

PENGARUH JUMLAH BIOAKTIVATOR EM4 DAN WAKTU FERMENTASI PADA PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH BIOMASSA

THE EFFECT OF EM4 BIOACTIVATOR AND FERMENTATION TIME ON LIQUID ORGANIC FERTILIZER FROM BIOMASS WASTE

Ani Melani¹⁾, Mardwita^{2)*}, Robiah³⁾, Permata Nadia Dinda⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia

Corresponding Author E-mail: wiwitdiita@gmail.com

Abstract: Waste (garbage) is a serious problem in Indonesia, including organic waste which contains various nutrients needed by plant. However, this organic waste can not be directly applied to plants, therefore its organic compounds must be broken down so that it can be more easily absorbed by plants, this is known as liquid organic fertilizer. This study aims to determine the effect of EM-4: molase bioactivator and variations in fermentation time variables on days 10, 20 and 30 in the production of liquid organic fertilizer from cassava leaf waste, banana stems and coconut fiber whether it is in accordance with the quality standards for liquid organic fertilizer according to Indonesian national standards (SNI). Cassava leaf and banana stem waste, 600 g, add 6 liters of water, then EM4 and molases bioactivator (EM4 10%, 15% and 20% of the raw materials). For 400 g of coconut fiber add 4 liters of water and then add EM-4 bioactivator. The three raw materials are put into a closed jar separately and then fermented anaerobically for 10, 20 and 30 days. The best pH of the raw materials of cassava leaves, banana stems and coconut fiber was obtained on the 10th day of fermentation, namely 4,28; 5,29; and 4,96 respectively. While the best N content of cassava leaves when given EM4 20% on the 30th day was 3,7317%, the best P from banana stems when given EM4 20% on the 30th day was 2,9689%, meanwhile, the best K from coconut fiber when given EM4 20% on the 30th day was 7,3380% and these results met the quality standards for liquid organic fertilizer. Analysis of the N, P and K content of liquid organic fertilizer from research results is influenced by the addition of EM4 and the fermentation time.

Keywords: Organic waste, EM4, Anaerobic fermentation, Liquid organic fertilizer.

Abstrak: Limbah (sampah) merupakan permasalahan yang serius di Indonesia, termasuk limbah organik yang didalamnya terkandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Tetapi limbah organik tersebut tidak bisa langsung di aplikasikan pada tanaman melainkan harus diuraikan senyawa organiknya agar dapat lebih mudah diserap oleh tanaman yaitu menjadi pupuk organik cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bioaktivator EM4: Molase serta variasi variabel waktu fermentasi hari ke-10, 20, dan 30 pada pembuatan pupuk organik cair dari limbah daun singkong, batang pisang, dan sabut kelapa apakah sesuai dengan standar mutu pupuk organik cair menurut Standard Nasional Indonesia (SNI). Untuk masing-masing limbah daun singkong dan batang pisang sebanyak 600 gr, ditambahkan 6 liter air, lalu diberi bioaktivator EM4 dan molase (EM4 sebanyak 10%, 15%, dan 20% terhadap bahan baku). Untuk sabut kelapa sebanyak 400 g, ditambahkan 4 liter air, lalu diberikan bioaktivator EM4 dan molase (EM4 sebanyak 10%, 15%, dan 20% terhadap bahan baku). Ketiga bahan baku tersebut dimasukkan kedalam toples tertutup secara terpisah lalu difermentasikan secara anaerob selama 10, 20, dan 30 hari. Dari penelitian yang telah dilakukan, pH terbaik dari bahan baku daun singkong, batang pisang, dan sabut kelapa didapat pada hari fermentasi ke-10 berturut-turut yaitu sebesar 4,28; 5,29; dan 4,96. Sedangkan kadar N terbaik dari daun singkong pada pemberian EM4 sebanyak 20% pada hari ke-30 sebesar 3,7317%, P terbaik dari batang pisang pada pemberian EM4 sebanyak 20% pada hari ke-30 sebesar 2,9689%, sedangkan K terbaik dari sabut kelapa pada pemberian EM4 sebanyak 20% pada hari ke-30 sebesar 7,3380% dan memenuhi standar mutu pupuk organik cair. Analisa kandungan nitrogen, posfor, dan kalium dari pupuk organik cair hasil penelitian dipengaruhi oleh penambahan jumlah EM4 dan lamanya waktu fermentasi.

Kata kunci: Organic waste, EM4, Anaerobic fermentation, Liquid organic fertilizer.

1. PENDAHULUAN

Limbah (sampah) merupakan permasalahan yang serius di Indonesia. Limbah (sampah) dapat didefinisikan sebagai limbah padat yang terdiri dari zat organik dan

zat anorganik, dan dapat membahayakan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Fadhilah dkk, 2011). Berdasarkan data yang didapat dari website SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) milik

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) jumlah sampah pada tahun 2020 diambil dari 285 kabupaten, kota se-Indonesia yaitu sebesar 35.459.154,06 ton/tahun terdiri dari sampah sisa makanan, kayu, ranting, daun, kertas, karton, plastik, karet, kulit, kain, kaca, logam, dan lain lain. Sedangkan tingkat penanganan sampah sebesar 38,2% yaitu sebanyak 13.545.715,61 ton/tahun terhadap sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga.

Penanganan limbah (sampah) organik yang tepat salah satunya adalah dengan mengolah sampah sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair (POC) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga. Pupuk organik cair memiliki kelebihan dari pupuk organik dalam bentuk padat karena mudah diserap oleh tanaman karena unsur-unsur yang terdapat di dalamnya sudah terurai dan pengaplikasiannya lebih mudah (Santi, 2008).

Pupuk organik cair berasal dari limbah organik dan bisa dimanfaatkan menjadi pupuk (Panji Nugroho, 2018) dan berfungsi sebagai sumber unsur hara tambahan atau pengganti yang diperlukan tanaman untuk mendukung pertumbuhannya (PT. Saraswanti Anugerah Makmur Tbk, 2016). Beberapa limbah organik yang umumnya digunakan yaitu limbah sayuran, buah-buahan, limbah hasil perikanan, limbah rumput laut, limbah ampas kopi, limbah kulit bawang, air kelapa dan lain lain.

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair dari limbah biomassa adalah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa dikarenakan mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Unsur hara berupa nitrogen (N) didapat dari bahan baku organik daun singkong, fosfor (P) dari batang pisang dan kalium (K) didapat dari sabut kelapa. Unsur hara ini sangat berperan penting pada

petumbuhan tanaman pada fase vegetatif maupun generatif. Daun singkong mengandung unsur hara N 13,41%. Selain itu, daun singkong juga mengandung 69,50% air, 40% kadar P_2O_5 , kadar K 2,37% dan protein kasar (PK) 25,75%. Nitrogen pada daun singkong ini mempunyai fungsi untuk mempercepat pembusukan pada kompos (Cybext Pertanian, 2020). Batang pisang mengandung 32% fosfor (P), 16% kalsium (Ca), dan 23% kalium (K) (*website mitalom.com*). Batang pisang merupakan tanaman yang mengandung kadar fosfor (Phospat) tertinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai salah satu bahan baku pembuatan pupuk cair organik. Pemilihan sabut kelapa sebagai bahan baku dikarenakan kandungan pada sabut kelapa terdiri dari 10,25% kalium (K) dan mengandung fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan natrium (Na). Kandungan kalium yang cukup besar ini dapat dijadikan sebagai alternatif sumber kalium organik untuk menggantikan pupuk KCl (Badan Litbang Pertanian, 2017).

Kelebihan dari pupuk organik cair adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair pada umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu pupuk ini juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman. Pupuk organik cair apabila dicampur dengan pupuk organik padat, dapat mengaktifkan unsur hara dalam pupuk organik padat (Panji Nugroho, 2018). Oleh sebab itu, penggunaan pupuk organik cair dapat meningkatkan unsur hara tanah dan dapat mengembalikan struktur tanah (Wahyu Arie Kurniawan, 2017).

Pemilihan bahan baku pada penelitian ini dimaksudkan agar mendapatkan kandungan unsur hara N, P dan K yang tinggi serta membuat nilai pH bersifat netral pada pupuk organik cair. Juga untuk mengolah limbah tak terpakai dengan cara yang tepat. Berdasarkan uraian di atas, yang akan

dipelajari dari penelitian ini adalah pengaruh pemberian bioaktivator EM4 (effective microorganisme) serta pengaruh variasi waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari terhadap hasil pupuk organik cair dari limbah daun singkong, batang pisang, dan sabut kelapa, selanjutnya pengujian unsur hara makro pupuk organik cair N, P dan K serta nilai pH dibandingkan dengan standar mutu pupuk organik cair menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor. 261/KPTS/SR.310//M/4/2019. Hasil akhir penelitian ini untuk mengetahui kelayakan pupuk organik cair dari limbah biomassa agar dapat diaplikasikan pada tanaman. Selain itu, penelitian ini akan mengurangi jumlah limbah biomassa dan meningkatkan nilai tambah dari limbah biomassa

2. TEORI DASAR

2.1 Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik cair pada dasarnya berasal dari limbah bahan organik yang bisa dimanfaatkan menjadi pupuk (ekstrak) dari hasil pembusukan limbah organik. Limbah organik ini bisa berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang mengandung unsur haranya lebih dari satu unsur. Dengan mengekstrak sampah organik tersebut kita bisa mengambil seluruh nutrien yang terkandung pada sampah organik tersebut dan sekaligus menyerap mikroorganisme, bakteri, fungi, protozoa dan lain lain. Pupuk organik cair mengandung unsur hara yang diperlukan oleh tanaman diantaranya adalah C, H, O (ketersediaan di alam melimpah), N, P, K, Ca, Mg, S (hara makro), dan Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, Mo, B (hara mikro) (Thoyib Nur, 2016).

Pupuk organik cair mengandung berbagai jenis unsur hara yang jauh lebih lengkap dibandingkan pupuk kimia meskipun kandungannya lebih kecil tetapi sesuai dengan karakteristik tanah sehingga tanah dan tanaman dapat menyerap nutrisi dengan lebih mudah. Bahan organik yang digunakan sebagai bahan dasar pupuk organik cair akan mampu mengurangi jumlah unsur hara yang terikat mineral tanah, sehingga semakin

banyak unsur hara tersedia bagi tanaman. Fungsi lainnya yaitu dapat mempertahankan jumlah udara yang terkandung dalam tanah (aerasi), sehingga tanah dengan bahan organik tidak mudah mengalami pemadatan atau pengerasan. Hal ini akan menguntungkan tanaman karena jumlah oksigen yang tersedia di dalam tanah meningkat. Unsur-unsur organik pada pupuk organik cair juga berperan penting dalam proses penyerapan air dan sinar matahari bagi tanah serta membuat tanah menjadi lebih subur (Wahyu Arie Kurniawan, 2017).

Unsur hara K yang terkandung pada pupuk organik cair berperan penting dalam setiap proses metabolisme tanaman dan proses pembentukan buah pada tanaman untuk memperbaiki kualitas dari buah itu sendiri. Tanaman yang cukup kalium akan memiliki batang yang kuat dan juga buah yang lebat dan berbobot (Program, 2019). Pupuk Unsur hara K merupakan unsur utama yang sangat dibutuhkan tanaman pembungaan dan pembuahan (vegetatif) agar bunga dan buah tidak rontok. Tanaman yang cukup kalium akan memiliki batang yang kuat dan juga buah yang lebat dan berbobot (Program, 2019). Kandungan K biasa didapatkan dari buah yang sudah busuk seperti nanas, semangka, mangga, kulit pisang, sabut kelapa (unsur kaliumnya sangat tinggi), dan lain sebagainya. Dalam proses pertumbuhan tanaman, unsur K merupakan salah satu unsur hara makro primer yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak juga, selain unsur N dan P. Unsur K diserap tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion K^+ . Kandungan unsur K pada jaringan tanaman sekitar 0,5–6% dari berat kering. Guna dari Unsur K terhadap tanaman adalah sebagai aktivator enzim, membantu penyerapan air, unsur hara dari tanah dan membantu transfortasi hasil asimilasi dari daun ke jaringan pada tanaman.

Unsur hara N pada pupuk organik cair sangat dibutuhkan pada pertumbuhan tanaman untuk fase vegetatif (perkembangan akar, daun, dan batang yang baru). Unsur hara nitrogen biasa didapatkan dari daun-daunan seperti daun lamtoro, daun singkong, daun

papaya, daun ketela, daun kacang tanah, sisa sayuran sampah rumah tangga, air kelapa, keong mas, limbah ikan, air cucian bekas daging, ikan, dan lain. Nitrogen termasuk unsur yang dibutuhkan dalam jumlah paling banyak sehingga disebut sebagai unsur hara makro primer. Umumnya unsur Nitrogen menyusun 1-5% dari berat tubuh tanaman. Unsur N diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) atau ion nitrat (NO_3^-). Sumber unsur N dapat diperoleh dari bahan organik, mineral tanah, maupun penambahan dari pupuk organik. Nitrogen (N) berfungsi untuk menyusun asam amino/protein, asam nukleat, nukleotida, dan klorofil pada tanaman sehingga dengan adanya unsur hara N, tanaman lebih hijau, mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan banyak dan jumlah cabang banyak), menambah kandungan protein hasil panen tanaman.

Unsur hara P biasa didapat dari bonggol/pelepah pisang, cangkang telur, juga daun bambu yang sudah kering dan bercampur dengan tanah. Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara makro primer sehingga sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak untuk tumbuh dan berkembang. Unsur P berasal dari dalam tanah dalam bentuk H_2PO_4 . Konsentrasi unsur P dalam tanaman berkisar antara 0,1–0,5% lebih rendah daripada unsur N dan K. Keberadaan unsur P ini berfungsi sebagai penyimpan dan transfer energi untuk seluruh aktivitas metabolisme tanaman.

Kelebihan pembuatan pupuk organik cair dibandingkan dengan pupuk organik padat, biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan POC relatif kecil, peralatan serta mesin yang dibutuhkan relatif lebih sederhana dan murah, proses pembuatan lebih mudah, skala produksi bisa kecil atau sampai besar dan keuntungan relatif besar.

Pupuk organik cair selain mengandung unsur hara makro juga mengandung unsur hara mikro. Unsur hara mikro tersebut berperan sebagai katalisator dalam proses sintesis protein dan pembentukan klorofil. Selain itu, pupuk organik cair ini dapat diaplikasikan dengan cara penyemprotan, hingga juga bisa

digunakan sebagai pengendali hama pada daun (Bio- Control) karena mudah sekali diserap oleh tanaman sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman (Panji Nugroho, 2018).

Tabel 2.1 Standar Mutu Pupuk Organik Cair
No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019^{*)}

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C-organik	% (W/V)	Minimum 10
2.	Hara marko: N + P_2O_5 + K_2O	% (W/V)	2–6
3.	N-organik	% (W/V)	Minimum 0,5
4.	Hara mikro** Fe total Mn total Cu total Zn total B total Mo total	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	90–900 25–500 25–500 25–500 12–250 2–10
5.	pH	-	4–9

^{*)} Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2019

^{**} Minimum 3 (tiga) unsur

Daun singkong merupakan salah satu jenis sayuran hijau yang memiliki kandungan nutrisi tinggi serta bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Daun singkong bisa dijadikan sebagai salah satu menu alternatif pengganti sayuran lain karena mengandung gizi yang sama seperti bayam, kangkung ataupun katuk. Daun singkong adalah salah satu jenis sayuran hijau yang memiliki kandungan nutrisi tinggi serta bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam daun singkong cukup tinggi diantaranya protein sebesar 25,41%, kadar air sebesar 69,50%, P_2O_5 sebesar 40%, K sebesar 2,73%, Protein kasar (PK) sebesar 25,75% serta kandungan Nitrogen sebesar 13,41% (Cybext.com, 2019). Hal ini membuktikan bahwa daun singkong berpotensi untuk menghasilkan

pupuk organik cair dengan kandungan nitrogen yang cukup tinggi.

Batang pisang merupakan salah satu komponen penting yang terdapat pada pohon pisang. Batang pisang mengandung lebih dari 80% air dan memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi sehingga sering dimanfaatkan masyarakat sebagai pakan ternak dan sebagai media tanam untuk tanaman lain (James, 1952). Batang pisang atau gedebong pisang adalah tanaman yang memiliki kandungan fosfor (Phospat) tertinggi bila dibandingkan dengan kulit nanas, daun ketapang, dan daun lamtoro. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam batang pisang diantaranya yaitu Kalsium (Ca) 16%, kalium (K) 23% dan Fosfor (P) 32% (Suprihatin, 2011). Batang pisang banyak dimanfaatkan masyarakat, terutama bagian yang mengandung serat. Batang pisang mengandung banyak pati yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Pati mempunyai fungsi sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme lokal. Selain itu juga terdapat banyak mikroorganisme yang berfungsi sebagai dekomposer atau pengurai dalam pembuatan kompos (Sukriming Sapareng, 2016).

Sabut kelapa merupakan bagian mesokarp (selimut) buah kelapa yang berupa serat-serat kasar kelapa, biasanya disebut sebagai limbah yang hanya ditumpuk di bawah tegakan tanaman kelapa lalu dibiarkan hingga membusuk atau kering. Sabut kelapa paling juga banyak digunakan sebagai kayu bakar. Di beberapa Negara termasuk Indonesia sabut kelapa biasanya juga diolah menjadi pupuk tanaman (Wikipedia, 2021). Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan dari sabut kelapa berkisar antara 5–6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil serta papan *hardboard*. Satu buah kelapa dapat

menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan juga potasium (Rindengan, et al., 1995). Sabut kelapa mengandung unsur kalium (K) sebesar 10,25%, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sumber kalium organik untuk menggantikan pupuk KCl. Selain digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik, juga digunakan sebagai media tanam. Sabut kelapa sebagai media tanam mampu mengikat dan menyimpan air dengan kuat, mempunyai aerasi dan drainase yang baik serta mengandung unsur-unsur hara yang cukup esensial, sebagai penyeimbang pH tanah dan untuk memperbaiki kualitas tanah. Sabut kelapa membutuhkan waktu satu abad lebih untuk terurai sepenuhnya ditempat pembuangan sampah, oleh karena itu pengolahan limbah sabut kelapa yang dimanfaatkan untuk tanaman merupakan langkah yang tepat dan berkelanjutan untuk memperbaiki kualitas tanah kebun (Badan Litbang Pertanian, 2017).

EM4 adalah kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM4 diantaranya: *Lactobacillus sp.*, *Yeast-Saccharomyces*, *Actinomycetes*, dan *Streptomyces*. Penggunaan EM4 sebagai dekomposer/mikroorganisme pengurai sampah juga berfungsi untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk membuat kompos dibandingkan dengan cara konvensional. Namun penggunaan teknologi EM-4 untuk pengelolaan sampah diperkotaan yang berwawasan lingkungan masih belum banyak diaplikasikan (I Putu Astina, 2017).

Di dalam medium cair EM4 pertanian berada dalam kondisi istirahat (dorman). Sewaktu diinokulasikan dengan cara menyemprotkannya ke dalam bahan organik dan tanah atau pada tubuh tanaman, EM4 pertanian akan aktif memfermentasikan bahan organik (sisa-sisa tanaman, pupuk hijau, pupuk kandang, dan lain-lain) yang terdapat dalam

tanah. Hasil fermentasi dari bahan organik tersebut yaitu berupa senyawa organik yang mudah diserap langsung oleh perakaran tanaman misalnya gula, alkohol, asam amino, protein, karbohidrat, vitamin dan berbagai senyawa organik lainnya. Sedangkan pemberian bahan organik ke dalam tanah tanpa melalui proses inokulasi EM4 pertanian akan menyebabkan pembusukan bahan organik yang terkadang akan menghasilkan unsur anorganik sehingga sering kali menghasilkan panas dan gas beracun yang malah dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Darma Susetya, S.P, 2019). Manfaat dari EM4 Pertanian yaitu diantaranya adalah memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi pada tanah. Mempercepat proses fermentasi dalam pembuatan kompos maupun pupuk organik cair. Meningkatkan ketersediaan nutrisi pada tanaman, serta dapat menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen. Meningkatkan dan menjaga kestabilan produksi tanaman serta menjaga kestabilan produksi. Kandungan mikroorganisme utama di dalam EM4 adalah bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*) yang mengubah bahan organik lalu membentuknya menjadi senyawa yang bermanfaat (antara lain, asam amino, asam nukleik, zat bioaktif dan gula yang semuanya berfungsi mempercepat pertumbuhan), bakteri asam laktat (*Laktobacillus sp.*) berguna untuk meningkatkan kesuburan tanah, ragi/yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) gunanya untuk melindungi tanaman dari penyakit jamur dan untuk merangsang metabolisme tanaman sehingga meningkatkan hasil panen, actomycetes fungsinya untuk menghambat pertumbuhan beberapa patogen tanaman, jamur fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*) berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

2.2 Metode Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa Latin Ferfere yang berarti mendidih atau merebus. Kata ini digunakan untuk menggambarkan proses kimia yang menyebabkan cairan bergelembung dan menghasilkan gas, seperti

yang terjadi saat ragi mengolah gula dalam pembuatan roti atau bir. Fermentasi merupakan suatu proses pembusukan dimana pembusukan tersebut dilakukan dengan sengaja menggunakan bantuan mikroba (bakteri/jamur) dan dengan menggunakan proses tertentu (Bintang Prakoso¹, 2020). Fermentasi merupakan proses terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi serta terjadi perubahan substrat (bahan baku) menjadi produk baru oleh mikroba (Madigan, 2011).

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi diantaranya yaitu substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi. Yang mana substrat adalah bahan baku fermentasi yang mengandung nutrient-nutrient yang dibutuhkan oleh mikroba sebagai media tempat tumbuh maupun untuk menghasilkan produk fermentasi (Kunaepah, 2008). Hal-hal yang diperlukan pada proses fermentasi secara umum, yaitu:

1. Mikroba sebagai inokulum (bahan padat/cair yang mengandung mikrobia/spora/enzim yang ditambahkan kedalam substrat atau media fermentasi.
2. Tempat/wadah untuk melangsungkan proses fermentasi secara optimal.
3. Substrat atau media fermentasi sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber nutrisi bagi mikroba.

2.3 Fermentasi Aerob

Fermentasi aerob ialah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan bantuan oksigen. Mikroorganisme adalah organisme yang memerlukan sumber energi yang biasanya diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan dimana organisme itu berada, bahan energi yang biasa digunakan yaitu glukosa. Dengan bantuan dari oksigen, maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa lalu menghasilkan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi. Contoh fermentasi yang termasuk dalam fermentasi aerobik yaitu fermentasi asam cuka (Aris Kurniawan, 2021).

2.4 Fermentasi Anaerob

Fermentasi merupakan suatu proses enzimatik secara anaerob yang berasal dari senyawa organik kompleks menjadi produk organik yang lebih sederhana. Proses fermentasi ini menggunakan mikroorganisme yang tidak bersifat patogen sehingga aman bagi kesehatan tubuh. Beberapa jenis mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan untuk proses fermentasi yaitu diantaranya: Yeast (ragi), *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc*, *Clostridium sp.*, *Aspergillus*, *Neurospora sitophila*, serta *Streptococcus thermophiles* (Zenius, 2020).

Pada pembuatan pupuk organik cair (POC) ini dilakukan dengan menggunakan metode fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob merupakan fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Dikarenakan beberapa organisme dapat mencerna bahan energinya tanpa menggunakan oksigen jadi hanya sebagian energi yang dipecah. Hasil yang didapat dari pemecahan sebagian energi yaitu karbon dioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asetat, etanol, asam volatile, alkohol, serta ester.

Pada fermentasi anaerob, zat-zat organik di katabolisme tanpa memerlukan oksigen, hal itu berarti tidak adanya akseptor elektron eksternal melainkan melalui keseimbangan reaksi oksidasi-reduksi internal dan produk dihasilkan selama proses penerimaan elektron dilepaskan saat pemecahan zat-zat organik. Atau bisa juga diketahui bahwa prinsip dari fermentasi anaerob ini yaitu bahan baku berupa limbah organik cair dihancurkan oleh mikroba dalam temperatur dan kondisi tertentu (Aris Kurniawan, 2021)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

a. Bahan

Limbah daun singkong, limbah batang pisang, limbah sabut kelapa sebagai bahan baku utama. Bioaktivator EM4 (*Effective Microorganisme-4*), Molase dan air sebagai bahan tambahan.

b. Alat

Toples plastik, gelas ukur, beaker glass, pengaduk.

3.2 Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa ini yaitu metode fermentasi anaerob. Sedangkan dalam pengujiannya menggunakan metode kjehdal untuk menguji kadar nitrogen (N), metode spektrofotometer visible untuk menguji kadar fosfor (P) dan metode AAS (spektrofotometer serapan atom) untuk menguji kadar kalium (K). Selanjutnya kadar N, P, K hasil analisa dibandingkan dengan standar mutu pupuk organik cair menurut keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan metode fermentasi anaerob dibuat menjadi 3 bagian yaitu POC₁ dengan bahan baku daun singkong untuk pengujian kandungan (N), POC₂ dengan bahan baku batang pisang untuk pengujian kandungan fosfor (P) dan POC₃ dengan bahan baku sabut kelapa untuk pengujian kandungan kalium (K) ketiga nya menggunakan bioaktivator EM4 : Molase.

3.4 POC1 Dengan Bahan Baku Daun Singkong

1. Siapkan bahan baku daun singkong sebanyak 600 g untuk masing-masing toples (9 toples).
2. Bahan baku diubah menjadi bagian yang lebih kecil berukuran 2-3 cm agar memudahkan proses dekomposisi/ penguraian.
3. Masukkan 600 g daun singkong yang sudah dipotong-potong kedalam toples plastik (9 toples) berukuran 10 liter.
4. Langkah selanjutnya, yaitu mengaktifkan bioaktivator EM4 sebagai mikroorganisme pengurai untuk masing-masing toples dengan komposisi yang berbeda-beda. Toples

- 1 (10% EM4) yaitu air sebanyak 6 liter dicampur dengan molase 120 ml dan EM-4 sebanyak 60 ml. Untuk toples 2 (15% EM4), yaitu air sebanyak 6 liter dicampur dengan molase 180 ml dan EM4 sebanyak 90 ml. Sedangkan untuk toples 3 (20% EM4) air sebanyak 6 liter dicampur dengan molase 240 ml dan EM4 sebanyak 120 ml. Begitupun pengulangan yang sama untuk toples 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.
- Kemudian air yang sudah dicampur dengan EM-4 dimasukkan kedalam masing-masing toples plastik (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) lalu ditutup rapat, metode fermentasi anaerob ini bertujuan agar kandungan hara pada pupuk organik cair tidak menguap.
 - Setelah itu difermentasikan masing-masing toples selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari.

3.5 POC₂ Dengan Bahan Baku Batang Pisang Proses Menghilangkan Zat Tanin

- Menyiapkan bahan baku batang pisang sebanyak 6 kg. Setelah itu memotong batang pisang menjadi bagian yang lebih kecil.
- Batang pisang yang sudah dipotong-potong, kemudian direndam dalam air yang telah dicampuri tawas dengan perbandingan 1 sendok makan tawas untuk 20 liter air.
- Batang pisang yang telah direndam dalam air tawas didiamkan selama 1 hari. Setelah itu pisahkan batang pisang dan larutan air tawas lalu bilas dengan air biasa.
- Merendam kembali batang pisang bersih dan melakukan pengulangan beberapa kali sampai air rendaman sudah tidak begitu merah lagi, biasanya ini memerlukan waktu 2–3 hari. Disini digunakan waktu selama 3 hari untuk melakukan proses pengulangan ini.
- Kemudian batang pisang tersebut dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari, waktu yang dibutuhkan untuk menjemur batang

pisang yaitu sekitar 4 sampai 5 hari pada cuaca terik.

- Batang pisang yang sudah agak kering dan sudah berkurang kandungan zat taninnya siap digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik cair.

3.6 Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Batang Pisang

- Siapkan bahan baku batang pisang sebanyak 600 g untuk masing-masing toples dari total 9 toples. Serta menyiapkan alat-alat yang akan digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair (POC₂).
- Bahan baku diubah menjadi bagian yang lebih kecil agar memudahkan proses dekomposisi (penguraian). Batang pisang dipotong-potong hingga berukuran 2–3 cm.
- Masukkan masing-masing 600 g batang pisang yang sudah dipotong kedalam toples plastik (9 toples) berukuran 10 liter.
- Langkah selanjutnya yaitu mengaktifkan bioaktivator EM4 sebagai mikroorganisme pengurai untuk setiap toples plastik (9 toples) dengan komposisi yang berbeda-beda. Caranya untuk toples 1 (10% EM4) sebanyak 60 ml dan air sebanyak 6 liter dicampur dengan molase 120 ml. Untuk toples 2 (15% EM4) sebanyak 90 ml, air sebanyak 6 liter dan molase 180 ml. Sedangkan untuk toples 3 (20% EM4) sebanyak 120 ml, air sebanyak 6 liter dan molase 240 ml. Lakukan hal yang sama untuk toples 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.
- Kemudian air yang sudah dicampur dengan EM4 dimasukkan kedalam masing-masing toples plastik (9 toples) lalu ditutup rapat, metode fermentasi anaerob ini bertujuan agar kandungan hara pada pupuk organik cair tidak menguap. Setelah itu difermentasikan masing-masing selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari.

3.6 POC₃ Dengan Bahan Baku Sabut Kelapa Proses Menghilangkan Zat Tanin

1. Menyiapkan bahan baku sabut kelapa sebanyak 4 kg. Setelah itu, memotong sabut kelapa menjadi bagian yang lebih kecil.
2. Sabut kelapa yang sudah dipotong-potong, kemudian direndam dalam air yang telah dicampuri tawas dengan perbandingan 1 sendok tawas untuk 20 liter air.
3. Sabut kelapa yang telah direndam dalam air tawas didiamkan selama 1 hari. Setelah itu, pisahkan sabut kelapa dan larutan air tawas lalu bilas dengan air biasa.
4. Rendam kembali sabut kelapa berulang beberapa kali sampai air rendaman sudah tidak begitu merah lagi, biasanya ini memerlukan waktu 2-3 hari. Digunakan waktu selama 3 hari untuk melakukan proses pengulangan ini.
5. Kemudian sabut kelapa tersebut dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari pada cuaca terik.
6. Sabut kelapa yang sudah kering dan sudah berkurang kandungan zat taninnya siap digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik cair.

3.7 Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sabut Kelapa

1. Siapkan bahan baku sabut kelapa sebanyak 400 g untuk masing-masing toples (9 toples).
2. Bahan baku diubah menjadi bagian yang lebih kecil agar memudahkan proses dekomposisi (penguraian). Sabut kelapa dipotong-potong hingga berukuran 2-3 cm.
3. Masukkan masing-masing 400 g sabut kelapa yang sudah dipotong ke dalam toples plastik (9 toples) berukuran 10 liter.
4. Langkah selanjutnya, yaitu mengaktifkan bioaktivator EM4 sebagai mikroorganisme pengurai

untuk setiap toples plastik (9 toples) dengan komposisi yang berbeda-beda. Toples 1 (10% EM-4), yaitu air sebanyak 4 liter dicampur dengan molase 80 ml dan EM-4 sebanyak 40 ml. Toples 2 (15% EM04), yaitu air sebanyak 4 liter dicampur dengan molase 120 ml dan EM4 sebanyak 60 ml. Toples 3 (20% EM4) air sebanyak 4 liter dicampur dengan molase 160 ml dan EM-4 sebanyak 80 ml. Lakukan pengulangan lagi untuk toples 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.

5. Kemudian air yang sudah dicampur dengan EM4 dimasukkan ke dalam masing-masing toples plastik (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) lalu ditutup rapat, metode fermentasi anaerob ini bertujuan agar kandungan hara pada pupuk organik cair tidak menguap.
6. Setelah itu, difermentasikan masing-masing selama 10, 20 dan 30 hari.

3.8 Analisa Hasil

- a. Unsur hara makro kadar (N, P, K)

Analisa kandungan nitrogen (N) pada pupuk organik cair dilakukan menggunakan metode kjedahl. Untuk analisa kandungan fosfor (P) dan kalium (K) dilakukan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis dan spektrofotometri AAS.

- b. Derajat keasamaan (pH)

Pengecekan kadar pH dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah daun singkong mengandung unsur hara nitrogen (N) sebesar 13,41% (Cybext Pertanian, 2010). Sedangkan limbah batang pisang merupakan tanaman yang mengandung kadar fosfor (P) tinggi yaitu sebesar 32% (Wibesite Mitalom.com) dan sabut kelapa mengandung 10,25% kalsium (K) (Badan Litbang Pertanian, 2017). Karena kandungan unsur hara berupa N, P dan K yang tinggi maka ketiga bahan baku tersebut memungkinkan untuk dijadikan bahan baku pembuatan pupuk organik cair (POC).

Pembuatan pupuk organik cair (POC) melalui proses penguraian disebut dengan fermentasi. Penguraian suatu senyawa ditentukan oleh susunan bahan, dimana pada umumnya senyawa organik mempunyai sifat yang cepat diuraikan. Bahan organik memiliki kandungan zat organik berupa karbohidrat, protein dan lemak. Zat-zat organik umumnya mengandung unsur-unsur C, H, O, N, P, dan S sehingga dapat bermanfaat memberikan unsur hara bagi tanaman. Pada tahap awal kandungan bahan organik tersebut akan dirubah atau dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*) seperti gula, zat bioaktif, asam nukleik, asam amino serta asam-asam organik yang semuanya berfungsi mempercepat pertumbuhan. Adanya bahan organik yang cukup tinggi ini yang menyebabkan mikroba aktif menguraikan bahan organik secara biologis menjadi senyawa asam-asam organik. Hasil metabolisme oleh bakteri ini berfungsi sebagai substrat bagi mikroorganisme lain. Bakteri ragi/yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) dapat menghasilkan senyawa asam amino dan gula yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik, juga menghasilkan zat-zat bioaktif seperti halnya hormon dan enzim yang berfungsi meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar. Lalu bakteri *Actinomyces* menghasilkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik dan berfungsi menekan pertumbuhan jamur dan bakteri. Bakteri *Actinomyces* hidup berdampingan dengan bakteri fotosintetik dapat bersama-sama meningkatkan kualitas tanah. Selanjutnya jamur fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*) berfungsi menguraikan bahan organik secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat anti mikroba sehingga dapat menghilangkan bau dan mencegah serbuan serangga serta ulat-ulat yang merugikan dengan cara menghilangkan penyediaan makanannya. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) merupakan bakteri yang dapat memfermentasikan karbohidrat untuk

menghasilkan asam laktat yang mana mempercepat perombakan pada bahan organik menghancurkan bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikannya tanpa menghasilkan senyawa beracun yang didapat dari proses pembusukan bahan organik. Kemudian akibat dari perubahan kimia pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme didapat kandungan unsur hara makro berupa N, P, dan K yang sangat berguna bagi tanaman (Agung Rasmito, 2019).

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan bahan baku limbah daun singkong, limbah batang pisang, dan limbah sabut kelapa yang di buat dalam toples yang berbeda-beda dengan meninjau pengaruh banyaknya EM4 yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik cair serta lama waktu fermentasi yang telah ditentukan terhadap masing-masing kandungan pupuk organik cair (POC).

Pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan kemudian dianalisa pH dan unsur hara yang terkandung yaitu berupa kadar nitrogen (N), kadar fosfor (P), serta kadar kalium (K). Berikut ini merupakan pembahasan hasil analisa pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa yaitu :

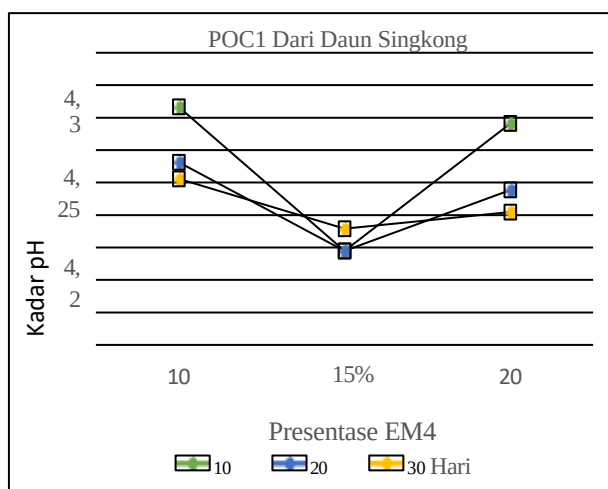
4.1 Derajat Keasamaan (pH)

Pada proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan bahan baku limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa melalui proses fermentasi anaerob menghasilkan pupuk organik cair (POC) siap pakai. Pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan kemudian dianalisa pHnya lalu dibandingkan dengan pH standard mutu pupuk organik cair (POC) SNI No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Kondisi pH tanah yang tidak sesuai akan mempengaruhi penyerapan unsur hara pada tanaman. Kondisi pH media tanaman yang bersifat asam akan menyebabkan penyerapan unsur hara oleh tanaman terhambat, sehingga pertumbuhan tanaman terlambat atau menjadi kerdil. Sebaliknya,

apabila kondisi pH netral maka tidak akan terjadi hambatan dalam penyerapan unsur haranya, sehingga kecepatan tumbuh tanaman tersebut akan meningkat (Frengky Karoba, 2015).

Berikut merupakan hasil analisa pH pada pupuk organik cair (POC) dari limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa yang dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3.

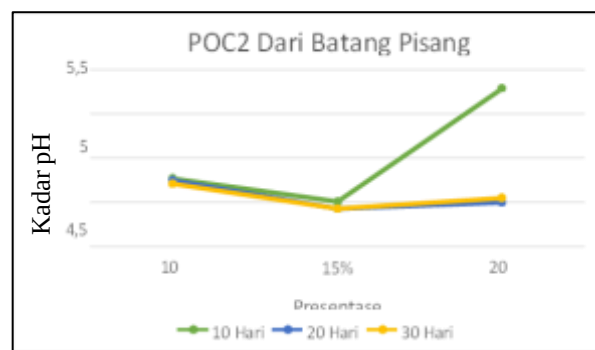


Gambar 4.1 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi terhadap pH Dengan Bahan Baku Daun Singkong

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari mengalami penurunan serta peningkatan pH.

Kadar pH tertinggi pupuk organik cair dari limbah daun singkong yang didapat dengan pemberian EM4 sebanyak 10% sebesar 4,28 pada fermentasi hari ke-10, untuk fermentasi hari ke-20 sebesar 4,18 dan untuk fermentasi hari ke-30 sebesar 4,15. Kadar pH dengan pemberian EM4 sebanyak 15% sebesar 4,06 pada hari fermentasi ke-30, untuk hari fermentasi ke-10 dan ke-20 yaitu sebesar 4,02. Kadar pH dengan pemberian EM4 sebanyak 20% yaitu sebesar 4,25 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-20 sebesar 4,13 dan untuk hari fermentasi ke-30 sebesar 4,09. Kadar pH pupuk organik cair dari limbah daun singkong yang

memenuhi standard Nasional Indonesia (SNI) adalah pada waktu fermentasi ke 20 hari dan ke 30 .



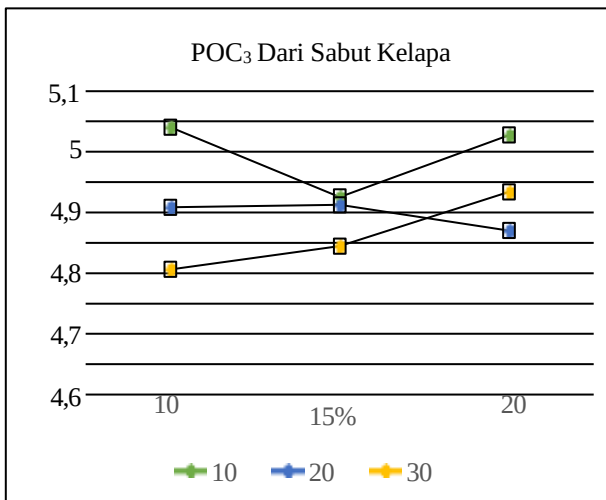
Gambar 4.2 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi terhadap pH dengan Bahan Baku Batang Pisang

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari mengalami penurunan serta peningkatan pH.

Kadar pH tertinggi untuk pupuk organik cair berbahan baku batang pisang yang didapat dengan pemberian EM4 sebanyak 10% sebesar 4,27 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-20 sebesar 4,25 dan untuk hari fermentasi ke-30 sebesar 4,21. Kadar pH dengan pemberian EM4 sebanyak 15% yaitu sebesar 4,01 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-20 dan ke-30 sebesar 3,93. Sedangkan kadar pH dengan pemberian EM4 sebanyak 20% sebesar 5,29 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-30 sebesar 4,05 dan untuk hari fermentasi ke-10 sebesar 4,00. % Kadar pH pupuk organik cair dari limbah batang pisang yang memenuhi Standard Nasional Indonesia (SNI) adalah pada waktu fermentasi ke 20 hari dan ke 30 hari dengan kadar EM4 15% dan 20%.

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30

hari mengalami penurunan serta peningkatan pH.



Gambar 4.3 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi terhadap pH dengan Bahan Baku Sabut Kelapa

Kadar pH tertinggi untuk pupuk organik cair berbahan baku sabut kelapa yang didapat dengan pemberian EM4 sebanyak 10% sebesar 4,96 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-20 sebesar 4,65 dan untuk hari fermentasi ke-30 sebesar 4,41. Kadar pH dengan pemberian EM-4 sebanyak 15% sebesar 4,69 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-20 sebesar 4,66 dan pada hari fermentasi ke-30 sebesar 4,50. Sedangkan kadar pH dengan pemberian EM-4 sebanyak 20% sebesar 4,93 pada hari fermentasi ke-10, untuk hari fermentasi ke-30 sebesar 4,71 dan untuk hari fermentasi ke-20 sebesar 4,56. Kadar pH pupuk organik cair dari limbah sabut kelapa yang memenuhi standar Nasional Indonesia (SNI) adalah pada waktu fermentasi ke 10 hari, 20 hari dan ke 30 hari dengan kadar EM4 10%, 15% dan 20%.

Berdasarkan kadar pH pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa kadar pH yang terbaik dari masing-masing bahan baku untuk pupuk organik cair (POC) dari limbah daun singkong dihasilkan pada pemberian EM4 sebanyak 10% hari fermentasi ke-30 hari sebesar 4,28. Pupuk

organik cair (POC) berbahan baku batang pisang yaitu pada pemberian EM4 sebanyak 20% hari fermentasi ke-10 yang mana sebesar 5,29. Pupuk organik cair (POC) berbahan baku sabut kelapa, yaitu pada pemberian EM4 sebanyak 10% hari fermentasi ke-10 yang mana sebesar 4,96.

Bila kadar pH pupuk organik cair (POC) menggunakan ketiga bahan baku tersebut dibandingkan dengan karakteristik pupuk organik cair menurut SNI No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019 dimana menurut standar SNI pupuk organik cair harus mempunyai pH sebesar 4-9, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pupuk organik cair yang dihasilkan hampir semuanya memenuhi standar mutu pupuk organik cair No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019.

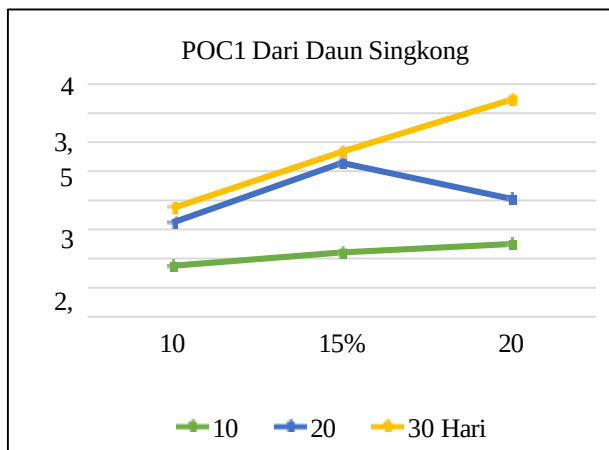
4.2 Kadar Nitrogen (N)

Dalam proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan bahan baku limbah daun singkong, dihasilkan pupuk organik cair (POC) siap pakai. Pupuk organik cair yang dihasilkan kemudian dianalisa kandungan nitrogennya untuk melihat apakah unsur hara nitrogen (N) yang terkandung pada pupuk organik cair yang dihasilkan sesuai atau tidak dengan SNI No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019.

Menurut Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa tahun 2021, Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Efek dari kekurangan unsur hara nitrogen bagi tanaman, yaitu pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, warna daun menguning, produksi menurun, fase pertumbuhan terhenti, serta kematian pada tanaman. Sebaliknya efek dari kelebihan unsur hara nitrogen bagi tanaman yaitu diantaranya kualitas buah menurun, menyebabkan rasa pahit (seperti pada buah timun), produksi menurun, daun lebat dan pertumbuhan vegetatif yang cepat, serta terjadinya keracunan pada tanaman.

Berikut merupakan hasil analisa kandungan unsur hara makro nitrogen

(N) pada pupuk organik cair (POC) dari bahan baku daun singkong dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Nitrogen Dengan Bahan Baku Daun Singkong

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari mengalami peningkatan serta penurunan kadar nitrogen (N).

Kadar N yang di dapat dari pemberian EM4 sebanyak 10% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak 1,8658%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 1,6165% dan untuk fermentasi hari ke-10 yaitu sebanyak 0,8740%. Persentase kadar N dengan pemberian EM4 sebanyak 15% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak 2,8352%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 2,6447%, dan untuk fermentasi hari ke-10 sebanyak 1,1066%. Sedangkan presentase kadar N dengan pemberian EM4 sebanyak 20% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak 3,7317%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 2,0283%, dan untuk fermentasi hari ke-10 sebanyak 1,2523%. Kadar N yang tertinggi didapat pada pemberian EM-4 20% untuk fermentasi hari ke 30 sebesar 3,7317%

Peningkatan kadar N pada pupuk organik cair berbahan baku daun singkong dikarenakan pada fase awal fermentasi, mikroba menyesuaikan diri dan melakukan metabolisme yang mana aktivitasnya yaitu

meningkatkan ukuran sel, pada proses tersebut nitrogen dibutuhkan mikroorganisme dalam proses pemeliharaan dan pembentukan sel. Selanjutnya sel menggunakan karbon dari sampah sebagai sumber energi dan memperbanyak diri. Penguraian akan semakin baik seiring lamanya waktu fermentasi. Maka dari itu pupuk organik cair yang dihasilkan mengalami peningkatan kadar nitrogen. Sedangkan penurunan kadar nitrogen pada hari ke 20 pada pemberian 20% EM4 dikarenakan mikroorganisme mencapai kesetimbangan yakni jumlah mikroorganisme yang dihasilkan sama dengan jumlah mikroba yang mati, pada saat ini aktivitas mikroba akan menurun. Hal itu disebabkan karena kurangnya makanan atau nutrisi dalam hal ini substansi yang mengandung karbon. Perubahan kadar C atau N yang terjadi selama proses fermentasi diakibatkan adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi dan hilang dalam bentuk CO₂ sehingga kandungan karbon semakin lama akan berkurang dan kadar nitrogen yang terdapat pada pupuk organik cair berbahan baku daun singkong juga akan menurun.

Tingginya kadar N pada pemberian EM4 sebanyak 20% pada hari fermentasi ke-30 sebesar 3,7313 dikarenakan, EM4 sebanyak 20% dapat lebih mempercepat proses pembusukan pada pupuk dengan waktu fermentasi terlama yang mana pada waktu tersebut kandungan N pupuk organik cair yang dihasilkan lebih tinggi dan lebih maksimal dibandingkan yang lain. Pupuk organik cair dari daun singkong yang telah di uji kandungan N nya menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pada pupuk organik cair tersebut memenuhi standar mutu pupuk organik cair No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yaitu 2-6 %

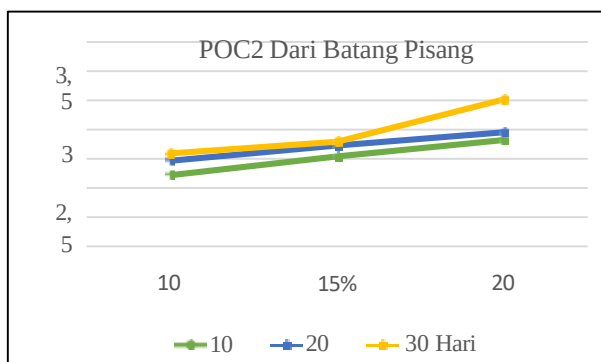
4.3 Kadar Fosfor (P)

Dalam proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan bahan baku limbah batang pisang dihasilkan pupuk organik cair (POC). Pupuk organik cair yang dihasilkan kemudian dianalisa kandungan fosfornya untuk melihat apakah unsur hara fosfor (P) yang terkandung pada

pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan sesuai atau tidak dengan SNI No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro esensial yang memegang peranan penting dalam berbagai proses dalam pertumbuhan tanaman (batang, akar, ranting dan daun). Embloten, *et.al.* (1973), menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan unsur fosfor (P) menampilkan gejala terhambat pertumbuhan tanaman, batang menjadi lemah dan kerdil, serta perkembangan akar tanaman terhambat. Selain itu, diketahui juga bahwa tanaman yang kekurangan P menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan menurunnya tingkat produksi di dunia sampai 30-40%. Sedangkan apabila melakukan dosis pemupukan terlalu tinggi akan terjadi kelebihan unsur hara sehingga dapat menyebabkan tanaman terganggu (Supardi, 1983 dalam Situmorang, 2013).

Berikut merupakan hasil analisa kandungan unsur hara makro fosfor (P) pada pupuk organik cair (POC) dari bahan baku batang pisang dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Fosfor Dengan Bahan Baku Batang Pisang

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari mengalami peningkatan kadar fosfor (P).

Presentase kadar P tertinggi yang di dapat dari pemberian EM4 sebanyak 10% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak

1,9535%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 1,8137%, dan untuk fermentasi hari ke-10 sebanyak 1,5429%. Presentase kadar P dengan pemberian EM4 sebanyak 15% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak 2,1729%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 2,1004%, dan untuk fermentasi hari ke-10 sebanyak 1,8946%. Sedangkan presentase kadar P dengan pemberian EM4 sebanyak 20% terjadi pada fermentasi hari ke-30 sebanyak 2,9689%, untuk fermentasi hari ke-20 sebanyak 2,3526%, dan untuk fermentasi hari ke-10 sebanyak 2,2077%.

Peningkatan kadar P pada pupuk organik cair berbahan baku batang pisang pada fase awal fermentasi, mikroba menyesuaikan diri dan melakukan metabolisme yang mana aktivitasnya yaitu meningkatkan ukuran sel. Selanjutnya sel menggunakan karbon dari sampah sebagai sumber energi dan memperbanyak diri. Fosfor meningkat dikarenakan bioaktivator EM4 mengandung bakteri pelarut fosfat (bakteri fotosintesis atau *Rhopseudomonas S.P*) yang berfungsi melarutkan fosfat dalam bahan organik sehingga kadar fosfor yang dihasilkan tinggi. Penguraian akan semakin baik seiring lamanya waktu fermentasi. Maka dari itu pupuk organik cair yang dihasilkan mengalami peningkatan kadar fosfor. Sedangkan bila terjadi penurunan kadar fosfor, hal itu dapat disebabkan karena bakteri pelarut fosfat telah habis bereaksi yang menyebabkan kadar yang dihasilkan 0%.

Meningkatnya kadar P tersebut membuktikan bahwa, banyaknya EM4 yang diberikan serta lamanya waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil analisa fosfor (P) yang didapat. Semakin banyak EM-4 yang di berikan serta semakin lama waktu fermentasi, maka semakin tinggi pula kadar fosfor yang terkandung dalam pupuk organik cair dari bahan baku batang pisang ini. Pupuk organik cair dengan bahan baku dari batang pisang yang telah di uji kandungannya menunjukkan bahwa kandungan fosfor pada pupuk organik cair pada penambahan bioaktivator EM4 20% dan lama fermentasi 30 hari sebesar 2,9689%

, memenuhi standar mutu pupuk organik cair No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 sebesar 2-6%

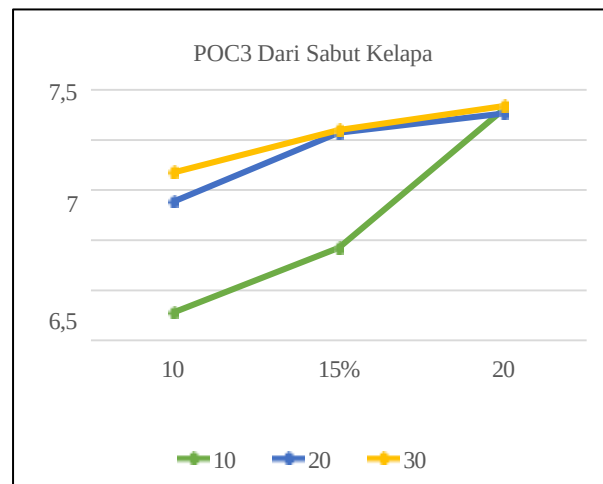
4.4 Kadar Kalium (K)

Proses pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan bahan baku limbah sabut kelapa yang telah dihilangkan zat taninnya terlebih dahulu, maka akan dihasilkan pupuk organik cair. Pupuk organik cair yang dihasilkan kemudian dianalisa kandungan kaliumnya untuk melihat apakah unsur hara kalium (K) yang terkandung pada pupuk organik cair yang dihasilkan sesuai atau tidak dengan SNI No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Menurut Dinas Pangan, Pertanian, dan Perikanan Kota Pontianak tahun 2018, kalium (K) merupakan salah satu unsur hara makro penting yang berfungsi sebagai salah satu sumber daya tahan tanaman terhadap kekeringan serta penyakit. Kekurangan unsur hara kalium (K) akan menyebabkan daun tua akan mengkerut dan keriting, timbul bercak merah kecokelatan pada daun lalu perlahan daun akan mati, serta buah tumbuh tidak sempurna. Sedangkan menurut Urban Hidroponik tahun 2020, kelebihan unsur hara kalium (K) akan menyebabkan penyerapan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) terganggu sehingga pertumbuhan terhambat dan tanaman mengalami defisiensi. Dimana pada awalnya daun akan tampak mengerut, kemudian tepi daun menguning, lalu tampak bercak-bercak kotor berwarna coklat dan kemudian mati.

Gambar 4.6 merupakan hasil analisa kandungan unsur hara makro kalium (K) pada pupuk organik cair (POC) dari bahan baku sabut kelapa. Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dengan perbedaan pemberian banyaknya EM4 dan perbedaan waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari mengalami peningkatan kadar kalium (K).

Presentase kadar K di dapat dari pemberian EM4 sebanyak 10% terjadi pada fermentasi hari ke-30 yaitu sebanyak 6,6763%, untuk fermentasi hari ke-20 yaitu sebanyak 6,3860%, dan untuk fermentasi hari ke-10 yaitu sebanyak 5,2786%. Presentase

kadar K dengan pemberian EM4 sebanyak 15% terjadi pada fermentasi hari ke-30 yaitu sebanyak 7,0980%, untuk fermentasi hari ke-20 yaitu sebanyak 7,0720%, dan untuk fermentasi hari ke-10 yaitu sebanyak 5,9246%. Sedangkan presentase kadar K dengan pemberian EM4 sebanyak 20% terjadi pada fermentasi hari ke-30 yaitu sebanyak 7,3380%, untuk fermentasi hari ke-20 yaitu sebanyak 7,2646%, dan untuk fermentasi hari ke-10 yaitu sebanyak 7,3090%. Kondisi yang terbaik dan tertinggi kadar K nya dan memenuhi standar mutu pupuk organik cair No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 adalah pupuk organik cair pada pemberian EM-4 15% dan waktu fermentasi 10 hari yaitu sebesar 5,9246%.



Gambar 4.6 Pengaruh % EM4 dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Kalium Dengan Bahan Baku Sabut Kelapa

Meningkatnya kadar K pada pupuk organik cair berbahan baku sabut kelapa pada fase awal fermentasi, mikroba menyesuaikan diri dan melakukan metabolisme yang mana aktivitasnya yaitu meningkatkan ukuran sel. Selanjutnya sel menggunakan karbon dari sampah sebagai sumber energi dan memperbanyak diri. Kandungan kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam substrat (bahan baku) sebagai katalisator, dan dengan kehadiran bakteri aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap pengikatan kandungan kalium, yaitu lebih cepat dalam proses dekomposisi atau pembusukannya.

Penguraian akan semakin baik seiring lamanya waktu fermentasi. Maka dari itu pupuk organik cair yang dihasilkan mengalami peningkatan kadar kalium.

Dari keseluruhan hasil Analisa kandungan masing-masing unsur berupa N, P dan K, dapat disimpulkan bahwa banyaknya presentase EM4 yang dipakai dan waktu fermentasi yang ditetapkan ikut menentukan berapa kandungan N, P dan K yang di dapat. Dimana semakin banyak presentase EM4 dan semakin lama waktu fermentasi, kadungan N, P dan K pada pupuk organik cair (POC) akan semakin tinggi.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa dengan pemberian EM4 sebagai bioaktivator dan lama waktu fermentasi 10, 20 dan 30 hari, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar pH tertinggi pupuk organik cair (POC) dari bahan baku limbah daun singkong dihasilkan oleh pemberian EM4 sebanyak 10% dengan waktu fermentasi 10 hari yaitu 4,28. Untuk pupuk organik cair (POC) dari bahan baku limbah batang pisang dihasilkan oleh pemberian EM4 sebanyak 20% dengan waktu fermentasi 10 hari yaitu 5,29. Sedangkan untuk pupuk organik cair (POC) dari bahan baku limbah sabut kelapa dihasilkan oleh pemberian EM4 sebanyak 10% dengan waktu fermentasi 10 hari yaitu 4,96. Ketiga pH ini memenuhi SNI dimana standar untuk kadar pHnya adalah 4-9.
2. Kadar nitrogen (N) yang terbaik dan memenuhi standard mutu pupuk organik cair (POC) No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 adalah 2-6% dari bahan baku limbah daun singkong dihasilkan pada pemberian EM4 sebanyak 20% dengan waktu fermentasi 30 hari yaitu 3,7317%.
3. Kadar fosfor (P) terbaik dan memenuhi standard mutu pupuk organik cair (POC)

No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019 pupuk organik cair adalah 2-6% dari bahan baku limbah batang pisang dihasilkan pada pemberian EM4 sebanyak 20% dengan waktu fermentasi 30 hari yaitu 2,9689%.

4. Kadar kalium (K) terbaik dan memenuhi standard mutu pupuk organik cair (POC) No.261/KPTS/SR.310//M/4/2019 adalah 2-6% dari bahan baku limbah sabut kelapa dihasilkan pada pemberian EM4 sebanyak 20% dengan waktu fermentasi 30 hari yaitu 7,3380%.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada riset lanjutan antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi khususnya bagi para petani dan pedagang sayuran dalam memanfaatkan limbah daun singkong, batang pisang dan sabut kelapa menjadi pupuk organik cair (POC) dari limbah biomassa tersebut. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya contohnya seperti cangkang telur, kulit pisang, kulit kacang, dan limbah-limbah lain.
2. Pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu kadar pH yang mengalami peningkatan dan penurunan, untuk penelitian kedepannya diharapkan peneliti dapat memfermentasikan bahan baku pupuk organik cair dengan metode fermentasi anaerob dengan baik, dipastikan media tempat pupuk tertutup dengan rapat dan tidak ada kebocoran pada toples yang digunakan agar pH lebih terjaga agar terkontaminasi oleh udara luar. Bisa juga media toples yang digunakan diganti dengan menggunakan komposter agar kelembapan, temperatur, serta bakteri dan jasa renik dapat mengurai bahan organik dengan baik.
3. Untuk penelitian kedepannya, dapat dilakukan penelitian tentang penggabungan dari ketiga pupuk organik cair berbahan baku daun singkong, batang pisang, dan sabut kelapa agar dapat diketahui bagaimana keefektifan pupuk organik cair tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Andre Kurniawan. 2020. *7 Manfaat Cangkang Telur dalam Kehidupan Sehari-Hari, Perawatan Wajah Hingga Pupuk*. Diakses pada 12 April 2021, dari <https://www.merdeka.com/jabar/7-manfaat-cangkang-telur-yang-jarang-diterapkan-jangan-langsung-dibuang-klm.html>

Aris Kurniawan. 2021. *Fermentasi – Pengertian, Sifat, Faktor, Tujuan, Tahapan, Manfaat, Asam Laktat, Contoh*. Diakses pada 21 April 2021, dari <https://www.gurupendidikan.co.id/fermentasi/#:~:text=Fermentasi%20anaerobik%20adalah%20fermentasi%20yang,termasuk%20jumlah%20asam%20laktat%20%2C%20asetat%20C>

Bintangprakoso1. 2017. *Brainly : Jelaskan yang Dimaksud Fermentasi Berikan Contohnya*. Diakses pada 22 April 2021, dari <https://brainly.co.id/tugas/13706329>

BPPT Balai Teknologi Polimer. 2020. *Peralatan UV-Vis Spectrophotometer*. Diakses pada 19 April 2021, dari [https://polimer.bppt.go.id/id/alat-alat-pengujian-id/uv-vis-spectrophotometer#:~:text=Spektrofotometri%20UV%2Dvis%20adalah%20pengukuran,800%20nm\)%20oleh%20suatu%20senyawa.&text=Dimana%20detector%20dapat%20mengukur%20intensitas,tidak%20langsung%20cahaya%20yang%20diabsorpsi](https://polimer.bppt.go.id/id/alat-alat-pengujian-id/uv-vis-spectrophotometer#:~:text=Spektrofotometri%20UV%2Dvis%20adalah%20pengukuran,800%20nm)%20oleh%20suatu%20senyawa.&text=Dimana%20detector%20dapat%20mengukur%20intensitas,tidak%20langsung%20cahaya%20yang%20diabsorpsi)

Erfan, Mohamad Setiaji. 2020. *Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Promoting Microbes (PROMI) dengan Metode Fermentasi*. PT. Aroma Kopikrim, Semarang. Journal of Chemical Engineering, Volume 1 No.2.

FaktualNews.Co. 2019. *Ini Manfaat Kulit Pisang untuk Kesehatan Tubuh*. Diakses 12 April 2021, dari <https://faktualnews.co/2019/11/09/ini-manfaat-kulit-pisang-untuk-kesehatan-tubuh/174567/>

Genecraft Labs. 2020. *Metode Penentuan Kadar Nitrogen : Metode Kjeldahl*. Diakses pada 19 April 2021, dari

<https://genecraftlabs.com/id/metode-penentuan-kadar-nitrogen-metode-kjeldahl/>

HRD Spot. (2021). *Teknik Analisis Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) Flame*. Diakses pada 19 April 2021, dari <https://hrdspot.com/event/teknik-analisis-spektrofotometri-serapan-atom/>

Ir. Rohmadi Ridlo, M.Eng. (2017). *Dasar-Dasar Fermentasi Anaerobik*. Diakses pada 21 April 2021, dari <https://ptseik.bppt.go.id/artikel-ilmiah/16-dasar-dasar-fermentasi-anaerobik>

Isroi Msi. (2013). *Pembuatan Pupuk Organik Diperkaya Mikroba dengan Promi*. Diakses pada 21 April 2021, dari [https://www.slideshare.net/isroi/pres-promi6#:~:text=3.%20Promi%20\(promoting%20microbes\),menguraikan%20limbah%20organik%20pertanian%20%2Fperkembangan](https://www.slideshare.net/isroi/pres-promi6#:~:text=3.%20Promi%20(promoting%20microbes),menguraikan%20limbah%20organik%20pertanian%20%2Fperkembangan)

Isroi Msi. (2008). *PROMI Paten : IDM000203155*. Diakses pada 21 April 2021, dari <https://isroi.com/2008/02/19/promi/>

JDIH BPK RI. (2021). *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Diakses 12 April 2021, dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/5295/pp-no-81-tahun-2012>

JPNN.com. (2017). *Cangkang Telur Bukan Sampah, Ini Manfaatnya untuk Kesehatan*. Diakses pada 12 April 2021, dari <https://www.jpnn.com/news/cangkang-telur-bukan-sampah-ini-manfaatnya-untuk-kesehatan#:~:text=Cangkang%20telur%20mengandung%20komposisi%20senyawa,4%25%20bahan%20organik%20terutama%20protein>

Kompas.com. (2020). *Kulit Pisang Bisa Menyuburkan Tanaman? Begini Caranya*. Diakses 12 April 2021, dari <https://www.kompas.com/homey/read/2020/11/15/073300676/kulit-pisang-bisa-menyuburkan-tanaman-begini-caranya?page=all#:~:text=Potasium%20yang%20terkandung%20dalam%20kulit,tu>

mbuh%20untuk%20berbuah%20dan%20berbu
nga.

Lusiana Mustinda. 2018. *Sisa Kantung The Celup Bekas Jangan Dibuang, Ini 5 Kegunaannya!*. Diakses pada 18 April 2021, dari <https://food.detik.com/info-kuliner/d-3945202/sisa-kantung-teh-celup-bekas-jangan-dibuang-ini-5-kegunaannya>

Machrodania, Yuliani dan Ratnasari, Evie. 2016. *Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Kulit Pisang, Kulit Telur dan Gracillaria Gigas Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai Var Anjasmoro*. Jurusan Biologi, Fakultas Mipa, Universitas Negeri Surabaya. ISSN: 2252-3979.

Nasrun, Jalaluddin dan Herawati. 2016. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Barangan Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Cair*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Jurnal Teknologi Kimia Unimal 5 : 2, 19-26.

Nugroho, Panji. 2018. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Nur, Thoyib. Noor, Ahmad Rizali dan Elma, Muthia. 2016. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Bioaktivator EM4*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Konversi, Volume 5 No.2.

Nur, Muhammad. 2019. *Analisis Potensi Limbah Buah-Buahan Sebagai Pupuk Organik Cair*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sultan Syarif Kasim Riau. ISBN: 978-623-92050-0-3.

Pak Tani. 2020. *4 Manfaat Cangkang Telur untuk Tanaman*. Diakses pada 12 April 2021, dari <https://paktanidigital.com/artikel/manfaat-cangkang-telur-tanaman/#.YHQAc-gzbiU>

Permatasari, Tri Ayu. Umar, Anwar. dan Paembonan, Samuel A. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Bioaktivator Promi Terhadap Kandungan Unsur Hara Kompos Daun Ki Hujan Samanea Saman*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

PT Saraswanti Anugerah Makmur, Tbk. 2016. *Pupuk, Pengertian dan Jenisnya*. Diakses pada 8 April 2021, dari <https://saraswatifertilizer.com/pupuk-pengertian-dan-manfaatnya/>

Rahmadina dan Tambunan, Efrida Pima Sari. 2017. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang dan Daun Kering Melalui Proses Sains dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk yang Ramah Lingkungan*. Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Sumatera. ISSN: 2598-6015.

Reyhan Apriathama. 2020. *8 Manfaat Luar Biasa dari The Basi, Jangan Langsung dibuang!*

Rika Aji. 2019. *Cara Mengolah Kulit Pisang Menjadi Pupuk Organik*. Diakses 12 April 2021, dari <https://www.ngunut-playen.desa.id/first/artikel/365-Cara-Mengolah-Kulit-Pisang-Menjadi-Pupuk-Organik#:~:text=Kandungan%20kalium%20pada%20kulit%20pisang,berpe,ran%20penting%20dalam%20perkembangan%20tanaman.>

SIPSSN. 2021. *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Diakses pada 12 April 2021, dari <http://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/#>

Susetya, Darma. 2019. *Panduan Lengkap Membuat Pupuk Organik Untuk Tanaman*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Sutedjo, Mul Mulyani. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Syafri, Rahmadini, Chairil dan Simamora, Denise. 2017. *Analisa Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Industri Keripik Nenas dan Nangka Desa Kualu Nenas dengan Penambahan Urin Sapi dan EM4*. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau. Jurnal Photon, Volume 8 No.1.

Zenius. 2021. *Fermentasi*. dari <https://www.zenius.net/prologmateri/biologi/a/922/Fermentasi>.