

**PUPUK MULTINUTRIENT BERBASIS GEL DARI LIMBAH
MONOKULTUR PROSES FERMENTASI
*GEL-BASED MULTINUTRIENT FERTILIZER FROM WASTE
MONOCULTURE FERMENTATION PROCESS***

**Dio Ajeng Oktavian*, Veronica Putri Iswono., Faishal Ahmad Dinnastyar, Vinsen Alexander Marsen,
Dewi Retnowati, Dwi Ana Anggorowati, Nanik Astuti Rahman
Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jl. Raya Karanglo KM.2, Tasikmadu, Malang 65145, Indonesia
*Email : oktaviandioajeng@gmail.com**

Abstrak

Pupuk organik gel merupakan hasil pupuk organik cair yang diubah wujud cair menjadi gel yang diproduksi secara alami. Pupuk organik gel ini adalah material tambahan yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan hara dalam tanaman untuk meningkatkan produktivitas lebih baik. Sumber pupuk organik gel ini tidak jauh berbeda dengan pupuk organik cair. Dimana bahan pembuatan pupuk organik gel dapat diperoleh dari limbah sisa pertanian, industri UMKM, limbah pabrik yang tidak memiliki nilai jual seperti limbah sayuran, limbah Whey keju, dan molasses. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Variable bahan pengental pada pupuk gel dari berbagai bahan pengubah struktur gel. Perlakuan sebagai berikut: Variable tetap yaitu waktu fermentasi 14 hari dan Variable bebas bahan pengubah struktur gel antara lain Tepung tapioka, Carbopol 94, dan Aquakeeper Hydrogel. Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan pada Variable bebas yang memiliki pengaruh sangat signifikan dan memberi hasil terbaik tanpa melibatkan media pembantu seperti pemanasan.

Kata kunci: Pupuk organik, pupuk organik gel, fermentasi, limbah pertanian, limbah industri

Abstract

A Gel organic fertilizer is the result of liquid organic fertilizer that is converted from liquid to gel, which is produced naturally. This gel organic fertilizer is an additional material used to meet the nutrient needs of plants to increase better productivity. The source of gel organic fertilizer is not much different from liquid organic fertilizer. Where the material for making gel organic fertilizer can be obtained from agricultural residues, MSME industries, factory waste that has no selling value such as vegetable waste, cheese whey waste, and molasses. This study aims to determine the effect of variable thickening agents on gel fertilizer from various gel structure modifiers. The treatments are as follows: The fixed variable is the fermentation time of 14 days and the independent variable of gel structure modifiers including tapioca starch, Carbopol 94, and Aquakeeper Hydrogel. The results of this research show that the treatment of free variables has a very significant effect and gives the best results without involving auxiliary media such as heating.

Keywords: *Organic fertilizer, organic fertilizer gel, fermentation, agricultural waste, industrial waste*

Pendahuluan

Potensi lokal sayuran dan tanaman suatu daerah perlu digali untuk mendatangkan kesejahteraan bagi petani. Indonesia juga memiliki sumber daya pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik dari berbagai limbah pertanian. Pupuk organik merupakan pupuk yang diperoleh dengan melarutkan bahan organik seperti limbah nabati (sayur, buah dan lain-lain) ataupun limbah hewani (urin, ikan dan bagian tubuh lainnya dari hewan) [1]. Berdasarkan hasil kajian secara laboratoris BPPT Jakarta, POC yang berasal dari limbah sayuran memenuhi syarat sebagai pupuk, baik sebagai sumber unsur hara makro maupun mikro [2].

Limbah organik selalu dihasilkan setiap harinya sehingga perlu diolah agar tidak menjadi sumber penyakit. Salah satu contohnya adalah limbah pertanian selama ini menjadi sumber masalah bukan hanya karena bau yang ditimbulkan, tetapi juga karena limbah tersebut dapat menjadi sarang/sumber penyakit dan sumber ketegangan sosial memperbaiki penampilan barang dagangan berbentuk sayur mayur yang akan dipasarkan [3]. Limbah organik belum dimanfaatkan secara maksimal. Satu-satunya cara yaitu dengan mengolah menjadi pupuk alternatif [4].

Metode pembuatan pupuk organik adalah menggunakan metode fermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikroba tertentu agar dapat merubah sifat bahan sehingga dihasilkan produk fermentasi yang bermanfaat. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air [5]. Selain zat gizi, suhu, air, pH dan oksigen, fermentasi juga dipengaruhi oleh waktu. Waktu fermentasi merupakan variabel yang berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba selama proses fermentasi berlangsung sehingga akan berpengaruh terhadap hasil fermentasi [6].

Unsur hara makro yang terkandung di dalam pupuk organik kurang lebih seperti fosfor, nitrogen, kalium dan unsur hara mikro lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah. Peranan biologi di sini sangat memengaruhi aktifitas organisme makroflora dan mikrofauna serta peranan fisik dalam memperbaiki struktur tanah [7]. Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 40/2007 merekomendasikan pengembalian bahan organik atau pemberian pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik [8]. Upaya peningkatan unsur hara P pada tanah yaitu dengan cara pemupukan pupuk P baik dalam kandungan pupuk organik maupun anorganik. Maka dari itu, pemberian pupuk organik seperti kompos jerami dan pupuk kandang sebaiknya dikombinasikan dengan pupuk N, P, K dengan dosis yang dianjurkan untuk memperbaiki kondisi dan kesuburan tanah [7].

Teori

Agen pembuat gel merupakan zat yang digunakan untuk menstabilkan bentuk gel suatu bahan serta meningkatkan viskositasnya. Jenis agen pengegel dapat dibagi menjadi polimer alam, polimer semisintetik dan polimer sintetik. Contoh polimer alam tersedia adalah natrium alginat, gelatin, kitosan dan turunan selulosa. Ketepatan penggunaan agen pengegel dapat dilakukan dengan variasi komposisi agen pengegel terhadap bahan yang akan dirubah menjadi bentuk gel [8].

Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang dapat digunakan untuk merubah cairan menjadi gel. Dalam pengaplikasiannya, CMC akan terlarut dalam air dan mengikat kandungan air yang ada pada cairan. Hal ini dapat terjadi karena sifat dari CMC itu sendiri sebagai koloid hidrofilik. CMC dapat dibuat dari selulosa kayu. Namun pada saat ini, sudah tersedia berbagai macam produk CMC yang dibuat dari bahan selain kayu [9].

Carbopol-940 merupakan agen pembuat gel yang memiliki bentuk bubuk halus berwarna putih. *Carbopol-940* memiliki karakter yang baik sebagai agen pengegel karena komabilitas dan stabilitasnya yang tinggi. Bahan yang diberi pengegel *Carbopol-940* akan memiliki viskositas yang lebih tinggi, stabil dalam bentuk gel dan terhindar dari emulsi [10]. Gel yang terbentuk dengan menggunakan *Carbopol-940* akan memiliki karakter gel yang bening, mudah larut, mudah diaplikasikan dengan berbagai bahan. Karena *Carbopol-940* memiliki sifat higroskopis yang tinggi, bahan ini dapat menarik dan menahan molekul air dengan cepat sehingga berdampak pada peningkatan viskositas bahan yang diaplikasikan [11].

Tepung tapioka merupakan padatan serbuk berwarna putih yang dapat digunakan sebagai agen pengegel. Hal ini dapat terjadi karena tepung tapioka memiliki kandungan pati sehingga memiliki sifat merekatkan apabila dicampurkan dengan air. Untuk mendapatkan viskositas yang tinggi dapat dilakukan dengan menambahkan lebih banyak tepung tapioka pada bahan yang akan dibuat menjadi gel. Tepung tapioka lebih banyak digunakan sebagai agen pengegel karena memiliki hasil pengikatan kadar air yang lebih tinggi daripada tepung lainnya seperti tepung terigu yang terbuat dari gandum [12].

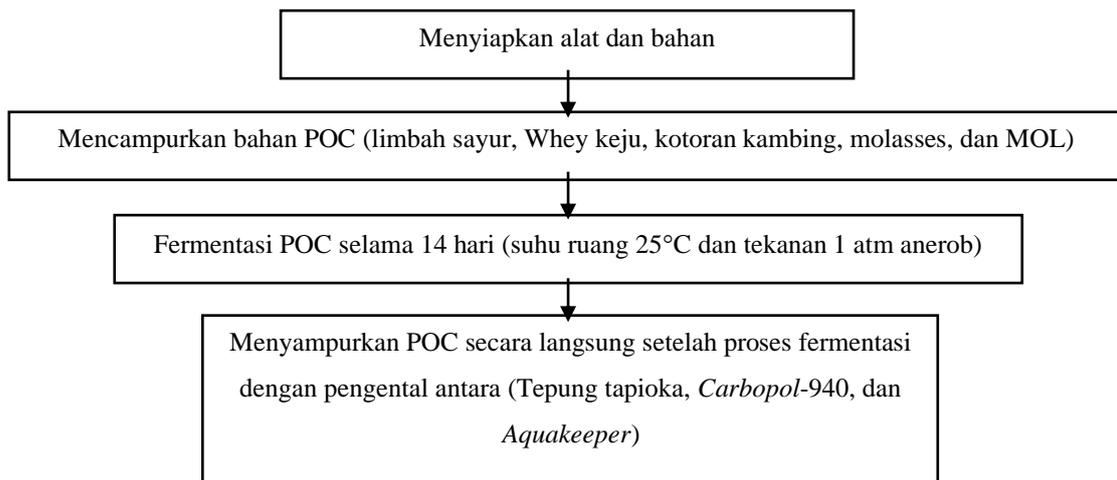
Tabel 1. SNI Kandungan Pupuk Organik

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	% (w/v)	minimum 10
2	Hara makro N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2-6
3	N-organik	% (w/v)	
4	hara mikro		
	Fe total	ppm	90-900
	Mn total	ppm	25-500
	Cu total	ppm	25-500
	Zn total	ppmss	25-500
	B total	ppm	12-250
5	<i>E. coli</i>	cfu/ml atau MPN/mk	< 1 x 10 ²
	<i>Salmonella</i> sp.	cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ²
6	Logam berat		
	As	ppm	Maksimum 5,0
	Hg	ppm	maksimum 0,2

	Pb Cd Cr Ni	ppm ppm ppm ppm	maksimum 5,0 maksimum 1,0 maksimum 40 maksimum 10
7	Unsur/senyawa lain Na Cl	ppm ppm	maksimum 2.000 maksimum 2.000

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara menyiapkan bahan baku yang digunakan limbah sayuran, *Whey* keju, kotoran kambing dan bahan lainnya. Dimana limbah sayuran akan dipotong ukurannya menjadi lebih kecil-kecil. Kemudian mencampur semua bahan menjadi satu dan dilakukan proses fermentasi selama 14 hari hingga bisa menghasilkan POC. Kemudian POC yang sudah dihasilkan akan diberikan bahan pengental gel berupa tepung tapioka, *Carbopol-940* dan *Aquakeeper*.



Gambar 1. Prosedur penelitian

Hasil

Produk Pupuk Organik Gel (POG) memiliki basis Pupuk Organik Cair yang sudah ditentukan formula dan resepnya. POC yang digunakan sebagai dasar POG memiliki kandungan diantaranya N hingga 18%, P hingga 768,12 ppm, dan K hingga 0,59%. selain itu, pH dari POC yang telah diuji memiliki nilai netral hingga sedikit asam (pH 6,3) sehingga masih aman jika diaplikasikan pada tanaman

Tabel 1. Hasil pengujian kandungan POC pada tanah

No	Kode	Terhadap contoh kering 105°C				
		pH metri		Kjehdahl	P-Olsen	<i>Walkley&, black</i>
		Ph H2O	pH KCl	N total	P2O5	C organik
		1:5		%	ppm	%
1	1	6,33	5,99	0,11	768	0,93
2	2	7,13	6,44	0,18	450	1,92

Tabel 2. Hasil pengujian kandungan POC pada tanah

No	Kode	Terhadap contoh kering 105°C				
		Nilai tukar kation (NH ₄ OAc pH 7,0)				
		K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	КТК ⁺
		cmol ⁺ /kg				
1	1	0,22	0,31	7,23	0,91	25,0
2	2	0,59	0,32	7,69	0,73	18,21

Produk Pupuk Organik Gel (POG) memiliki basis Pupuk Organik Cair yang sudah ditentukan formula dan reseponya. POC yang digunakan sebagai dasar POG memiliki kandungan diantaranya N hingga 18%, P hingga 768,12 ppm, dan K hingga 0,59%. selain itu, pH dari POC yang telah diuji memiliki nilai netral hingga sedikit asam sehingga masih aman jika diaplikasikan pada tanaman. Kemudian untuk hasil dari penggunaan bahan pengental gel adalah sebagai berikut:

a. *Aquaquepeer Hidrogel*

Hidrogel merupakan suatu jaringan polimer dengan ikatan silang atau *Cross Link* sehingga mempunyai sifat tidak larut air namun dapat menyerap cairan biologis dengan baik. Penambahan hidrogel tidak dapat dilakukan secara langsung pada POC yang tersedia karena memiliki sifat asam sehingga dapat berakibat pada tidak terbentuknya gel pada POC. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pencampuran terlebih dahulu hidrogel dengan air sehingga gel akan terbentuk terlebih dahulu. Selanjutnya gel akan ditambahkan POC sehingga gel akan menyerap nutrisi dari POC dan membentuk pupuk organik gel. Kelemahan dari POG berbasis hidrogel adalah ketahanan dalam bentuk gel tidak dapat begitu lama, sehingga POG akan kembali ke bentuk semula dalam bentuk cair.

**Gambar 2. Hasil pencampuran POC dan Aquaquepeer**

b. *Carbopol – 940*

Karbopol-940 berperan sebagai *Gelling Agent* yang membentuk konsistensi gel agar diperoleh struktur yang lebih kental dan meningkatkan viskositas sehingga diharapkan kandungan pupuk organik cair yang dirubah fasanya tidak akan langsung larut ke dalam tanah. Bentuk fisik dari pupuk organik gel dengan basis karbopol-940 merupakan yang paling optimal diantara variabel pengental lainnya. Gel dari karbopol memiliki viskositas yang tinggi seperti produk *Handsanitizer* yang dijual banyak di pasaran. Bentuk fisik gel dengan basis karbopol-940 dapat bertahan lebih lama dan tidak kembali ke dalam bentuk cair. Akan tetapi, penggunaan karbopol-940 memberikan dampak negatif yang cukup signifikan terhadap kandungan organik di dalam pupuk organik gel. Hal ini tentu mengurangi esensi dari penggunaan pupuk organik gel dimana pupuk organik sendiri semaksimal mungkin menggunakan bahan yang alami. Penggunaan NaOH pada karbopol-940 tentu tidak akan baik apabila ditambahkan pada tanaman.



Gambar 3. Hasil pencampuran POC dan Carbopol-940

c. Tepung Tapioka

Tepung tapioka mampu menambah kekentalan dari pupuk organik cair yang akan dirubah fasanya. Tepung tapioka mengandung unsur pati (amilum) yang dapat merekatkan apabila dicampurkan dengan zat cair. Penambahan tepung tapioka pada pupuk organik cair dengan air menghasilkan pupuk organik cair yang lebih kental. Sifat kekentalan pada pupuk organik gel dengan pengental tepung tapioka dapat bertahan cukup lama. Akan tetapi bentuk gel yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diinginkan dimana gel yang berbasis memiliki bentuk seperti lem pati. untuk dekomposisi dari pupuk organik gel dari tepung tapioka ketika diaplikasikan ke tanah mendapatkan hasil berupa pelarutan kandungan pupuk pada tanah membutuhkan waktu yang terlalu lama sehingga efisiensi pemupukan menjadi berkurang.

**Gambar 4. Hasil Pencampuran POC dan tepung tapioka****Kesimpulan** (TNR, 10 pt, bold)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa. Bahan yang efektif dan efisien untuk mengubah menjadi pupuk gel adalah menggunakan bahan Aquakeeper Hidrogel dikarenakan bahan yang digunakan tidak menimbulkan efek pada tanah setelah pengaplikasian dan hasil konsistensi pada pupuk gel juga maksimal. Aquakeeper Hidrogel tidak perlu melalui proses pemanasan dalam merubahnya dan tidak mengandung bahan kimia di dalamnya. Dibandingkan dengan bahan Carbopol 940 dan tepung tapioka, bahan Carbopol 940 memiliki hasil konsistensi pada gel yang cukup baik namun kandungan kimia yang cukup tinggi menyebabkan tidak cocok jika diaplikasikan secara terus menerus di tanah. Sedangkan, tepung tapioka hasil konsistensi pada gel cenderung ke sol dan proses pembuatannya melalui proses pemanasan, jika dilihat dari unsur N, P, K pada pupuk apabila ingin mendapatkan hasil maksimal maka tidak perlu memberikan proses pada POC untuk diubah ke bentuk gel.

Ucapan Terima Kasih

Tim PPK Ormawa mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Jendral Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan dukungan dana Bantuan demi terlaksananya kegiatan Program Penguatan kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK Ormawa) ini, juga kepada pihak mitra yakni Pimpinan beserta jajaran dari Desa Sumberejo yang telah memberikan kesempatan sebagai wadah dalam sumbangsih ilmu pengetahuan.

Daftar Pustaka

- [1] Mulia, Sania Dwi., Mardhiansyah, M., Darlis, V. *Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Limbah Sayuran Untuk Memacu Pertumbuhan Semai Jelutung Rawa (Dyera lowii Hook.F)*. Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan. 2022. No. 01, Vol. 10. 1-10
- [2] Sulastri, N. *Pengaruh Pupuk Organik Cair dari Limbah Sayuran dan Bulu Ayam terhadap Hasil Panen Tanaman Okra Hijau (Abelmoschus esculantus (L.) Moench)*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2017.
- [3] Wulandari, S., Fathul, F., Liman. *Pengaruh Berbagai Komposisi Limbah Pertanian Terhadap Kadar Air, Abu, dan Serat Kasar Pada Wafer*. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. 2015. Vol. 3(3): 104-109
- [4] Suryani, Y., Hernaman, I., Ningsih. *Pengaruh Penambahan Urea Dan Sulfur Pada Limbah Padat Bioetanol yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein Dan Serat Kasar*. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu. 2017. Vol. 5(1): 13 - 17
- [5] Afrianti, H. Ilmu Teknologi Pengawet Pangan. Penerjemah Hari Purnomo. Penerbit. Alfabeta, Bandung. 2013

- [6] Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton.. *Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta. 1985.
- [7] Yuniarti, A., Solihin., Putri, A.T. *Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (Oryza sativa L.) pada Inceptisol*. Jurnal Kultivasi Vol. 19 (1) Maret 2020. 1040-1046.
- [8] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. *Peta Potensi Penghematan Pupuk Anorganik Dan Pengembangan Pupuk Organik Pada Lahan Sawah Indonesia*. Kementerian Pertanian. Jakarta. 2010.
- [9] Chaerunnisah, Anis Yohanna., Husni, Patihul., Murthadiah, Fairuzati Anisah. *Modifikasi Viskositas Kappa Karagenan sebagai Gelling Agent menggunakan Metode Polymer Blend*. The Indonesian Society of Integrated Chemistry JISIC. DOI: . 2020.
- [10] Ayuningtyas, Saputri., dkk. *Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida, Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi*. Jurnal Teknik Kimia USU, 2017. Vol. 6, No. 3
- [11] Thomas. N, Ain., Et al. *Pengaruh Konsentrasi Carbopol 940 Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera)*. Indonesian Journal of Pharmaceutical Education (e-Journal) 2023; 3 (2): 316 – 324 ISSN: 2775- 3670
- [12] Sumule, Arsiaty., Kunchahyo, Ilham., Leviana, Fransiska. *Optimasi Carbopol 940 dan Gliserin dalam Formula Gel Lendir Bekicot (Achatina fulica Ferr) sebagai Antibakteri Staphylococcus aureus dengan Metode Simplex Lattice Design*. PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia. 2020. Vol.17 No. 01. e-ISSN 2579-910X
- [13] Mumtazah, Syarifah., Romadhon., Suharto, Slamet. *Pengaruh Konsentrasi Dan Kombinasi Jenis Tepung Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Mutu Petis Dari Air Rebusan Rajungan*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan. 2021. Volume 3 No 2.