Pupuk Organik Cair Limbah Tempe yang Ramah lingkungan”.
- Soekirman. 2005.”Standar Kualitas Pupuk Organik Dalam Departemen Pertanian”.
- Yuwono. (2006) peran mikroorganisme yang terdapat dalam EM4.