

## Activities of Liquid Organic Fertilizer from the Date Juice Waste During Hydroponic Plant Growth

Vina Agnesia<sup>✉</sup>, Triastuti Sulistyarningsih

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang, 50229, Indonesia

### Info Artikel

Diterima Januari 2022

Disetujui Juni 2022

Dipublikasikan November  
2022

#### Keywords:

*Liquid Organic Fertilizer*  
*Date juice*  
*Hydroponics*

### Abstrak

PT. Herba Emas Wahidatama (Purbalingga) memiliki limbah sari kurma akibat dari sari kurma yang belum berstandar dan kadaluarsa. Limbah sari kurma dijadikan pupuk organik cair agar dapat dijual kembali dan menghasilkan residu limbah yang sedikit. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi volume EM4 dan waktu fermentasi terhadap kadar C-organik, nitrogen, fosfor, kalium pupuk organik cair dan mengetahui hasil aplikasi pupuk organik cair pada pertumbuhan tanaman hidroponik. Metode preparasi pupuk organik cair menggunakan proses fermentasi dengan variasi volume bioaktivator EM4 0; 20; 40 mL dan waktu fermentasi 7; 14; 21 hari. Metode analisis pupuk organik cair diantaranya metode Walkley and Black (C-organik), Kjeldahl (N-total), spektrofotometri (P-total), spektrofotometer serapan atom (K-total). Hasil kadar C-organik 25,00-30,43%, kadar nitrogen 0,01-0,18%, fosfor 0,05-0,09%, kalium 0,34-0,71%, pH 4,26–4,41. Semakin banyak volume EM4, kadar C-organik dan fosfor meningkat, kadar nitrogen dan kalium menurun. Semakin lama waktu fermentasi, kadar C-organik meningkat, kadar nitrogen dan fosfor menurun, kadar kalium meningkat kemudian menurun. Hasil aplikasi pupuk organik cair pada tanaman kangkung sistem hidroponik wick tidak tumbuh setelah disemai 10 hari, tanaman bertahan seminggu kemudian layu dan mati. Hal ini disebabkan C-Organik lebih banyak dibanding kadar nitrogen, fosfor, kalium dan kurangnya sinar matahari untuk fotosintesis sehingga tanaman mengalami gejala etiolasi

### Abstract

PT. Herba Emas Wahidatama (Purbalingga) has date palm juice waste as a result of date palm juice that has not been standardized and has expired. Dates juice waste is used as liquid organic fertilizer so that it can be resold and produces less waste residue. This study aims to determine the effect of variations in EM4 volume and fermentation time on levels of C-organic, nitrogen, phosphorus, and potassium liquid organic fertilizer and determine the results of liquid organic fertilizer application on hydroponic plant growth. The method of preparation of liquid organic fertilizer uses a fermentation process with a volume variation of the bio activator EM4 0; 20; 40 mL and fermentation time 7; 14; 21 days. Liquid organic fertilizer analysis methods include the Walkley and Black method (C-organic), Kjeldahl (N-total), spectrophotometry (P-total), and atomic absorption spectrophotometer (K-total). The yield of C-organic content is 25.00-30.43%, nitrogen content is 0.01-0.18%, phosphorus is 0.05-0.09%, potassium is 0.34-0.71%, pH is 4.26– 4.41. With more volume of EM4, organic C- and phosphorus levels increased, and nitrogen and potassium levels decreased. The longer the fermentation time, the C-organic content increased, the nitrogen and phosphorus content decreased, and the potassium level increased and then decreased. The results of the application of liquid organic fertilizer on water spinach plants using the hydroponic wick system did not grow after 10 days of sowing, the plants lasted a week and then withered and died. This is due to more C-Organic than the levels of nitrogen, phosphorus, potassium, and lack of sunlight for photosynthesis so plants experience etiolation symptoms.

© 2022 Universitas Negeri Semarang

## Pendahuluan

Sari kurma memiliki kandungan gula yang tinggi. Sebagian besar tersusun dari gula sederhana seperti glukosa, fruktosa dan sukrosa. Tingginya kandungan gula sederhana kurma yang besarnya mencapai 20-70% (bobot kering) membuat sari kurma menjadi potensial untuk digunakan sebagai bahan substitusi pengganti sukrosa (Ismail *et al.*, 2018).

Salah satu perseroan terbatas di Kota Purbalingga yaitu PT. Herba Emas Wahidatama memproduksi sari kurma hampir setiap hari. Namun tidak semua sari kurma yang diproduksi memenuhi standar dan masih ada beberapa yang belum terjual sehingga mengalami penumpukan yang menyebabkan sari kurma tersebut menjadi kadaluarsa dan tergolong sebagai limbah. Limbah sari kurma yang kadaluarsa masih aman untuk diolah lagi dikarenakan limbah sari kurma tersebut masih tertutup rapat dan belum terkontaminasi oleh bakteri dari luar serta kandungan proksimat limbah sari kurma yang masih ada seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Seiring banyaknya limbah sari kurma yang belum diolah di PT. Herba Emas Wahidatama menyebabkan penumpukan limbah di gudang yang membutuhkan banyak biaya untuk pengolahan limbah pada pihak ketiga. Pengolahan limbah sari kurma dijadikan pupuk organik cair bertujuan agar pupuk tersebut dapat dijual kembali serta resiko dalam proses pengolahan pupuk rendah dan menghasilkan residu limbah yang sedikit.

Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Kandungan bahan kimia didalamnya maksimal 5% (Meriatna *et al.*, 2019). Pupuk organik diperkaya dengan satu atau kombinasi bakteri menguntungkan seperti bakteri pelarut fosfor, bakteri pelarut kalium dan silikat, bakteri pengikat nitrogen, bakteri penghasil fitohormon, bakteri penghasil kitinase, bakteri penghasil siderofor, dan lain-lain (Stella *et al.*, 2019). Bakteri tersebut biasanya berasal dari bioaktivator, salah satu bioaktivator yaitu ada EM4 (*Effective Microorganism 4*). EM4 (*Effective Microorganism 4*) merupakan campuran dari mikroorganisme menguntungkan yang berjumlah hampir sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam menfermentasikan bahan organik. Ada lima golongan yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi (*yeast*), dan *Actinomicetes* (Meriatna *et al.*, 2019). Aktivitas pupuk organik cair biasanya berasal dari proses fermentasi. Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi yang dapat menyebabkan perubahan sifat senyawa organik (Prasetyawati *et al.*, 2019).

(Meriatna *et al.*, 2019) telah melakukan penelitian pupuk organik cair dengan bahan baku limbah padat buah-buahan dengan variasi waktu fermentasi optimal pada hari ke-13 dan volume EM4 optimal pada volume 60 mL menghasilkan Nitrogen (N) 13,4 %, untuk Fosfor ( $P_2O_5$ ) 10,92 %, dan untuk Kalium ( $K_2O$ ) 6,39 % yang mana variasi tersebut berpengaruh terhadap kadar unsur hara makro (N, P, K). Sehingga dilakukan penelitian dengan mempreparasi pupuk organik cair limbah sari kurma dengan memvariasi waktu fermentasi 0, 14, 21 hari dan volume EM4 0, 20, 40 mL karena berdasarkan penelitian sebelumnya kadar unsur hara makronya melebihi standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Dalam salah satu studi pengomposan 70% limbah kurma dan 30% limbah udang dan kepiting menunjukkan bahwa kompos akhir bisa menjadi pupuk yang baik (kadar air 57,1% dan bahan organik 891 g/ kg bahan kering) (Benabderrahim *et al.*, 2018). Preparasi ini menggunakan proses fermentasi dengan bantuan fermentor bioaktivator EM4 dengan beberapa variasi waktu fermentasi dan volume penambahan EM4. EM4 ditambahkan untuk mengoptimalkan memanfaatkan zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna lemak, protein, gula, pati, selulose. 90% bakteri *Lactobacillus sp* (bakteri penghasil asam laktat), ragi, bakteri fotosintetik, jamur pengurai selulosa, bakteri pelarut fosfat, dan *Streptomyces sp* terkandung dalam EM4 (Surung, 2008). Pupuk organik cair akan diuji karakteristik unsur haranya serta dikarakterisasi senyawa organiknya. Pupuk organik cair akan di uji aktivitasnya dengan diaplikasikan pada tanaman hidroponik. Hidroponik merupakan metode dalam bercocok tanam yang menggunakan air yang sudah dicampur dengan campuran hara dan tidak menggunakan tanah sebagai media tanamnya (Efimov & Salama, 2017). Ghehsareh *et al.*, (2013) melaporkan bahwa media kultur dari limbah kurma memiliki potensi dalam pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik.

## Metode

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah AL-204 Analytical Balance, gelas ukur pyrex 100 mL, gelas kimia pyrex 250 mL, cawan petri, desikator, botol aqua bekas, erlenmeyer pyrex 250 dan 500 mL, pipet tetes, pipet volume pyrex 10 mL, labu ukur pyrex 100, 250, dan 500 mL, penangas air, buret pyrex 50 mL, oven, statif dan klem, hot plate, vortex mixer, labu kjeldahl, alat destilasi, labu destilasi pyrex 500 mL, Spektrofotometer Serapan Atom (SAA) AAS AA-7000 Merk SHIMADZU, Spektrofotometer UV-VIS (Perkin

Elemer Lamda 900), pH Meter *Professional pH-ORP-TEMP Bench Meter*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sari kurma dari PT. Herba Emas Wahidatama yang sudah kadaluarsa (2 tahun setelah kadaluarsa), bioaktivator EM4 (PT. Songgolangit Persada), tanaman selada jenis kriebo, *rockwool*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96,1%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Pa., H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ,05 N, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1 N, aquades, air bebas ion, campuran selenium, indikator Conway, NaOH 40%, batu didih, HNO<sub>3</sub> 65%, HCl 37%, Ammonium molibdat, Asam borat 1%, Parafin cair, devarda alloy, HClO<sub>4</sub>, kertas saring wattman, ammonium heptamolibdat, kalium antimolinartat, asam askorbat, Air AC.

Pertama-tama limbah sari kurma dianalisis analisis kandungan unsur hara serta kandungan proksimat. Pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan limbah sari kurma ditimbang sebanyak 500 mL selanjutnya limbah tersebut direbus terlebih dahulu, kemudian limbah sari kurma dimasukkan ke dalam wadah toples dan ditambahkan bioaktivator EM4 sebanyak 0, 20, dan 40 mL, selanjutnya wadah ditutup dan campuran difermentasi dengan lama waktu 7, 14, dan 21 hari.

Pupuk organik cair kemudian diuji kadar C-organik dengan metode Walkley and Black, kadar N-total dengan metode Kjeldahl, kadar P-total dengan metode spektrofotometri, kadar K-total dengan metode spektrofotometer serapan atom, dan pH menggunakan *Professional pH-ORP-TEMP Bench Meter* (AOAC, 1980). Metode yang digunakan merupakan standar metode analisis pupuk organik cair Balittanah.

Pupuk organik cair diaplikasikan pada tanaman hidroponik dengan sistem *wick* (sumbu). Benih kangkung disemai di *rockwool* kemudian setelah 10 hari tanaman dipindah ke dalam sistem *wick* dengan nutrisi pupuk organik cair limbah sari kurma yang sudah dicampur dengan air AC (*Air Conditioner*). Pupuk organik cair tersebut diukur sampai mencapai 500-600 ppm dengan menggunakan TDS Meter. Tanaman kangkung ditanam selama 30 hari dengan nutrisi kontrol minggu pertama  $\pm$  500 ppm, minggu kedua  $\pm$  800 ppm, dan minggu ketiga hingga panen  $\pm$  1200 ppm (Julyana *et al.*, 2018).

## Hasil dan Pembahasan

### Analisis Kandungan Limbah Sari Kurma

Tabel 1 adalah hasil analisis kandungan unsur hara serta kandungan proksimat limbah sari kurma. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa komponen utama dalam limbah sari kurma adalah karbohidrat dan air sebanyak 78,565% dan 17,270% sedangkan C-organik sebesar 36,30% dengan pH 4,12 dan tergolong asam.

**Tabel 1.** Hasil analisis kandungan unsur hara serta kandungan proksimat limbah sari kurma

Parameter	Kadar (%)
pH	4,12
C-organik	36,30
Nitrogen	0,19
Kalium	0,01
Fosfor	0,03
Glukosa	20
Karbohidrat	78,565
Protein	0,837
Air	17,270
Abu	1,929
Lemak	1,399

### Hasil Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Sari Kurma

Proses perebusan (sterilisasi) sari kurma hingga mendidih bertujuan untuk mematikan mikroorganisme yang ada pada limbah sari kurma. Setelah dingin, limbah sari kurma sebanyak 500 mL ditambahkan EM4 dengan variasi volume 0, 20, dan 40 mL lalu dihomogenkan. Penambahan EM4 bertujuan untuk mempercepat proses pembuatan pupuk organik serta meningkatkan kualitas pupuk organik cair (Hartini *et al.*, 2018). Penambahan EM4 juga bertujuan untuk mengaktifkan bakteri pelarut fosfat, memfermentasikan bahan organik menjadi asam amino dengan cara meningkatkan kandungan humus *lactobacillus*, meningkatkan penyerapan unsur hara, karbohidrat, dan unsur mikro lain (Mulyanyingsih, 2013). Variasi volume EM4 dilakukan berdasarkan penelitian (Meriatna *et al.*, 2019), kandungan unsur hara makro (N, P, K) pada pupuk organik cair dengan volume bioaktivator sebanyak 60 ml menghasilkan nitrogen (N) 13,4 %, untuk fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 10,92 %, dan untuk kalium (K<sub>2</sub>O) 6,39 % yang menunjukkan bahwa kadar nitrogen dan fosfor melebihi standar yang ditetapkan SNI, karena kelebihan kadar tersebut

dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Proses fermentasi dilakukan dengan variasi waktu selama 7, 14, 21 hari. Kusumadewi *et al.*, (2019) menyatakan bahwa fermentasi selama 1 minggu menghasilkan nitrogen (0,43%), fosfor (0,17%), dan kalium (0,27%), sedangkan fermentasi selama 2 minggu menghasilkan nitrogen (0,49%), fosfor (0,13%), dan kalium (0,22%) yang mana kadar unsur hara tersebut masih dibawah standar SNI. Fermentasi yang dilakukan yaitu fermentasi aerob (membutuhkan oksigen). Pada proses fermentasi suhu yang digunakan yaitu suhu ruangan (24°C–26,5°C). Suhu yang digunakan sesuai dengan standar peraturan pemerintah dimana pada suhu tersebut mikroorganisme dapat mendegradasi substrat pada limbah sari kurma (Putri, 2018). pH pada proses fermentasi untuk sampel disajikan dalam Tabel 2. Namun rata-rata pH pupuk organik cair dengan waktu fermentasi 1 minggu adalah 6,9; sementara untuk waktu fermentasi 2 minggu adalah 6,8 (Kusumadewi *et al.*, 2019).

**Tabel 2.** Harga pH pada saat proses fermentasi

waktu	Harga pH		
	EM4 0 mL	EM4 20 mL	EM4 40 mL
7 hari	4,28 – 4,30	4,21 - 4,22	4,15 – 4,16
14 hari	4,28 – 4,34	4,17 – 4,20	4,18 – 4,19
21 hari	4,29 – 4,30	4,18 – 4,24	4, 17 – 4, 21

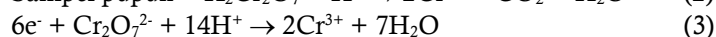
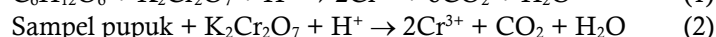
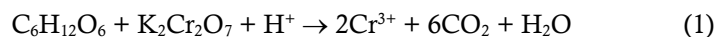
Proses fermentasi bertujuan untuk menguraikan unsur organik yang ada pada limbah sari kurma agar pupuk organik cair mudah diserap oleh tanaman. Fermentasi juga menghasilkan beberapa senyawa organik yang dapat diserap dengan mudah oleh akar tanaman dan melindungi tanaman dari hama penyakit seperti asam nukleat, asam asetat, biohormon, dan lain-lain (Makiyah, 2013). Setelah proses fermentasi dilakukan, kondisi fisik dari pupuk organik cair yaitu warna tetap coklat kepekatan, kental dan berbau menyengat. Tabel 3 menyajikan data standar pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia:

**Tabel 3.** Standar Parameter Pupuk Organik Cair (KEPMENTAN, 2019).

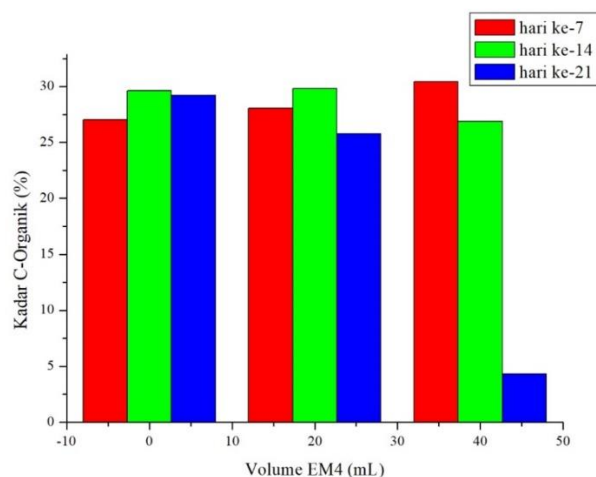
Parameter	Satuan	Standar mutu
C-Organik	% (w/v)	Minimum 10
Hara makro: N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	% (w/v)	2 - 6
N- organik	% (w/v)	Minimum 0,5
pH	-	4 – 9

#### Analisis Kadar C-Organik Pupuk Organik Cair dari Limbah Sari Kurma

Penentuan kadar C-organik dilakukan dengan menggunakan metode Walkley and Black yaitu C-organik pada sampel dioksidasi dengan dikromat dalam suasana asam seperti pada persamaan 1-3 (Nurmahribi, 2021). Krom III yang setara dengan C-organik teroksidasi diukur dengan spektrofotometri (AOAC, 1980).



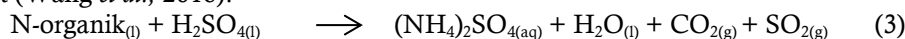
Kadar C-organik dalam berbagai konsentrasi sudah melampaui batas minimum yang ditetapkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia terlihat pada gambar 1. Namun semakin lama waktu fermentasi dan semakin besar volume penambahan EM4, kadar C-organik pada pupuk organik cair semakin menurun. Hal ini dikarenakan mikroba EM4 yang ditambahkan membutuhkan C-organik untuk menguraikan senyawa organik kompleks, berkembang, dan menambah jumlah selnya sehingga kadar C-organik semakin menurun (Adiprakoso, 2012).



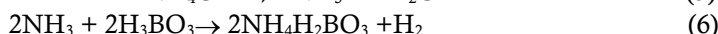
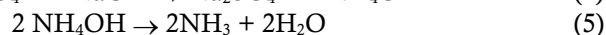
**Gambar 1.** Grafik kadar C-organik pupuk organik cair limbah sari kurma

#### Analisis Kadar Nitrogen Pupuk Organik Cair Limbah Sari Kurma

Penentuan kadar nitrogen pada pupuk organik cair ini menggunakan metode Kjeldahl. Metode ini terdiri dari 3 tahapan, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahapan destruksi, sampel didestruksi dengan asam sulfat/kalium sulfat berperan sebagai katalis yang secara kuantitatif mengubah nitrogen menjadi ammonium sulfat (Wang *et al.*, 2016).



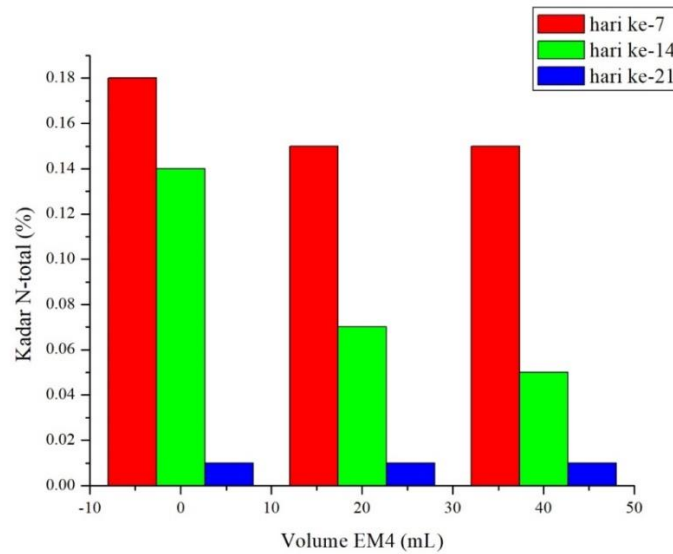
Pada tahap destilasi, terjadi pemecahan ammonium sulfat menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ). Pada tahap ini, penambahan NaOH bertujuan untuk menetralkan asam sulfat. Penambahan indikator Conway yang merupakan indikator bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun basa) bertujuan untuk mengetahui titik akhir gas ammonia telah terserap dan ditandai dengan perubahan warna menjadi larutan biru kehijauan. Larutan yang didestilasi ditambahkan dengan asam borat yang berfungsi menangkap  $\text{NH}_3$  dan larutan berubah menjadi berwarna biru karena larutan menangkap ammonia yang bersifat basa sehingga mengubah warna merah muda menjadi hijau kebiruan, reaksi destilasi dikatakan berakhir apabila ammonia sudah tidak bereaksi lagi (Yusmayani, 2019). Berikut reaksinya:



Titrasi bertujuan menentukan seberapa banyak volume HCl yang dibutuhkan untuk mengubah warna biru menjadi warna merah muda. HCl pada tahap titrasi ini digunakan agar perhitungan nitrogen tetap akurat. Titik akhir titrasi ditandai dengan adanya warna merah muda yang tidak hilang selama 30 detik (Amalia & Fajri, 2020). Berikut reaksinya:



Berdasarkan gambar 2, kadar nitrogen pupuk organik cair masih dibawah standar yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Kadar nitrogen pupuk organik cair semakin menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi, hal ini disebabkan karena unsur nitrogen akan menguap ke udara dalam bentuk mineral  $\text{NH}_3$ . Pengaruh metabolisme sel yang menyebabkan nitrogen terasimilasi dan mengalami volatilisasi (hilang di udara bebas) sebagai ammonia sehingga kadar nitrogen menjadi semakin berkurang nitrogen juga digunakan sebagai nutrisi oleh mikroorganisme untuk berlangsungnya hidup (Kurniawan *et al.*, 2016).

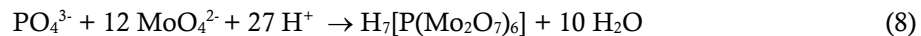


**Gambar 2.** Grafik kadar N- total pupuk organik cair limbah sari kurma

#### Analisis Kadar Fosfor Pupuk Organik Cair Limbah Sari Kurma

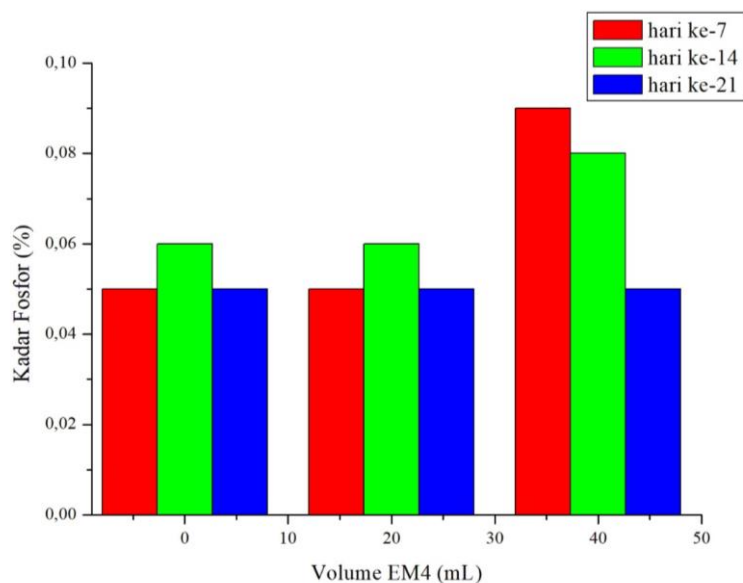
Penentuan kadar fosfor pupuk organik cair menggunakan metode spektrofotometri. Tahap awal dari metode ini yaitu destruksi. Destruksi bertujuan mengoksidasi senyawa organik pada sampel menggunakan asam perklorat (HClO<sub>4</sub>) dan asam nitrat pekat (HNO<sub>3</sub>). Destruksi diakhiri dengan larutan berubah menjadi warna bening (Syafri *et al.*, 2017).

Penentuan kadar fosfor dilakukan secara spektrofotometri UV-VIS dengan menggunakan larutan pembangkit warna yang terbuat dari ammonium heptamolibdat, kalium antimolinatrat, asam sulfat, dan asam askorbat. Kadar fosfor diukur dengan panjang gelombang 889 nm. Pada medium asam, kompleks warna kuning dengan ion molibdat terbentuk oleh ortofosfat. Kompleks fosfomolibdat warna biru terbentuk dari adanya asam askorbat dan antimon. Tujuan ditambahkan antimon adalah melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Selain itu penambahan antimon juga berfungsi untuk meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran yang lebih sensitif. Warna biru yang terbentuk bergantung pada kondisi redoks medium dan pH. Reaksinya sebagai berikut:



Absorbansi dapat diukur apabila kompleks fosfomolibdat direduksi oleh asam askorbat. Penambahan asam askorbat (agen pereduksi) akan terbentuk molibdenum (V) yang berwarna biru (Mulyaningsih, 2013).

Berdasarkan hasil analisis data, kadar fosfor pupuk organik cair belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh Ketetapan Menteri Pertanian Republik Indonesia seperti pada gambar 3. Semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka semakin menurun kadar fosfor pupuk organik cair. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi yang mengalami pembalikan sehingga pupuk organik cair akan kehilangan unsur haranya (fosfor) (Goodwin, 2016). Sedangkan semakin banyaknya volume EM4 yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kadar fosfor pupuk organik cair, hal ini dikarenakan adanya pelarutan fosfat dalam bahan organik yang dilakukan oleh bakteri pelarut fosfat yang terkandung dalam EM4, sehingga kadar fosfor dalam pupuk organik cair lebih tinggi dengan penambahan volume EM4 yang lebih banyak dibanding dengan tanpa penambahan EM4 (Widyabudiningih *et al.*, 2021).



Gambar 3 Grafik kadar fosfor pupuk organik cair limbah sari kurma

#### Analisis Kadar Kalium Pupuk Organik Cair Limbah Sari Kurma

Kadar kalium ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA). Pada tahapan analisis terdapat tahapan destruksi yang bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik menggunakan asam kuat ( $\text{HNO}_3$ ) dan  $\text{HClO}_4$ , destruksi diakhiri dengan warna larutan menjadi bening atau tidak berwarna (Syafri *et al.*, 2017).

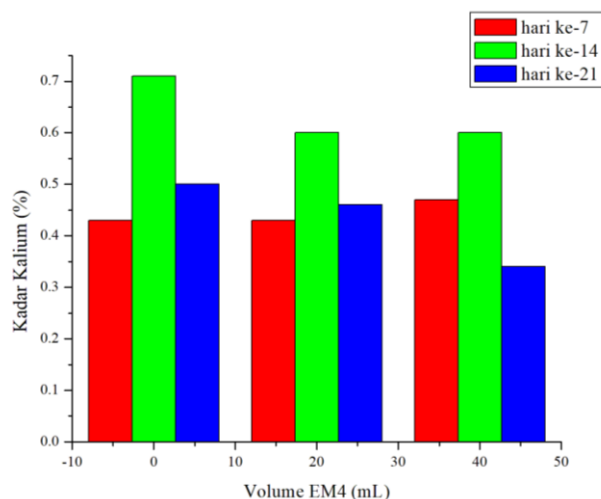
Hasil analisis data pada gambar 4 menunjukkan bahwa kadar kalium pupuk organik cair masih belum memenuhi standar yang ditetapkan Ketetapan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Kadar kalium pupuk organik cair mengalami peningkatan fermentasi hari ke -14, hal ini dikarenakan mikroorganisme pengurai kalium mengalami pertumbuhan dan pembelahan secara cepat yang menyebabkan unsur kalium menjadimeningkat oleh aktivitas mikroorganisme pengurai senyawa organik. Sedangkan pada fermentasi hari ke-21 kadar kalium menurun karena mikroorganisme yang dihasilkan sama dengan mikroorganisme mati yang disebabkan oleh nutrisi mikroba berkurang, fase ini dinamakan fase keseimbangan sehingga kadar kalium menurun (Kusumadewi *et al.*, 2019). Kadar kalium juga menurun seiring dengan bertambahnya volume EM4, hal ini dikarenakan mikroba memanfaatkan unsur kalium untuk dekomposisi, sehingga kadar kalium berkurang (Nur *et al.*, 2016).

#### Analisis pH Pupuk Organik Cair Limbah Sari Kurma

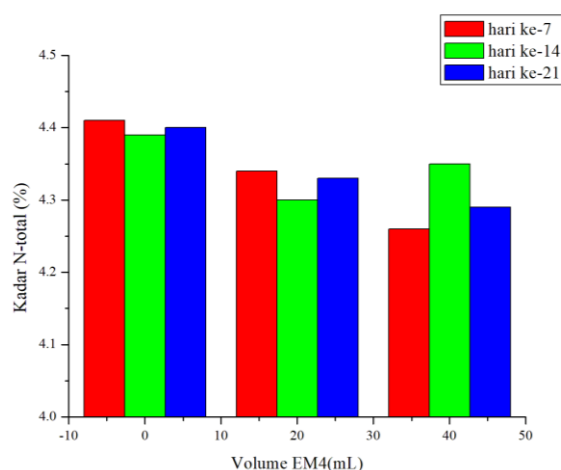
Konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dalam larutan menunjukkan nilai pH yang dinyatakan sebagai  $-\log [\text{H}^+]$ . Kenaikan potensial larutan meningkatkan konsentrasi  $\text{H}^+$  yang diukur dengan menggunakan alat dan dikonversi dalam skala pH. Potensial yang disebabkan kenaikan konsentrasi  $\text{H}^+$  dapat diukur dengan elektroda gelas yang merupakan elektroda selektif khusus  $\text{H}^+$  dan diukur berdasarkan potensial elektroda pembanding (kalomel atau  $\text{AgCl}$ ). Elektroda yang biasanya digunakan terdiri dari elektroda pembanding dan elektroda gelas (elektroda kombinasi) (Tumimbang & Tamod, 2016).

pH pupuk organik cair pada gambar 5 sudah memenuhi standar Ketetapan Menteri Pertanian Republik Indonesia. Berdasarkan hasil analisis data, pH mengalami penurunan seiring dengan volume EM4 yang ditambahkan, hal ini dikarenakan lingkungan yang asam yang dibentuk oleh *Lactobacillus* (aktivitas bakteri asam laktat dan bakteri pelarut fosfat) yang menghasilkan enzim fosfatase dan asam-asam organik. Namun pH optimum yang diperlukan pupuk organik untuk proses penguraian bahan organik yaitu antara 5-8, sehingga diperlukan penambahan kapur untuk menaikkan pH agar proses fermentasi menghasilkan kandungan yang maksimal (Elvinta, 2019).





**Gambar 4.** Grafik kadar kalium pupuk organik cair limbah sari kurma



**Gambar 5.** Grafik pH pupuk organik cair limbah sari kurma

Hasil uji *Total Plate Count* (TPC) Pupuk Organik Cair

*Total Plate Count* (TPC) adalah salah satu metode untuk menghitung jumlah koloni mikroba dalam sebuah sampel yang tumbuh pada media kultur (Purwa, *et al.*, 2012). Metode *Total Plate Count* (TPC) memiliki prinsip pengujian yaitu bakteri yang dikembangbiakkan dalam sebuah medium yang sudah diberi nutrisi yang diperlukan untuk berkembangnya bakteri yang dibiakkan. Kemudian koloni yang tumbuh merupakan jumlah seluruh mikroorganisme yang ada dalam sampel (Santhi, 2017).

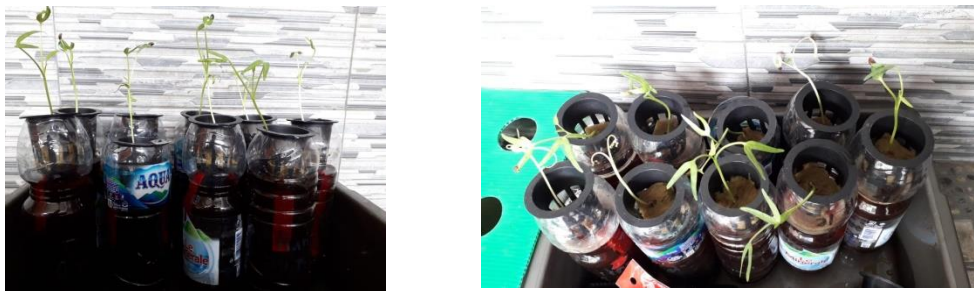
Hasil uji *Total Plate Count* (TPC) pada pupuk organik cair dengan variasi volume EM4 0 mL dengan waktu fermentasi 14 hari yaitu  $1,5 \times 10^4$  CFU/mL. *Total Plate Count* (TPC) pada EM4  $2,8 \times 10^4$  CFU/mL. Hal ini menunjukkan bahwa *Total Plate Count* (TPC) mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan sari kurma memiliki aktivitas antibakteri karena memiliki senyawa saponin dan flavonoid yang mampu membentuk pori-pori pada membran sehingga berefek bakterisidal. Aktivitas antibakteri pada sari kurma tidak begitu berpengaruh terhadap bakteri yang ada di pupuk organik cair. Menurut (Traversi *et al.*, 2015), menyatakan bahwa pemanfaatan bahan organik pada limbah cair dapat menyebabkan jumlah mikroorganisme di dalamnya mengalami fluktuasi. Fluktuasi jumlah koloni bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu nutrisi makanan, suhu dan derajat keasaman (pH). Menurut Putri *et al.*, (2018), laju peningkatan pada jumlah bakteri dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan.

#### Hasil Aplikasi Pupuk Organik Cair pada Tanaman Hidroponik

Pupuk organik cair limbah sari kurma diaplikasikan pada pertumbuhan tanaman kangkung dengan menggunakan sistem hidroponik desain *Wick*. Kangkung adalah tanaman yang dapat tumbuh cepat dengan masa pertumbuhan 25-30 hari setelah tahap penyemaian. Tanaman kangkung dapat hidup di



dataran tinggi maupun dataran rendah pada kawasan berair dengan suhu 20-30°C. Tanaman kangkung juga cocok ditanam menggunakan sistem hidroponik karena dapat hidup di dataran rendah hingga ketinggian 1000 m di atas permukaan laut dengan suhu 20-30°C, pH 5,5-6,5 dengan intensitas cahaya matahari sekitar 10 jam (Aminah *et al.*, 2020). Desain *wick* (sumbu) adalah cara bercocok tanam hidroponik dengan prinsip sederhana dimana hanya menggunakan sumbu sebagai perantara antara nutrisi dengan media tanam. Tanaman akan mendapat air dan nutrisi melalui perantara sumbu dengan memanfaatkan prinsip daya kapilaritas air, sehingga media tanam akan selalu basah oleh air dan nutrisi. Desain ini dikatakan pasif karena tidak ada bagian yang bergerak (Marlina *et al.*, 2015).



**Gambar 6.** Hasil aplikasi pupuk organik cair dengan metode sumbu (*Wick*) setelah 10 hari penyemaian

Berdasarkan hasil analisis data, bibit tanaman kangkung yang ditanam dengan *rockwool* dipindah setelah 10 hari penyemaian dengan panjang tanaman sekitar 10-12,8 cm seperti pada gambar 6. Tanaman kangkung tersebut ditanam menggunakan sistem hidroponik *Wick* (sumbu) dengan pemberian nutrisi AB Mix dan nutrisi dari pupuk organik cair limbah sari kurma. Nutrisi AB Mix adalah nutrisi untuk bertanam secara hidroponik yang dibuat dalam dua kemasan berbeda yaitu Mix A dan Mix B, Mix A mengandung unsur Kalsium, sedangkan mix B mengandung sulfat dan fospat (Suarsana *et al.*, 2019). Volume pupuk organik cair yang akan digunakan sebagai pupuk berbeda-beda. Pada variasi waktu fermentasi 7 hari sebanyak 40 mL, 14 hari sebanyak 35 mL, dan 21 hari sebanyak 30 mL. Pupuk organik cair tersebut dilarutkan dalam 1 liter air AC (*Air Conditioner*). Penggunaan air AC (*Air Conditioner*) digunakan sebagai pengganti aquades. Hal ini disebabkan karena air buangan AC tersebut berasal dari kondensasi (pengembunan) udara sekitar yang mengandung uap air menghasilkan air dalam bentuk cair. Bila dilihat proses terjadinya air buangan tersebut, maka air AC merupakan air murni yang hampir tidak tercemar oleh elemen - elemen yang mengendap, sehingga bila dibandingkan dengan air hujan atau air tanah, maka sebenarnya air buangan AC lebih bersih (Samik *et al.*, 2017). Perbedaan volume pupuk organik cair yang digunakan sebagai nutrisi disebabkan karena pada volume tersebut kadar ppm nutrisi sudah mencapai 500 ppm. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan pengadukan nutrisi setiap harinya agar nutrisi tidak mengendap serta pemberian sinar matahari selama 30 menit hingga 1 jam.



**Gambar 7.** Hasil aplikasi pupuk organik cair pada tanaman hidroponik

Hasil penelitian pertumbuhan tanaman kangkung tidak mengalami pertumbuhan lagi setelah dipindah ke dalam sistem hidroponik dengan nutrisi pupuk organik cair limbah sari kurma dengan berbagai variasi seperti pada gambar 7. Tanaman kangkung hanya mampu bertahan dalam waktu seminggu sehingga tanaman mengalami layu secara perlahan kemudian mati. Hal ini disebabkan oleh kandungan pupuk organik cair yang belum memenuhi standar SNI. Minimnya kandungan unsur hara yang diserap tanaman menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh. Hal ini disebabkan pada hasil analisis unsur P, terdapat unsur

makro  $P_2O_5$ , sedangkan tanaman hanya menyerap unsur P dalam berupa  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$ , Sehingga P tidak dapat diserap oleh tanaman dan mengendap dalam larutan. Selain itu, kekurangan unsur kalium, nitrogen dan fosfor juga menyebabkan tanaman menjadi kerdil, menurunkan produksi tanaman, jumlah daun yang sedikit, dan lebar daun yang sempit (Ulfa *et al.*, 2017). Kekurangan nitrogen juga dapat menyebabkan daun muda berwarna kuning (*Klorosis*) (Sutejo, 2002). Terlalu tinggi dan terlalu rendahnya pH juga mempengaruhi unsur hara pada media tumbuh. Unsur hara tersebut dapat mengendap dan tidak terserap dengan baik oleh akar sehingga metabolisme akar terganggu yang dapat dilihat dari penyimpangan pada tanaman (Adelia *et al.*, 2013). pH pada pupuk organik cair yang digunakan masih terlalu asam, pH yang asam mempengaruhi ketersediaan unsur nitrogen dan fosfor (Praptiwi & Arti, 2017). Jika kadar nitrogen berkurang maka berpengaruh pada kadar fosfor yang menyebabkan berkurangnya multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor. Apabila unsur nitrogen dan fosfor berkurang maka unsur kalium dalam hidroponik menjadi berlebih (Cesaria *et al.*, 2014). Sistem hidroponik yang sederhana tanpa adanya pompa air juga menyebabkan nutrisi dari pupuk organik cair mengendap dan tidak dapat terserap dengan maksimal oleh tanaman. Selain itu penyebab tanaman tidak mengalami pertumbuhan yaitu kurangnya sinar matahari untuk proses fotosintesis tanaman yang menunjukkan tanaman mengalami gejala etiolasi. etiolasi dipengaruhi oleh hormon yang ada di dalam tanaman yaitu auksin. Di tempat rendah cahaya, auksin akan memacu pertumbuhan batang lebih tinggi namun tanaman menjadi lemah, batang tidak kokoh, daun kecil, dan tumbuhan tampak pucat. Gejala etiolasi terjadi karena ketiadaan cahaya matahari (Vita, 2017). Sedangkan, tanaman kangkung dengan pemberian nutrisi AB *mix* bertahan lebih lama dibanding dengan pemberian nutrisi pupuk organik cair limbah sari kurma, namun tidak mengalami kenaikan pertumbuhan. Hal ini disebabkan nutrisi AB *mix* memiliki komposisi yang seimbang yaitu unsur hara makro dan mikro untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Sutrisno *et al.*, 2015).

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Kadar C-organik pupuk organik cair limbah sari kurma sudah memenuhi standar SNI yaitu 25,00%-30,43%, sedangkan pada kadar nitrogen, fosfor, dan belum memenuhi standar SNI, yaitu nitrogen (0,01% - 0,18%), fosfor (0,05% - 0,09%), dan kalium (0,34% - 0,71%). pH pupuk organik cair limbah sari kurma sudah memenuhi standar SNI yaitu 4,26 – 4,41. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin besar volume EM4, maka kadar C-organik semakin tinggi. Pada kadar nitrogen semakin lama waktu fermentasi dan semakin besar volume EM4, maka kadar nitrogen semakin menurun. Pada kadar fosfor semakin lama waktu fermentasi maka kadar fosfor semakin menurun, sedangkan semakin banyak volume EM4 kadar fosfor semakin banyak. Pada kadar kalium, semakin banyak volume EM4, kadar kalium semakin banyak, sedangkan pada lama waktu fermentasi dari hari ke 7 menuju ke hari 14 mengalami kenaikan, dan menurun pada hari ke 21. Pupuk organik cair limbah sari kurma diaplikasikan pada tanaman kangkung yang di tanam menggunakan sistem hidroponik *wick* (sumbu). Pada semua variasi, hasil aplikasi pupuk organik cair limbah sari kurma pada tanaman kangkung tidak tumbuh. Tanaman mati setelah proses penyemaian selama 10 hari dan hanya bertahan selama 1 minggu.

### Daftar Pustaka

- Adelia, P. F., Koesriharti, & Sunaryo. 2013. Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro (Fe dan Cu) dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Amarantus tricolor L.*) dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Produksi Tanaman*, 1(3): 48–58.
- Adiprakoso, D. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Tepung Pakan Ayam dari Limbah Tempe menggunakan Bioaktivator EM4. *Skripsi*. Fakultas Teknik Program Studi Teknologi Bioproses Universitas Indonesia.
- Amalia, D., & Fajri, R. 2020. Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill Dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di Pt Pupuk Iskandar Muda. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1): 28–32. <https://doi.org/10.33059/jq.v2i1.2639>
- Aminah, I. S., Rosmiah, R., Hawalid, H., Yuningsih, L., & Helmizuryani, H. 2020. Penyuluhan Budidaya Tanaman Sayur Kangkung (*Ipomoea reptans*) melalui Sistem Hidroponik di Kelurahan Alang-Alang Lebar Kota Palembang. *Altifani: International Journal of Community Engagement*, 1(1): 46-50. <https://doi.org/10.32502/altifani.v1i1.3010>

- Benabderrahim, M. A., Elfalleh, W., Belayadi, H., & Haddad, M. 2018. Effect of date palm waste compost on forage alfalfa growth, yield, seed yield and minerals uptake. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1): 1-9. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0182-6>
- Cesaria, R. Y., Wirosodarmo, R., & Suharto, B. 2014. Pengaruh penggunaan starter terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2): 8–14. <https://jsal.ub.ac.id>
- Efimov, I., & Salama, G. 2012. The future of optical mapping is bright: RE: Review on: “optical imaging of voltage and calcium in cardiac cells and tissues” by Herron, Lee, and Jalife. *Circulation Research*, 110(10): 292–297. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.112.270033>
- Goodwin, B. Y. T. W. 2016. *The Nature and Distribution*. May: 467–473.
- Hartini, S., Letsoin, F., & Kristijanto, A. I. 2018. Productive Liquid Fertilizer from Liquid Waste Tempe Industry as Revealed by Various EM4 Concentration. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 349(1): 1-9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/349/1/012059>
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*, 552(c).
- Ismail, E. A., Darni, J., & Setyorini, I. Y. 2018. Pengaruh Substitusi Sari Kurma Terhadap Daya Terima Marmalade Jeruk Pamelo. *Darussalam Nutrition Journal*, 2(1):1-10. <https://doi.org/10.21111/dnj.v2i1.1956>
- Julyana, S. M., Suhendar, R. M., & Janizal. 2018. Sistem Pengendalian Nutrisi pada Tanaman Kangkung Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Elektra*, 3(2): 69–72.
- KEPMENTAN. 2019. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No 261*. 1–18. <http://psp.pertanian.go.id/index.php/page/publikasi/418>
- Kurniawan, D., Kumalaningsih, S., & S., N. M. S. 2016. Pengaruh volume penambahan *effective microorganism* 4 (EM4) 1% dan lama fermentasi terhadap kualitas pupuk bokashi dari kotoran kelinci dan limbah nangka. *Jurnal Industri*, 2(1):57–66. <http://industri.ub.ac.id/index.php/industri/article/viewFile/129/319>
- Kusumadewi, M. A., Suyanto, A., & Suwerda, B. 2019. Kandungan Nitrogen , Phosphor , Kalium , dan pH Pupuk Organik Cair dari Sampah Buah Pasar Berdasarkan Variasi Waktu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2): 92–99.
- Makiyah, M. 2013. Analisis Kadar N, P dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*). *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Marlina, I., Triyono, S., & Tusi, A. 2015. Pengaruh Media Tanam Granul Dari Tanah Liat Terhadap Pertumbuhan Sayuran Hidroponik Sistem Sumbu. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(2): 143–150.
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. 2019. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM4 (*Effective Microorganism*) pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1): 13-29. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>
- Mohammadi Ghehsareh, A. 2013. Effect of date palm wastes and rice hull mixed with soil on growth and yield of cucumber in greenhouse culture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1): 1–5. <https://doi.org/10.1186/2251-7715-2-17>
- Mulyaningsih, R. 2013. Pemanfaatan Tepung Tulang Ayam (TTA) untuk Meningkatkan Kadar N, P, dan K Pada Pupuk Organik Cair Industri Limbah Tahu. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Penambahan Bioaktivator EM4 (*Effective Microorganisms*). *Konversi*, 5(2): 44–51. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4766>
- Praptiwi, & Arti, D. W. K. 2017. Manfaat Buah Kurma. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(4): 21–25. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Prasetyawati, M., Casban, C., Nelfiyanti, N., & Kosasih, K. 2019. Pelatihan Pembuatan Pupuk Cair Dari Bahan Sampah Organik di RPTRA Kelurahan Penggilingan. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ, September 2019*: 1–6.
- Purwa, N., Junianto, & Herawati, T. 2012. Karakteristik Bakteri Caviar Nilem dalam Perendaman Campuran Larutan Asam Asetat dengan Larutan Garam pada Penyimpanan Suhu Rendah (5-10°C). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 3(4): 32.
- Putri, N. A. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Pupuk Organik Cair Kombinasi Batang Pisang, Kulit Pisang dan Buah Pare terhadap Uji Kandungan Unsur Hara Makro Fosfor (P) dan Kalsium (Ca) Total dengan Penambahan Bioaktivator EM4. *Skripsi. FKIP, Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.*, 24(3): 155–172.
- Putri, R. M. S., Nurjanah, & Tarman, K. 2018. Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Serbuk Minuman Fungsional Lintah Laut (*Discodoris sp.*) pada Suhu yang Berbeda Selama Penyimpanan. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 35(3): 124–130. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.3.729>
- R. Syafri, D. Simamora. 2017. Analisa Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Industri Keripik Nanas dan Nangka Desa Kualu Nenas dengan penambahan Urin Sapi dan EM4. *Jurnal Photon*. 8(1): 4–9.
- Samik, S., Setiarso, P., & Sanjaya, I. G. M. 2017. Pemanfaatan Air Buangan Ac (*Air Conditioner*) Sebagai Pengganti Akuades. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 1(1):1-8. <https://doi.org/10.26740/icaj.v1n1.p29-36>
- Santhi, D. G. D. D. 2017. Uji *Total Plate Count* (Tpc) Pada Produk Udang Segar. *Program Studi Pendidikan Dokter Denpasar Universitas Udayana Denpasar*, 1-7.
- Stella, M., Theeba, M., & Illani, Z. I. 2019. Organic fertilizer amended with immobilized bacterial cells for extended shelf-life. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20(June), 101248. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101248>
- Suarsana, M., Parmila, I. P., & Gunawan, K. A. 2019. Pengaruh Konsentrasi Nutrisi AB Mix terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) dengan Hidroponik Sistem Sumbu (*Wick System*). *Agro Bali (Agricultural Journal)*, 2(2): 98–105.
- Surung, M. Y. 2008. Pengaruh Dosis Em-4 (*Effective Microorganisms-4*) Dalam Air Minum Terhadap Berat Badan Ayam Buras. *Jurnal Agrisistem*, 4(2): 109–113.
- Sutrisno, A., Ratnasari, E., & Fitrihidajati, H. 2003. Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 Sebagai Alternatif Nutrisi Hidroponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (*Brassica juncea var. Tosakan*) *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 4(1): 56-63. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Traversi, D., Romanazzi, V., Degan, R., Lorenzi, E., Carraro, E., & Gilli, G. 2015. Microbial-chemical indicator for anaerobic digester performance assessment in full-scale wastewater treatment plants for biogas production. *Bioresource Technology*, 186: 179–191. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.03.042>
- Tumimbang, M., & Tamod, Z. E. 2016. Qualitative Test Content of the Compost Mix Some Dirt Domesticated. *Eugenia*, 22(3): 123–133.
- Ulfa N. 2017. Pengaruh Limbah Cair Tapioka terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir.*) dengan Teknik Hidroponik Sistem Rakit Apung. *Skripsi. Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung*
- Vita, Y. T. dan V. 2017. Pengaruh Naungan dan berbagai Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) *AGROPET*, 14(2): 1–12.
- Wang, H., Pampati, N., McCormick, W. M., & Bhattacharyya, L. 2016. Protein Nitrogen Determination by Kjeldahl Digestion and Ion Chromatography. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 105(6): 1851–1857. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.03.039>
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihattunnisa, S., Riniati, R., Siti Djenaar, N., Hulupi, M., Indrawati, L., Fauzan, A., & Abdilah, F. 2021. Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair

dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(1): 30–39. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art4>

Nurmahribi, W. 2021. Analisis Penentuan C-organik pada Sampel Tanah Perkebunan Kulon Progo. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi Diploma III Analisis Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Yusmayani, M. 2019. Analisis Kadar Nitrogen Pada Pupuk Urea, Pupuk Cair Dan Pupuk Kompos Dengan Metode Kjeldahl. *Amina*, 1(1): 28–34. <https://doi.org/10.22373/amina.v1i1.11>