

Pembuatan Pupuk Granul Dari Limbah Gypsum dan Urea

Yemima Natalia Eka Kristiyanti Pamoedji, Nilam Putri Widyaningrum, Srie Muljani*, Dyah Suci Perwitasari, Ketut Sumada

Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60249, Indonesia* Penulis
Korespondensi: sriemuljani.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Gypsum adalah salah satu dari sejumlah mineral yang mengendap. Mineral-mineral lain yang termasuk dalam kelompok ini meliputi karbonat, borat, nitrat, dan sulfat. Jenis gypsum yang paling umum dijumpai adalah varietas hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Kandungan Ca pada gypsum dimanfaatkan sebagai campuran pupuk organik yang dapat membantu perkembangan akar, bunga, dan buah pada tanaman. Salah satu pengolahan padatan gypsum menjadi pupuk granul dengan penambahan urea sebagai penambah unsur nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kadar nitrogen yang sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) didalam pupuk granul. Metode yang digunakan adalah pencampuran padatan gypsum yang telah kering sebanyak 5000 gram dengan penambahan urea 1000 gram; 1250 gram; dan 2500 gram, dan di granulasi selama 30 menit; 60 menit; dan 90 menit. Produk disaring sesuai dengan ukuran, kemudian di analisa kadar nitrogennya. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kadar nitrogen tertinggi pada proses granulasi dengan penambahan urea 1250 gram dengan waktu 60 menit yaitu sebesar 2,65%.

Kata kunci: gypsum; granulasi; urea

Synthesis of Granul Fertilizer From Gypsum and Urea

Abstract

Gypsum is one of a number of minerals that precipitate. Other minerals in this group include carbonates, borates, nitrates, and sulfates. The most common type of gypsum is the calcium sulfate hydrate variety with the chemical formula $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. The Ca content in gypsum is used as a mixture of organic fertilizer, which can help the development of roots, flowers, and fruit in plants. One way is to process gypsum solids into granular fertilizer with the addition of urea which is an addition to nitrogen elements. This research aims to find nitrogen levels that comply with SNI (Indonesian National Standards) in granul fertilizer. The method used is mixing 5000 grams of dry gypsum solids with the addition of 1000 grams of urea, 1250 grams, and 2500 grams, and granulating for 30 minutes, 60 minutes, and 90 minutes. The product is filtered according to size, then analyzed for nitrogen content. Based on the research results, the highest nitrogen content was obtained in the granulation process with the addition of 1250 grams of urea for 60 minutes, namely 2.65%.

Key words: gypsum; granulation; urea

PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan di Indonesia sangat pesat, sehingga sektor pertanian memerlukan penunjang untuk membantu pertumbuhan. Selain unsur hara secara alamiah yang terkandung dalam tanah, tetapi tidak semua tanah menyediakan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Sehingga perlu dibantu dengan menambahkan unsur hara melalui pemberian pupuk dengan unsur CaSO_4 yang terkandung dalam padatan gypsum ditambah $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$. Pupuk CaSO_4 biasanya berwujud batuan sedimen yang berbentuk granul. Dalam proses

pembentukan granul dinamakan proses granulasi, dimana partikel - partikel kecil tersebut di satukan untuk membentuk suatu gumpalan yang kuat secara fisik (Wulandari, 2017). Penelitian ini menggunakan bahan baku yaitu limbah hasil proses produksi dari industri pembuatan tanah pemucat (Bleaching Earth) jumlahnya cukup besar. Limbah tersebut hanya dibiarkan saja pada ruangan terbuka yang lama kelamaan akan menumpuk sehingga memerlukan tempat penyimpanan yang lebih besar lagi. Limbah tersebut tidak mempengaruhi masyarakat sekitar tetapi jika dibiarkan lama-kelamaan akan menumpuk sehingga perlu inovasi agar padatan gypsum tersebut memiliki nilai ekonomis (Ashari, 2018).

Pada penelitian Ivan Fau (2021), didapatkan hasil bahwasanya peningkatan penambahan kadar asam fosfat dari 15 hingga 55% volume dapat meningkatkan kadar P_2O_5 dalam pupuk fosfat hasil dengan kadar paling tinggi adalah sebesar 13,20% untuk penambahan fosfat 55%.

Penelitian pengolahan padatan gypsum dijadikan pupuk granul dengan penambahan urea yang memiliki keunggulan dalam proses pertumbuhannya. Urea memiliki kandungan unsur nitrogen sebesar 46%, dimana unsur nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Kekurangan nitrogen dalam tanah akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu dan hasil tanaman akan menurun (Yusmayani, 2019). Pembuatan pupuk granul yang baik pada dasarnya memiliki perbandingan 5000 gram (gypsum) : 1000 gram (urea) yang mempengaruhi kandungan unsur dan kepadatan dari granul, jika terlalu banyak perbandingan urea yang dilarutkan dengan air maka tidak bisa di granul karena terlalu pasta dari permasalahan tersebut akan dikembangkan menjadi beberapa konsentrasi perbandingan seperti 5000 gram (gypsum) : 1250 gram (urea) dan 5000 gram (gypsum) : 2500 gram (urea) untuk menghasilkan pupuk granul yang kandungannya memenuhi standar SNI pupuk dengan granul yang baik.

Pupuk hasil padatan gypsum dengan penambahan urea tersebut berguna untuk pertumbuhan vegetatif tumbuhan dimana pembaruannya yaitu mengolah padatan gypsum untuk dijadikan pupuk. Perbandingan penambahan urea antara penggunaan padatan gypsum juga harus diperhatikan untuk memperoleh kadar nitrogen yang cukup dikatakan sebagai pupuk standar SNI yaitu 46,04 % untuk Urea. Keunikan dari pupuk urea jika kekurangan nutrisi seperti kadar nitrogen berkurang akan menampilkan ciri pada daun yaitu menguning sedangkan pada fosfat tidak jelas akan cirinya sehingga sulit dibedakan dan sulit untuk ditangani (Yusmayani, 2019).

Pupuk kalsium sulfat diproduksi menggunakan limbah dari *bleaching earth* dan disertai dengan penambahan CH_4N_2O sebagai suplemen nutrisi untuk meningkatkan mutu pupuk. Pembuatan pupuk kalsium sulfat menggunakan proses granulasi. Adapun macam - macam proses granulasi antara lain:

Granulasi Basah. Granulasi basah adalah proses di mana campuran bahan diubah menjadi butiran yang lebih besar dengan penambahan cairan pengikat yang tepat. Prinsipnya adalah membasahi campuran dengan larutan pengikat hingga mencapai tingkat kelembaban yang diinginkan. Metode ini membentuk butiran dengan mengikat serbuk menggunakan perekat sebagai pengganti pemadatan. Metode ini melibatkan penggunaan larutan, suspensi, atau bubur yang mengandung pengikat, yang dapat ditambahkan ke campuran serbuk atau digunakan kering

Granulasi kering. Granulasi kering adalah metode penggranulan di mana campuran bahan kering dikempa menjadi massa padat dan kemudian dipecah untuk menghasilkan partikel yang lebih besar daripada serbuk asalnya (granul). Prinsip dari metode ini adalah

menciptakan butiran secara mekanis tanpa memerlukan bahan pengikat atau pelarut. Semua komponen dalam granulasi kering adalah dalam keadaan kering (Yugatama, 2012). Terbentuknya butiran yang lebih besar dalam proses ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu densitas dan viskositas. Penggunaan larutan asam fosfat menghasilkan butiran dengan densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan air murni. Dengan kata lain, dengan menggunakan larutan asam fosfat, proses pembentukan butiran menjadi lebih efisien daripada menggunakan air murni (Purbasari, 2008).

Berdasarkan penjelasan di atas, akan dilakukan inovasi dalam pembuatan pupuk granul dari padatan gypsum dan urea dengan proses granulasi. Hal ini dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa pengolahan padatan gypsum sebagai pupuk granul dengan penambahan urea mampu meningkatkan kadar nitrogen untuk membantu perkembangan pada tanaman.

Terdapat faktor - faktor yang berpengaruh terhadap proses granulasi pada pembuatan pupuk granul, antara lain:

Waktu Pemrosesan. Sifat volatil nitrogen yang cenderung mudah menguap dapat mengakibatkan penurunan kadar nitrogen seiring berjalannya waktu dalam proses granulasi. Selain itu, lamanya waktu proses granulasi juga dapat mempengaruhi ukuran granul yang cenderung lebih besar dengan durasi granulasi yang lebih panjang

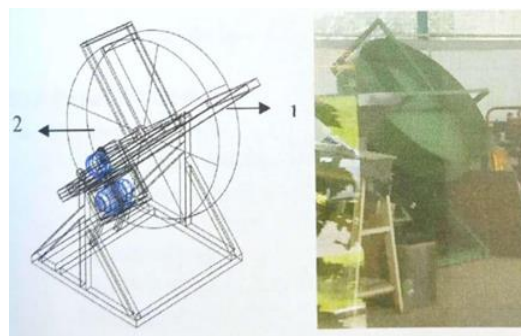
Perbandingan Massa. Perbandingan bahan memiliki pengaruh signifikan pada rendemen pupuk organik granul yang dihasilkan. Jika perbandingan bahan tinggi, maka rendemen pupuk organik granul juga akan tinggi. Oleh karena itu, sebaiknya melakukan perhitungan massa perbandingan sebelum memulai proses granulasi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah padatan gypsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) yang diambil dari PT. Madu Lingga Raharja, Gresik dan urea (CH_4N_2O) yang dibeli dari Toko Pertanian yang berlokasi di Gresik.

Alat



Gambar 1. Rangkaian Alat Granulasi

Keterangan:

1. Pan granulator
2. Motor penggerak

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini

adalah pan granulator sebagai tempat prosesnya granulasi.

Prosedur

Pembuatan pupuk granul pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain:

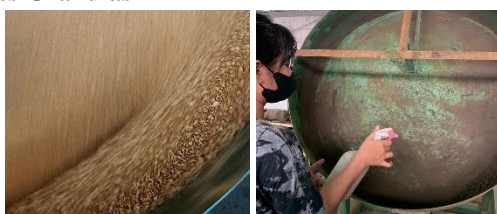
Persiapan bahan baku (*Pre – treatment*)



Gambar 1. Proses Menimbang dan Mengayak

Pertama padatan gipsium di analisa kandungan yang ada sebelum dilanjutkan ke proses *pre-treatment*. Proses *pre-treatment* dilakukan dengan menyiapkan padatan gipsium sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Padatan gipsium diletakkan diatas loyang, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 2 jam untuk mengurangi kadar airnya. Setelah kering, padatan gipsium dihaluskan dan diayak menggunakan screening 100 mesh. Serbuk padatan gipsium yang lolos di timbang sebanyak 5000 gram. Selain padatan gipsium, urea juga dihaluskan kemudian diayak menggunakan screening 100 mesh. Serbuk urea yang lolos ditimbang sebanyak 1000 gram; 1250 gram; dan 2500 gram.

Proses Granulasi



Gambar 2. Proses Granulasi

Serbuk padatan gipsium dan urea dimasukkan kedalam pan granulator. Proses granulasi berlangsung selama 30 menit; 60 menit; dan 90 menit digranul menggunakan motor penggerak dengan kecepatan 30 rpm. Granulasi dilakukan memiliki tujuan untuk mencampurkan kandungan nitrogen (N) dalam urea dengan kandungan kalsium (Ca) dalam padatan gipsium.

Proses Pengeringan dan Pengemasan



Gambar 3. Proses Pengeringan secara Alami

Granul yang terbentuk akan di keringkan dengan suhu ruang selama 20 menit, kemudian dimasukkan kedalam ziplock plastik untuk pengemasan.

Proses Analisa Padatan



Gambar 4. Hasil Granul yang Sudah Dipilah

Analisis pupuk granul tersebut menggunakan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahui kandungan unsur kalsium (Ca) dan metode Titrimetri untuk mengetahui kandungan unsur nitrogen (N) dalam pupuk granul. Variabel yang digunakan adalah rasio massa gypsum dengan urea yaitu 5:1 ; 4:1 ; 2:1 dan lama waktu proses yait 30 menit, 60 menit, 90 menit. Proses analisa ini dilakukan di Laboratorium Terpadu UPN “Veteran Jatim

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini juga akan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahui kandungan unsur kalsium (Ca) dan metode Titrimetri untuk mengetahui kandungan unsur nitrogen (N) dalam pupuk granul. Variabel yang digunakan adalah rasio massa gypsum dengan urea yaitu 5:1 ; 4:1 ; 2:1 dan lama waktu proses yait 30 menit, 60 menit, 90 menit.

Tabel 1 Hasil Analisa Bahan Baku

Parameter	Hasil (%)
CaSO ₄ . 2H ₂ O	91,83
Ca	21,37
S	18,06
SO ₃	42,14
CaO	23,82

Hasil analisa kadar padatan gipsium yang dilakukan di Sucofindo Issuing Office Surabaya didapatkan kadar CaSO₄.H₂O sebesar 91,83%.

Tabel 2. Hasil Analisa Kadar (%) Nitrogen (N) dan Kalsium (Ca) Pada Pupuk Granul

Waktu Granulasi (menit)	Sampel		Parameter Uji	
	Gypsum (gr)	Urea (gr)	N-Total (%)	Ca-Total (%)
30	5000	1000	1.45	19.51
	5000	1250	1.82	17.74
	5000	2500	2.54	16.84
60	5000	1000	1.725	19.085
	5000	1250	2.16	16.765
	5000	2500	2.645	16.31
90	5000	1000	2.00	18.66
	5000	1250	1.14	19.69
	5000	2500	2.33	17.9

Pada Tabel 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi massa urea maka persen kadar nitrogen yang diperoleh akan semakin tinggi. Berbeda dengan gambar 3 dapat dilihat bahwa grafik mengalami penurunan, dimana semakin tinggi massa urea maka kadar kalsium yang diperoleh semakin rendah.

Berdasarkan data diatas, pada tabel 1 menjelaskan hubungan antara lama waktu proses granulasi dan perbandingan massa bahan terhadap kadar N-total serta Ca-Total yang dihasilkan. Lama waktu proses granulasi terhadap kadar N-Total didapatkan nilai kadar 1,14 % - 2,54 %. Hal ini tidak sesuai dengan SNI 7698:2011 dimana kadar N minimal sebesar 4 %. Sedangkan lama waktu proses granulasi terhadap kadar Ca-Total didapatkan nilai kadar 16,84% - 19,69%. Hasil analisa lama waktu granulasi dan rasio massa bahan terhadap kadar N-Total dan Ca-Total yang fluktuatif disebabkan adanya faktor – faktor yang mempengaruhi, Menurut (Achmad, 2014) sifat fisik dari nitrogen yang mudah menguap mengakibatkan kadar nitrogen semakin lama proses granulasi maka semakin menurun kadar nitrogennya. Menurut (Utari, 2015) Ukuran granul juga dapat dipengaruhi oleh lamanya proses granulasi karena semakin lama waktu granulasi maka granul yang terbentuk akan cenderung lebih besar. Bentuk granul yang semakin besar maka kadar N-Total maupun Ca-Total juga akan meningkat.

Adapun faktor lain terkait pengaruh rasio massa padatan gipsium dan urea terhadap kadar N-Total serta Ca-Total. Dimana penambahan massa akan mempengaruhi kadar, semakin banyak perbandingan massa yang digunakan maka semakin besar nilai kadar yang diperoleh. Menurut (Wullandari, 2017) Rasio bahan berpengaruh terhadap rendemen pupuk organik granul yang dihasilkan. Rasio bahan yang tinggi akan meningkat rendemen pupuk organik granul yang tinggi

juga. Selain rasio bahan, sifat bahan baku yang akan dikombinasikan.

Aplikasi Pupuk Granul dari Padatan Gypsum

Dalam bidang industri kimia, gipsium dimanfaatkan sebagai bahan pelapis pupuk dan bahan baku pembuatan pupuk. Gipsium merupakan limbah dari pembuatan asam fosfat yang mengandung 90% CaSO₄.H₂O. Gipsium merupakan salah satu mineral yang tidak larut dalam air pada waktu yang lama (*slow release*). Penelitian ini menggunakan gipsium sebagai bahan pelapis pupuk urea granul. Menurut Soepardi, 1983 menyatakan urea merupakan senyawa yang mengandung nitrogen paling tinggi yaitu 46%. Penyerapan nitrogen oleh tanaman akan terjadi setelah urea diuraikan menjadi ammonium (NH₄⁺) dengan bantuan enzim urease melalui proses hidrolisis. Pada saat urea diberikan kedalam tanah, proses hidrolisis akan berlangsung dengan cepat sehingga sebagian urea akan menguap sebagai amoniak. Untuk mengurangi sifat hidrolisis dari urea diperlukan bahan pelapis (*coating agent*) dan kondisioner internal yang dapat menyebabkan urea lebih tahan pelarutan oleh air hujan atau embun. Berdasarkan karakteristik tersebut, gipsium dapat mengubah sifat urea yang mudah menguap dan cepat larut menjadi lambat (*slow release*) sehingga tanaman dapat mengambil N secara bertahap sesuai dengan kebutuhannya.

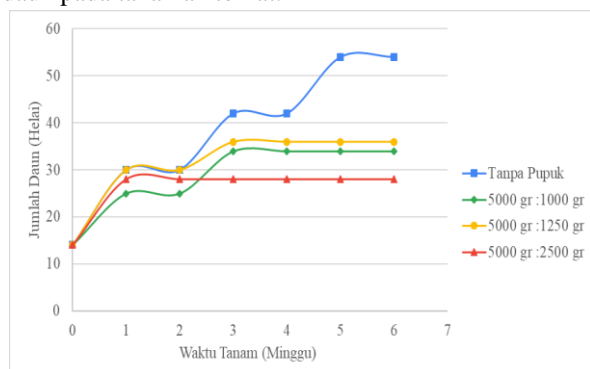
Pengaplikasian pupuk granul pada tanaman seperti sayur - sayuran dan buah - buahan karena sesuai dengan kebutuhan awal pertumbuhan tanaman yang membutuhkan unsur hara. Pada dasarnya, manfaat pupuk organik granul adalah menyediakan unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah. Pupuk Granul termasuk pupuk fungsional yang dapat memperkaya keanekaragaman mikroorganisme tanah, bermanfaat dalam penyediaan unsur N, P, dan K, serta menekan pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit tanaman. Selain itu, pupuk organik granul juga harus mengandung bahan-bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi subur dan gembur (Marpaung, dkk., 2019). Oleh karena itu, pengujian pupuk granul dari padatan gipsium dapat diaplikasikan pada tanaman tomat.

Hasil Analisa Pupuk Granul Dari Padatan Gypsum Terhadap Tanaman Tomat

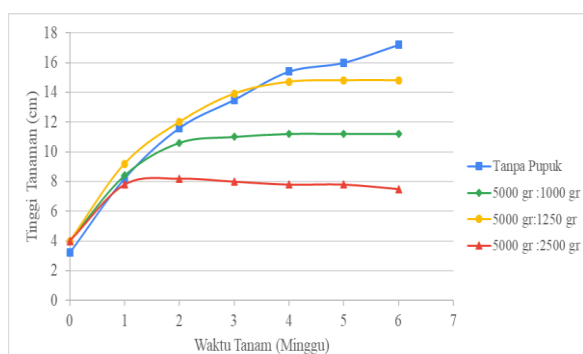
Analisa pupuk granul dari padatan gipsium dilakukan selama 6 minggu. Pada tahap pertama penyemaian benih tomat dalam pot dengan menyebarkan benih hingga 4 - 5 hari untuk mendapatkan tinggi yang sama. Bibit tomat dipindahkan dari penyemaian ke

media tanam.

Pada tahap persemaian benih tomat menghasilkan tinggi tanaman 4 - 5 cm. Benih dipindahkan dari penyemaian ke media tanam *polybag* untuk di analisa Penambahan pupuk sebanyak 5 gram di setiap minggunya dengan penyiraman tanaman pagi dan sore hari. Parameter yang digunakan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman tomat.



Gambar 4. Hubungan jumlah daun dengan waktu tanam tomat



Gambar 5. Hubungan tinggi tanaman dengan waktu tanam tomat

Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5 menjelaskan pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman tomat tanpa pupuk granul mengalami kenaikan selama 6 minggu setelah tanam (MST). Tanaman tomat memiliki tinggi batang sebesar 17,2 cm dan 54 helai daun dalam waktu 6 minggu setelah tanam (MST). Rata - rata pertumbuhan tanaman tomat pada waktu 2 MST memiliki tinggi batang 10 - 12 cm. Setiap tangkai daun terdapat 5-7 helai daun. Ukuran panjang daun tomat sekitar 15 - 30 cm, lebar 10 - 25 cm dengan panjang tangkai sekitar 3 - 6 cm (Pitojo, 2005). Daun tomat biasanya tumbuh di dekat ujung dahan atau cabang dan berbulu (Wiryanta, 2004). Pertumbuhan tanaman tomat dilakukan dalam polybag dengan penyiraman pagi dan sore hari serta ditempatkan pada suhu ruang terbuka selama 6 minggu setelah tanam (MST).

Sedangkan pada grafik dan tabel pertumbuhan tanaman tomat yang menggunakan pupuk granul terlihat grafik mengalami kenaikan dalam 3 minggu awal dan

penurunan di minggu ke 4 setelah tanam. Hal ini menyatakan semakin besar perbandingan penambahan pupuk dalam tanaman tomat maka semakin cepat batang tanaman tomat menjadi kering serta memperlambat pertumbuhan dan mempercepat perubahan warna daun tanaman tomat. Hal tersebut terjadi karena kurang seimbangnya rasio perbandingan antara jumlah Ca dengan N yang terkandung didalam pupuk granul tersebut. Pada tanaman tomat yang menggunakan pupuk granul dengan rasio 5000 gram (gypsum) : 1250 gram (urea) menghasilkan pupuk terbaik. Karena pada rasio tersebut, tanaman tomat tumbuh dengan subur dalam 4 minggu awal tanam. Tinggi tanaman mencapai 15 cm dengan jumlah daun 36 helai, hal ini adanya unsur nitrogen yang mampu mempercepat pertumbuhan awal tanaman. (Pangaribuan, 2021) menyatakan bahwa kandungan N dalam urea dapat mempengaruhi pertambahan lebar daun tanaman sayur, selain itu pertumbuhan fase vegetatif yang sangat erat hubungannya dengan pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel

SIMPULAN

Hasil analisa dari pupuk organik granul didapatkan kadar N-Total sebesar 1,14 % - 2,54 % dan kadar Ca-Total didapatkan sebesar 16,84% - 19,69%. Hal ini belum memenuhi SNI 7698:2011 dimana kadar N minimal sebesar 46,04 %. Sehingga perlu peningkatan rasio massa bahan baku dan bahan tambahan. Penambahan nitrogen tentu akan meningkatkan jumlah nitrogen dalam pupuk dengan perbandingan 5000 gram (gypsum) : 1250 gram (urea) menghasilkan pupuk terbaik serta mampu menyuburkan tanaman yang telah diaplikasikan pada tanaman tomat dalam 4 minggu awal tanam tinggi tanaman bisa mencapai 15 cm dengan jumlah daun 36 helai. Pada perbandingan tersebut, mengandung kadar Ca-Total sebesar 17,74 % dan kadar N-Total sebesar 1,82%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R, S, Imam, S 2014, "Pengaruh Proses Pencampuran dan Cara Aplikasi Pupuk Terhadap Kehilangan Unsur N", *Jurnal Warta Perkaratan*, Vol.33, No.1,hh. 29-34.
- Ashari, M, L, Dermawan D 2017, "Pemanfaatan Limbah Padat *Spent Bleaching Earth* pada PT. SMART Tbk. Surabaya sebagai Pengganti Agregat Halus pada Campuran Beton", *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, Vol.15, No.1, hh.7-9

- Elisabeth, V, Paulina, V,Y Hamidah, S 2019,” Formulasi Sediaan Granul dengan Bahan Pengikat Pati Kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata* L) dan Pengaruhnya Pada Sifat Fisik Granul”, *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol.7, No.4, hh.1-10
- Fahmi, A, Sri, N, U, Bostang, R 2010, “Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays* L) pada Tanah Regosol dan Latosol”, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, Vol. 10, No.3, hh. 297-303
- Gunawan, M, S 2015, *Kajian Penggunaan Bahan Perikat Pada Pembuatan Pupuk Organik Granul Berbahan Baku KOMpos Kulit Kakao*, *Skripsi Lampung*, Universitas Lampung
- Hanna 2015, Apriliani A, D,Sutikno, J, P 2015, “Studi Awal Desain Pabrik Pupuk Organik Granul dari Organic Waste”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol 4, No.2, hh.153-156
- Isroi 2009, *Pupuk Organik Granul : Sebuah Petunjuk Praktis*, Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
- Marpaung, G. R. Hulu., dkk 2019, ‘Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Organik Granul Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium cepa* L.)’ *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, Vol. 1, No.1.
- Mpapa, B, L 2016, “Analisis Kesuburan Tanah Tempat Tumbuh Pohon Jati (*Tectona Grandis* L) Pada Ketinggian yang Berbeda”, *Jurnal Agrista*, Vol.20, No.3, hh.135-139
- Nainggolan, Ganda, D 2010, *Pola Pelpasan Nitrogen dari Pupuk Tersedia Lambat (Slow Release Fertilizer)*, Skripsi ITB, Bogor
- Pangaribuan, H. P., dkk. 2021, ‘Pengaruh Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*)’, *Jurnal Agrotek Tropika*, Vol. 9, No. 1, hh. 137 - 144.
- Pitojo, S. 2005, *Benih Tomat*. Kanisius, Yogyakarta
- Purbasari A, Budi, F, S 2008, “Pembuatana Pupuk Kalium-Fosfat dari Abu Kulit Kapok dan Tepung Fosfat Secara Granulasi”, *Jurnal Teknik*, Vol.29, No.2, hh. 92-95
- Rahardi, F 2017, *Agar TAnaman Cepat Berbuah*, Agromedia, Jakarta
- Rinsema 1993, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, Bharata, Jakarta
- Rizqa, F, Yenie, E, Sasmita, A 2018,”Pengaruh Variasi Konsentrasi Perikat Tanah Liat pada Pembuatan Pupuk Organik Granul (POG) dari Limbah Lumpur IPAL Pabrik CPO (*Crude Palm Oil*)”, *Jurnal Jom FTEKNIK*, Vol. 5, No.1, hh.1-5
- Rosmarkam, A 2002, *Ilmu Kesuburan Tanah*, Kamisiu, Yogyakarta
- Ruskandi, C, Ari, S, Widodo, R 2020, “Karakteristik Fisik dan Kimiawi Bentonite untuk Membedakan Natural Sodium Bentonite dengan Sodium Bentonite HASil Aktivasi”, *Jurnal Polimesin*, Vol.18, No.1 , hh. 53-60
- Setyorini, T. Damanik, F.A. 2021, ‘Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) Varietas Fortuna pada Perlakuan Kombinasi Pupuk Tunggal dan Beberapa Komposisi Media Tanam’, *Jurnal UGM*, Vol. 10, No. 4, hh 247 - 258.
- Siburian, S.I Prijono, S. dkk. 2016, ‘Pengaruh Aplikasi Urea Dan Pupuk Organik Cair (Urin Sapi Dan Teh Kompos Sampah) Terhadap Serapan N Serta Produksi Sawi Pada Entisol’, *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, Vol. 3, No. 1, hh 303 – 310.
- Soepardi, G. 1983, *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutejo, M, M 1995, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Utari, Ni Wayan A, Tamrin, Sugeng, T 2015, *Kajian Karakteristik Fisik Pupuk Organik Granul dengan Dua Jenis Bahan Perikat*. *Skripsi Lampung*, Universitas Lampung
- Wahyono, S 2011, “Evaluasi Proses Produksi Pupuk Organik Granul (POG) yang Diperkaya dengan Mikroba Fungsional”, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol.2, No.1, hh. 7-16
- Wiryanta, W.T.B. 2004, *Bertanam Tomat*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wulandari, P 2017, “Optimasi Rasio Air dan Bahan yang Ditambahkan pada Pembuatan Pupuk Organik Granul dari Tepung Rumput Laut (*Sargassum* sp)”, *JPB Kelautan dan Perikanan*, Vol.12. No.1. hh. 31-42
- Yugatama, A 2012. Sediaan Tablet, Adi Yugatama, dilihat pada tanggal 20 Agustus 2022, (<https://adiyugatama.wordpress.com/2012/04/11/sediaan-tablet/>)
- Yusmayani, A 2019, “ Analisis Kadar Nitrogen pada Pupuk Urea, Pupuk Cair, dan Pupuk Kompos dengan Metode Kjeldahl”, *Jurnal Ilmiah Fakultas Sains dan Teknologi*, Vol.2, No 1, hh.28-32