

**PERAN HIDROGEL DAN WAKTU INKUBASINYA  
TERHADAP pH, C-ORGANIK, DAN N-TOTAL TANAH**

**(THE ROLE OF HYDROGEL AND INCUBATION TIME TOWARDS PH,  
C-ORGANIK, AND N-TOTAL SOIL)**

**Atih Winingsih<sup>1</sup>, Abraham Suriadikusumah<sup>2</sup>, Oviyanti Mulyani<sup>2</sup>, Anne Nurbaity<sup>2</sup>,  
dan Emma Trinuranisofyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Jatinangor, Sumedang-Jawa Barat 45363

email: Atihwiningsih2014@gmail.com

**Abstrak**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui peran hidrogel dan waktu inkubasinya terhadap pH, C-organik dan N-total tanah dengan indikator tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata* Sturt) pada inceptisols Jatinangor. Penelitian dilakukan mulai bulan Februari 2018 hingga April 2018 di Lahan Percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan sembilan perlakuan dan tiga kali ulangan, yang terdiri atas kontrol, hidrogel dan urea inkubasi. serta urea inkubasi. Parameter yang diamati adalah pH dengan menggunakan metode Potensiometri, C-Organik dengan menggunakan metode *Walkey and Black* dan N-Total dengan menggunakan metode Kjeldahl. Data hasil pengamatan pada penelitian akan dianalisis dengan sidik ragam. Pengujian signifikan untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan Uji Fisher pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh hidrogel dan waktu inkubasi hidrogel terhadap pH, C-organik dan N-total tanah. Perlakuan kontrol menunjukkan pH tertinggi yaitu 6,88. Perlakuan urea dan hidrogel inkubasi 20 hari menunjukkan C-organik tertinggi yaitu 2,80% dan N-total tertinggi yaitu perlakuan urea dan hidrogel inkubasi 40 hari yaitu 0,34%.

**Kata kunci:** *hidrogel, waktu inkubasi, Zea mays Saccharata*

**Abstract**

The study was aimed at determining the role of hydrogels and the incubation time on pH, organic C and N-total soil with indicators of sweet corn plants (*Zea mays Saccharata* Sturt) on Jatinangor inceptisols. The study was conducted from February 2018 to April 2018 at the Ciparanje Experimental Field, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. The study used a Randomized Block Design (RBD) with nine treatments and three replications, consisting of controls; mixed hydrogels and urea incubation and urea only incubation . The parameters observed were pH using the Potentiometric method, C-Organic using the *Walkey and Black* and N-Total using the Kjeldahl method. The data then were analyzed by variance. Significant testing was conducted to determine the effect of treatment using the Fisher Test at the level of 5%. The results show that there is an effect of hydrogels and the incubation time of hydrogels on pH, organic C and N-total soil. The control treatment shows the highest pH of 6.88. The urea treatment and incubation hydrogel of 20 days shows the highest organic C at 2.80% and the highest N-total is found in the treatment of urea and 40 day incubation hydrogel which is 0.34%.

**Keywords:** *hydrogel, incubation time, Zea mays Saccharata*

## **PENDAHULUAN**

Inceptisols merupakan salah satu ordo tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 70,52 juta ha atau sekitar 40% dari total luas daratan Indonesia (Amisnaipa, Susila, Susanto, & Nursyamsi, 2018). Saribun (2008) menyebutkan bahwa inceptisols yang berasal dari daerah Jatinangor termasuk ke dalam subordo Udept. Arifin (2000) menjelaskan bahwa tanah jenis tersebut merupakan hasil perkembangan dari bahan induk abu volkan andesitik yang berasal dari erupsi Gunung Tangkuban Perahu dan Gunung Tampomas. Bahan induk ini memungkinkan tanah bereaksi masam dan didominasi mineral liat kaolinit. Inceptisols memiliki kesuburan tanah yang rendah dan kadar bahan organik yang rendah (Arviandi, Rauf, & Sitanggang, 2015) serta mempunyai kadar unsur hara esensial yang rendah terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) sehingga diperlukan penambahan unsur hara (Muyassir, Sufardi, & Saputra, 2012).

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang penting untuk pertumbuhan tanaman, diserap dalam bentuk ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  serta termasuk unsur hara yang mudah hilang. Nitrogen dapat hilang dari dalam tanah akibat diserap tanaman dan menguap dalam bentuk gas terutama pada temperatur lingkungan yang tinggi maupun terikat oleh liat (Rakhmalia & Yuniarti, 2015). Volatisasi merupakan salah satu penyebab kehilangan

nitrogen tanah yang dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu penguapan melalui sistem kapiler tanah dan penempatan pupuk amonium yang kurang tepat di permukaan tanah. Dengan demikian, dibutuhkan pembenah tanah yang mampu menyerap air dan unsur hara agar tidak mudah hilang serta dapat melepaskannya secara lambat sehingga sesuai dengan kebutuhan tanaman aplikasi hidrogel merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan.

Hidrogel merupakan bahan pembenah tanah yang mempunyai kemampuan dalam menahan air dan unsur hara sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan cara memperbaiki sifat-sifat tanah (Suriadikusumah, 2014). Hidrogel merupakan jaringan hidrofilik yang memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi serta dapat melepaskan nutrisi secara bertahap (Suwardi, Salim, & Priyambodo, 2010) sehingga dapat dijadikan media transfer untuk aplikasi pelepasan terkontrol pupuk atau pestisida (Adi, 2012). Hidrogel mempunyai jaringan rantai polimer tiga dimensi yang tersilang kait dan tidak larut dalam air karena adanya ikatan hidrogen yang memiliki gugus ionik alami dan sktruktur yang saling bersambungan (Anah, Astrini, Suharto, Nurhikmat, & Haryono, 2010).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi hidrogel di bidang pertanian mampu meningkatkan efisiensi penggunaan

air irigasi dan mengurangi tingkat erosi secara signifikan (Adi, 2012). Aplikasi hidrogel dan kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sorgum. Peningkatan terjadi pada tinggi tanaman sebesar 11,1-34%; jumlah daun sebesar 24,7%; dan panjang akar sebesar 3,8-73,4% (Nugroho, Priyono, & Sudiana, 2018). Aplikasi hidrogel dapat memperbaiki sifat kimia tanah yaitu meningkatkan C-organik di tanah hingga 2 kali lipat dari tanah sebelum perlakuan serta meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung manis (Suriadikusumah, Mulyani, & Salim (2015).

Jagung manis merupakan salah satu tanaman yang ditanam dilahan kering termasuk ke dalam famili *poaceae*. Jagung manis digemari oleh masyarakat sehingga berpotensi untuk dikembangkan. Sinaga dan Ma'ruf (2016) menyatakan bahwa jagung manis memiliki responsivitas yang tinggi terhadap beberapa jenis unsur hara karena aktivitas fotosintesisnya melalui jalur C4. Jalur C4 memerlukan unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan C3, kekhasan jalur C4 dalam menggunakan nutrisi menjadikan jagung manis direkomendasikan dalam pendugaan kesuburan tanah. Urea merupakan salah satu sumber pupuk nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan jagung manis.

Hidrogel organik terbuat dari bahan alam salah satunya adalah selulosa. Selulosa adalah bahan organik yang dapat dijadikan

bahan untuk membuat material baru. Turunan selulosa seperti karboksimetil selulosa (CMC) dengan gugus karboksimetil memiliki aplikasi potensial sebagai polimer yang ramah lingkungan karena dapat dibiodegradasi (Cheng, Karim, & Seow, 2008). Hidrogel akan terdegradasi secara alami di dalam tanah menjadi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan komponen N (Haloho, 2011). Degradasi hidrogel berhubungan dengan waktu inkubasi. Mulyani dan Suriadikusumah (2014) menunjukkan bahwa waktu inkubasi hidrogel organik selama 30-40 hari menghasilkan kadar C-organik tertinggi, sedangkan untuk N-total 20 hari dan semakin lama waktu inkubasi nilai pH semakin meningkat meskipun tidak signifikan.

Melihat potensi hidrogel tersebut, perlu kajian lebih lanjut mengenai waktu inkubasi hidrogel organik yang diperkaya nitrogen di dalam tanah dan pengaruhnya terhadap beberapa sifat kimia inceptisols seperti pH, C-organik, serta N-total tanah dengan menggunakan tanaman indikator yaitu tanaman jagung manis. Oleh karena itu, penelitian ini dinilai penting dalam memberikan informasi mengenai aplikasi hidrogel organik yang belum banyak dipergunakan oleh masyarakat.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas

Padjadjaran. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2018 sampai dengan April 2018. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat laboratorium dan alat-alat lapangan. Alat-alat laboratorium terdiri atas alat untuk analisis pH, analisis C-organik dan analisis N-total tanah. Bahan yang akan digunakan adalah inceptisols Jatinangor, benih jagung manis varietas Bonanza, hidrogel organik, aquades, urea 46% N, SP-36, KCl, fungisida, insektisida, dan bahan-bahan untuk analisis pH, C-organik, serta N-total tanah di laboratorium.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima (9) perlakuan dan lima (3) ulangan sehingga total perlakuan 27 plot percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah waktu inkubasi hidrogel organik yang diperkaya nitrogen yang terdiri atas:

- A : Kontrol
- B : Hidrogel dan urea inkubasi 20 hari
- C : Hidrogel dan urea inkubasi 30 hari
- D : Hidrogel dan urea inkubasi 40 hari
- E : Hidrogel dan urea inkubasi 50 hari
- F : Urea inkubasi 20 hari
- G : Urea inkubasi 30 hari
- H : Urea inkubasi 40 hari
- I : Urea inkubasi 50 hari

Parameter yang diamati adalah pH dengan menggunakan metode Potensiometri, C-Organik dengan menggunakan metode *Walkey and Black* dan N-Total dengan menggunakan metode *Kjeldahl*. Data hasil pengamatan pada penelitian akan dianalisis dengan sidik ragam. Model linier dari RAK adalah  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij}$ . Pengujian signifikan untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan uji Fisher pada taraf 5%. Jika terdapat perbedaan nyata, pengujian dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% (Gomez & Gomez, 1995).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kemasaman tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa peran hidrogel dan waktu inkubasi berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Nilai pH ditunjukkan oleh banyaknya konsentrasi ion  $H^+$  di dalam tanah. Semakin tinggi ion  $H^+$ , pH tanah semakin rendah (Hardjowigeno, 2010). Peran hidrogel dan waktu inkubasi hidrogel terhadap pH tanah disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan kontrol tidak dilakukan penambahan apapun dan dianalisis pada 0 waktu inkubasi. Perlakuan kontrol menggunakan tanah inceptisols dengan pH 6,88. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Utami dan Handayani (2003) bahwa tanah inceptisols memiliki pH 5,0 sampai 7,0. Tabel 1 menunjukkan perlakuan waktu inkubasi

Tabel 1  
*Pengaruh Peran Hidrogel dan Waktu Inkubasi Hidrogel terhadap pH Tanah pada Inceptisols Jatinangor*

Perlakuan	pH Tanah
A : Kontrol	6,88 c
B : Hidrogel dan urea inkubasi 20 hari	5,94 b
C : Hidrogel dan urea inkubasi 30 hari	5,63 ab
D : Hidrogel dan urea inkubasi 40 hari	5,43 a
E : Hidrogel dan urea inkubasi 50 hari	5,61 ab
F : Urea inkubasi 20 hari	5,73 ab
G : Urea inkubasi 30 hari	5,48 ab
H : Urea inkubasi 40 hari	5,49 ab
I : Urea inkubasi 50 hari	5,85 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

hidrogel dan urea dan urea menunjukkan pH yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Penurunan pH ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah adanya penambahan pupuk nitrogen ke dalam tanah yang dapat memasamkan tanah, sesuai dengan penelitian Utami dan Handayani (2003) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea pada pertanian nonorganik menyebabkan tanah lama kelamaan menjadi lebih masam. Pupuk yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat berubah menjadi nitrat yang berakibat pada penurunan pH tanah. Nitrifikasi berkaitan dalam produksi ion-ion hidrogen sehingga berpotensi menurunkan pH Tanah (Foth, 1995).

Penggunaan pupuk amonium dapat mengakibatkan kemasaman karena adanya bantuan mikroba yang menghasilkan reaksi sebagai berikut:  $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$ .

Drainase pada saat penelitian kurang baik karena pada bagian bawah ember percobaan tidak dilubangi sehingga pada saat penyiraman kemungkinan air tergenang di bagian bawah. Rata-rata suhu selama penelitian menunjukkan suhu yang rendah yaitu 23,03°C sehingga evaporasi dan evapotransporasi berjalan lambat. Akibatnya, air tidak mudah hilang pada bagian bawah ember percobaan. Drainase yang kurang baik dapat menurunkan pH tanah.

Perlakuan hidrogel dan urea inkubasi 20 hari menunjukkan pH lebih tinggi dibandingkan perlakuan inkubasi lain. Aplikasi hidrogel mampu melepaskan nitrogen secara lambat sehingga pada inkubasi 20 hari menunjukkan pH 5,93 (agak masam) lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil analisis gugus fungsi hidrogel yang berbahan baku CMC dan HEC dengan menggunakan *Fouries Transfor Infra Red*

(FTIR) memiliki gugus fungsi =C-H, C-H, -OH, -COO-, C-O (Anah dkk., 2015). Gugus fungsi -OH yang akan mengikat ion H<sup>+</sup> di tanah dan penambahan ion -OH pada tanah menyebabkan peningkatan pH tanah. Hidrogel terbuat dari bahan organik, menurut Utami dan Handayani (2003) bahan organik mempunyai daya sangga yang besar sehingga apabila tanah mengandung bahan organik yang cukup pH tanah relatif stabil.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa peran hidrogel dan waktu hidrogel berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah. Aplikasi hidrogel mampu meningkatkan kandungan C-organik sebesar 38% pada inkubasi 20 hari. Hasil analisis C-organik tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan hidrogel dan urea inkubasi 20 hari memiliki kandungan C-organik tertinggi dari semua perlakuan yaitu 2,80% (Tabel 2). Peningkatan terjadi karena hidrogel yang

digunakan merupakan bahan organik yang terbuat dari selulosa ampas tebu. Ampas tebu memiliki kandungan karbon (C) sebesar 23,7% (Mubin & Fitriadai, 2005) sehingga dapat menambah kadar C-organik dalam tanah dan menaikkan C-organik pada inkubasi 20 hari. Hidrogel disintesis dari *Carboxymethylcellulosa* (CMC) dengan gugus karboksimetil (-CH<sub>2</sub>-COOH) akan terurai menjadi -CH<sub>2</sub> dan -COOH yang akan menyumbangkan karbon kedalam tanah sehingga C-organik meningkat (Anah dkk., 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama inkubasi nilai C-organik berfluktuasi. Hal ini karena hidrogel organik yang diperkaya nitrogen belum terdekomposisi sempurna sampai waktu inkubasi 50 hari. Kandungan C-organik dalam tanah menggambarkan keadaan bahan organik pada tanah. Tinggi rendahnya kandungan karbon

Tabel 2  
*Pengaruh Peran Hidrogel dan Waktu Inkubasi Hidrogel terhadap C-organik Tanah pada Inceptisols Jatinangor*

Perlakuan	C-organik
A : Kontrol	2,42 b
B : Hidrogel dan urea inkubasi 20 hari	2,80 c
C : Hidrogel dan urea inkubasi 30 hari	2,18 ab
D : Hidrogel dan urea inkubasi 40 hari	2,09 ab
E : Hidrogel dan urea inkubasi 50 hari	2,16 ab
F : Urea inkubasi 20 hari	2,43 ab
G : Urea inkubasi 30 hari	1,99 a
H : Urea inkubasi 40 hari	2,05 ab
I : Urea inkubasi 50 hari	2,04 ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5 %.

dalam tanah dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik tanah, evapotranspirasi dan hilang pada saat panen (Nariratih, Damanik, & Sitanggung, 2013).

C-organik menurun pada waktu inkubasi 30 hari sampai 50 hari. Hal tersebut berhubungan dengan pertumbuhan tanaman yang memerlukan unsur hara C. Tanaman menyerap C dalam bentuk CO<sub>2</sub> yang digunakan untuk proses fotosintesis. Reaksi fotosintesis sebagai berikut CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>. Unsur C, O, dan H merupakan bahan baku dalam pembentukan jaringan tanaman.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa peran hidrogel dan waktu inkubasi hidrogel memberikan pengaruh yang signifikan terhadap N-total tanah. Hasil dari analisis peran hidrogel dan waktu inkubasi hidrogel terhadap N-total dapat dilihat dalam Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 perlakuan hidrogel dan urea inkubasi 40 hari memiliki nilai

N-total tertinggi yaitu 0,34%. Hidrogel yang berasal dari bahan organik menyebabkan penambahan bahan organik pada tanah. Perombakan bahan organik di dalam tanah akan menghasilkan nitrogen melalui proses aminisasi (Munawar, 2011), meskipun pada saat penelitian dekomposisinya belum sempurna. Degradasi hidrogel dalam tanah akan menghasilkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan komponen N sehingga meningkatkan N-total dalam tanah (Haloho, 2011)

Ketika hidrogel direndam di dalam larutan urea maka akan terjadi proses difusi molekul larutan urea yang tertahan didalam matriks polimer yang tidak dapat larut. Faktor-faktor yang menyediakan tenaga untuk menyerap air atau larutan adalah tekanan osmotik yang berdasar pada ion penukar yang dapat berpindah dari afinitas antara polimer elektrolit dan air (Anah dkk., 2010), adanya tekanan osmotik dalam matriks akan mendorong molekul air dan membawa urea

Tabel 3  
*Pengaruh Peran dan Waktu Inkubasi Hidrogel terhadap N-total Tanah pada Inceptisols Jatinangor*

Perlakuan	N-total
A : Kontrol	0,22 b
B : Hidrogel dan urea inkubasi 20 hari	0,22 b
C : Hidrogel dan urea inkubasi 30 hari	0,22 b
D : Hidrogel dan urea inkubasi 40 hari	0,34 e
E : Hidrogel dan urea inkubasi 50 hari	0,32 de
F : Urea inkubasi 20 hari	0,18 a
G : Urea inkubasi 30 hari	0,20 ab
H : Urea inkubasi 40 hari	0,31 d
I : Urea inkubasi 50 hari	0,27 c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%.

keluar dari matriks polimer. Pengeluaran urea di dalam kompleks polimer bersifat *slow release*, sehingga terjadi peningkatan N-total secara signifikan pada inkubasi 40 dan 50 hari.

Perlakuan urea saja yaitu perlakuan F, G, H, dan I dengan N-total berturut turut 0,18; 0,20; 0,31; 0,27 menunjukkan kadar N-total lebih rendah dibandingkan perlakuan hidrogel dan urea. Hal ini karena nitrogen dalam tanah mudah hilang dan juga dipengaruhi oleh pH. Pada kondisi masam terjadi persaingan ion  $H^+$  dengan kation  $NH_4^+$  sehingga penyerapan amonium menjadi sedikit terhambat (Rosmarkam & Yuwono, 2002).

## **SIMPULAN**

Peran hidrogel dan waktu inkubasi hidrogel dengan indikator tanaman jagung manis (*Zea mays Saccharata* Sturt) pada Inceptisols Jatinangor berpengaruh terhadap peningkatan nilai C-organik tanah dan N-total tanah kecuali pH tanah. Terdapat waktu inkubasi hidrogel terbaik yang dapat meningkatkan C-organik dan N-total tertinggi adalah perlakuan hidrogel dan urea inkubasi 20 hari dengan kandungan C-organik 2,80% dan perlakuan hidrogel dan urea inkubasi 40 hari dengan kandungan N-total 0,34%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Adi, S. H. (2012). Teknologi nano untuk pertanian: Aplikasi hidrogel untuk

efisiensi irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1-8.

Amisnaipa, Susila, A. D., Susanto, S., & Nursyamsi, D. (2016). Penentuan metode ekstraksi P tanah inceptisols untuk tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Hortikultura*, 24(1), 42-48.

Anah, L., Astrini, N., Suharto, Nurhikmat, A., & Haryono, A. (2010). Studi awal sintesa carboxy methyl cellulose-graftpoly (Acrylic acid)/monmorilonit superabsorben polimer hidrogel komposit melalui proses kopolimerisasi cangkok. *Berita Selulosa*, 45(1), 1-8.

Arifin, M. (2000). *Karakteristik mikromorfologi inceptisols daerah Jatinangor* (Laporan penelitian tidak diterbitkan). Pusat Penelitian Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung.

Arviandi, R., Rauf, A., & Sitanggang, G. (2015). Evaluasi sifat kimia tanah Inceptisols pada kebun inti tanaman gambir di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat. *Agroteknologi*, 3(4), 1329-1334.

Cheng, L. H., Karim, A. A., & Seow, C. C. (2008). Characterisation of composite films made of konjac glucomannan (KGM), carboxymethyl cellulose (CMC) and lipid. *Food Chemistry*, 107(1), 411-418.

Foth, H. D. (1995). *Dasar-dasar ilmu tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Haloho, I. (2011). *Aplikasi crystal soil di lapangan terhadap pertumbuhan bibit sukun arthocarpus communis forst* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian USU, Medan. Diunduh dari <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/25518>.

Hardjowigeno, S. (2010). *Ilmu tanah*. Jakarta: Akademika.

Sinaga, A., & Ma'ruf, A. (2016). Tanggapan hasil pertumbuhan tanaman jagung akibat pemberian pupuk urea, SP-36 dan KCl. *Bernas*, 12(3), 51-58.



- Mubin, A., & Fitriadai, R. (2005). Upaya penurunan biaya produksi dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai pengganti bahan penguat dalam proses produksi asbes semen. *Teknik Gelagar*, 16(1), 10-19.
- Mulyani, O., & Suriadikusumah, A. (2014). *Chemical soil characteristics affected by incubation. time of organic hydrogel in Inceptisols* (Abstract). Dalam 3<sup>rd</sup> Intemasional Seminar of Chemistry. Unpad, Bandung.
- Munawar, A. (2011). *Kesuburan tanah dan nutrisi tanah*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Muyassir, Sufardi, & Saputra, I. (2012). Perubahan sifat kimia entisol Krueng Raya akibat komposisi jenis dan takaran kompos organik. *Lentera*, 12(3), 37-47.
- Nugroho, M. S., Prijono, S., & Suidiana, I. M. (2018). Pengaruh aplikasi hidrogel dan kompos terhadap retensi air dan pertumbuhan tanaman sorgum pada ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), 801-810.
- Nariratih, I., Damanik, M. M. B., & Sitanggang, G. S. G. (2013). Ketersediaan nitrogen pada tiga jenis tanah akibat pemberian tiga bahan organik dan serapannya pada tanaman jagung. *Agroekoteknologi*, 1(3).
- Utami, S. N. H., & Handayani, S. (2003). Sifat kimia entisols pada sistem pertanian organik. *Ilmu Pertanian*, 10(2), 63-69.
- Rakhmalia, R., & Yuniarti, A. (2015). Kandungan C-organik, N-total tanah serta hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) akibat perlakuan pupuk organik pada ultisols asal Desa Kentrong, Provinsi Banten. *Jurnal Agrikultura*, 26(2), 99-103.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu kesuburan tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saribun, D. S. (2008). *Pengaruh pupuk majemuk NPK pada berbagai dosis terhadap PH, P-potensial dan P-tersedia serta hasil caysin (Brassica Juncea) pada Fluventic Eutrudepts Jatiningor* (Laporan penelitian tidak diterbitkan). Jatiningor: Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Suriadikusumah, A. (2014). Pengaruh aplikasi hidrogel terhadap beberapa karakteristik tanah. *Jurnal Teknotan*, 8(1), 1144-1149.
- Suriadikusumah, A., Mulyani, O., & Salim, H. E. H. (2015). Identification of organic hydrogel characteristics as a soil conditioner on physio-chemical inceptisols. *Man In India*, 96(12), 1-12.
- Suwardi, Salim, A., & Priyambodo, E. (2010). *Studi perilaku pengembangan hidrogel berbasis protein dalam larutan pupuk grownmore dan aplikasinya sebagai meia tanam cabe* (Laporan penelitian tidak diterbitkan). Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.