

**DEGRADASI TANAH OLEH UREA
TERHADAP PRODUKSI
TANAMAN TOMAT**



**Ketentuan Hukum Pidana Pasal 113 Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

DEGRADASI TANAH OLEH UREA
TERHADAP PRODUKSI
TANAMAN TOMAT

Dr. Ir. Syaifuddin, M.P.



DEGRADASI TANAH OLEH UREA
TERHADAP PRODUKSI
TANAMAN TOMAT

Copyright © Dandelion Publisher

Cetakan Pertama: Agustus 2022

Editor: Wulansari Apriani

Tata Letak Sampul dan Isi: Tim Redaksi

Ilustrator: Tim Redaksi

ISBN: 978-623-373-363-2

Jumlah Halaman: vi + 53

Ukuran Buku: 17,6 x 25 cm

Diterbitkan Oleh:



CV. Dandelion Publisher

Anggota IKAPI No. 350/JBA/2020

Taman Kenari Jagorawi

Citeureup, Bogor, Jawa Barat

0812 6111 765

dandelionpublisher@gmail.com

www.dandelionpublisher.com

Isi di luar tanggung jawab penerbit.
Dilarang memperbanyak sebagian
atau seluruh buku ini tanpa seizin penerbit.

Prakata

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat-Nya sehingga buku *Degradasi Tanah oleh Urea Terhadap Produksi Tanaman Tomat* ini bisa selesai ditulis. Buku ini ditulis sebagai salah satu upaya memberikan kontribusi pada perkembangan dunia pertanian.

Buku ini berisi tentang kajian penggunaan pupuk urea yang umum dilakukan petani Indonesia dan akibat yang ditimbulkannya. Hasil dari kajian terkait penggunaan urea ternyata menunjukkan adanya degradasi tanah dan berefek juga pada produksi tanaman tomat sebagai salah satu tanaman yang banyak membutuhkan nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi para insan pertanian dan juga pembaca pada umumnya. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran pada proses penulisan buku ini.

Makassar, 23 Juni 2022

Penulis

Dr. Ir. Syaifuddin, M.P.

Daftar Isi

Prakata	v
Bab 1	
Pengaruh Urea terhadap Produktivitas Tanah.....	1
Bab 2	
Urea dan Amonium Sulfat	6
2.1 Urea dan Sifat Dispersifnya	6
2.2 ZA dan Sifat Flokulasinya	8
Bab 3	
Tanaman Tomat.....	12
Bab 4	
Uji Struktur Tanah	15
4.1 Percobaan Rumah Kaca.....	15
4.2 Percobaan di Lapangan.....	22
Bab 5	
Degradasi Tanah oleh Urea terhadap Produksi	
Tanaman Tomat.....	28
5.1 Degradasi Tanah pada Percobaan Rumah Kaca ...	28
5.2 Degradasi Tanah pada Percobaan Lapangan.....	34
5.3 Akibat Penggunaan Urea pada Kondisi Tanah.....	42
5.4 Pentingnya Penggunaan Urea di Lapangan	45
Bab 6	
Rekomendasi Penggunaan Urea Terhadap Konservasi	
dan Produktivitas Tanah.....	47
Daftar Pustaka	48
Profil Penulis.....	52

Bab I

Pengaruh Urea terhadap Produktivitas Tanah

Di Indonesia, para petani pada umumnya menggunakan urea sebagai sumber utama pupuk nitrogen untuk menunjang produksi tanaman pangan. Bagi mereka, tanpa pemakaian pupuk urea, produktivitas tanaman akan rendah. Sehingga, pemakaian pupuk urea menjadi hal yang kerap dilakukan para petani Indonesia agar produksi tanaman pangan dapat meningkat. Namun, mereka abai, ternyata penggunaan urea juga mempunyai pengaruh yang tidak menguntungkan produktivitas tanah. Pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa urea mempunyai potensi merusak struktur tanah karena terdispersinya partikel liat, akibat merenggangnya jarak antar partikel liat satu dengan lainnya (Gusli *et al.* 1996 a,b).



Gambar 1. Kerusakan Tanah Akibat Ketergantungan
Pemakaian Pupuk Urea

Sumber gambar: Dok. Cybek.pertanian.go.id

Konsekuensi potensial dari kerusakan struktur tanah oleh urea antara lain berupa konsolidasi pada lapisan olah, terhambatnya infiltrasi, meningkatnya erosi, dan kehilangan hara. Semua konsekuensi potensial tersebut mempunyai akibat sangat merugikan pada produktivitas tanah. Selain itu jika tanah terdispersi, air yang mengalir sebagai aliran permukaan akan membawa koloid tanah bersama hara, termasuk nitrogen.



Gambar 2. Kerusakan Tanah Akibat Ketergantungan
Pemakaian Pupuk Urea

Sumber gambar: pixabay.com

Salah satu faktor yang menentukan produktivitas tanah adalah penggunaan sarana produksi berupa pupuk urea sebagai sumber N (Nitrogen) yang utama. Namun, penggunaan urea juga mempunyai pengaruh yang tidak menguntungkan produktivitas tanah. Penggunaan urea merusak struktur tanah karena terdispersinya partikel liat

akibat merenggangnya jarak antara partikel liat satu dengan yang lain.

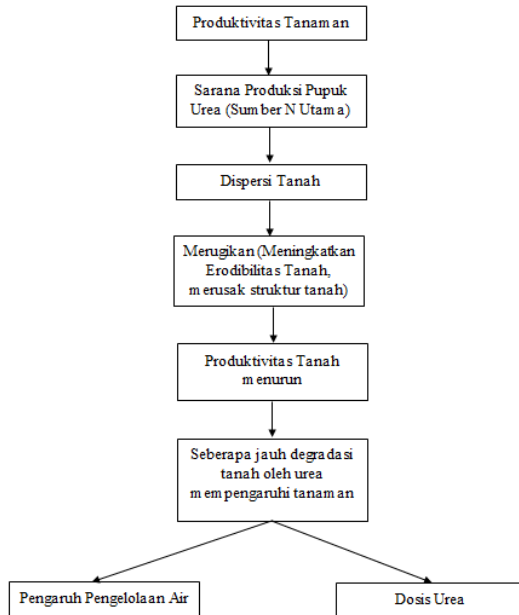
Konsekuensi dan kerusakan struktur tanah antara lain terjadinya pemadatan tanah, terhambatnya infiltrasi, aliran permukaan meningkat, erosi meningkat, dan pada akhirnya akan memengaruhi produksi tanaman.



Gambar 3. Pupuk Urea
Sumber gambar: Dok. Antara Foto



Gambar 4. Pupuk Urea
Sumber gambar: Dok. Kompas.com



Gambar 5. Alur Dasar Kerangka Pemikiran

Di sisi lain, banyak tanaman yang membutuhkan asupan Nitrogen (N) dalam jumlah yang cukup banyak dibandingkan tanaman lain, salah satunya adalah tanaman tomat. Tanaman tomat (*Lycopersicon Esculentum*) merupakan salah satu tanaman yang banyak membutuhkan Nitrogen (N) untuk pertumbuhan dan perkembangannya, untuk menghasilkan produksi sebesar 45 ton/ha dibutuhkan hara masing-masing 220 kg N, 39 kg P, dan 370 kg K (Glendinning, 1981).

Tanaman tomat juga peka terhadap kekeringan atau perubahan kadar lengas tanah. Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian tentang bagaimana atau seberapa signifikan pengaruh degradasi tanah oleh urea terhadap

produksi tanaman tomat, pada kondisi regim air yang berbeda.



Gambar 6. Tanaman Tomat
Sumber gambar: economy.okezone.com

Bab 2

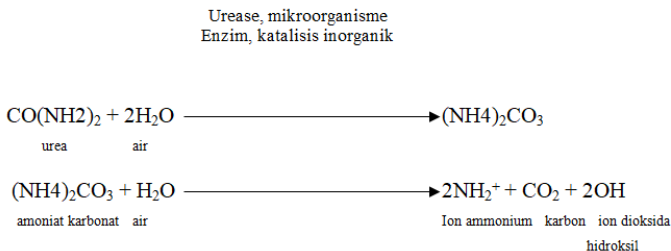
Urea dan Amonium Sulfat

2.1 Urea dan Sifat Dispersifnya

Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, merupakan salah satu sumber unsur Nitrogen (N) dengan kandungan Nitrogen yang tinggi (45 - 46%). Urea termasuk golongan pupuk yang higroskopis. Pada kelembaban 73% sudah mulai menarik air dari udara. Urea berbentuk kristal putih dengan garis tengah kurang lebih 1 mm, dan larut dalam air (Hagin et al, 1982 dalam Hainun, 1997).

Produksi pupuk urea meningkat secara konsisten dari tahun ke tahun. Di Indonesia produksi pupuk urea pada tahun 1990 sebesar 2.235.000 ton meningkat menjadi 2.299.000 ton pada tahun 1995 (FAO, 1995). Bagaimana dengan produksi pupuk urea di tahun 2021? Dilansir dari databoks.katadata.co.id produksi pupuk urea di Indonesia meningkat menjadi 7.960.000 ton.

Reaksi urea dalam tanah cukup sederhana, sebagaimana yang dilukiskan oleh Follet et al (1981) sebagai berikut:



Pemberian urea meningkatkan pH. Peningkatan pH menyebabkan muatan bersih (*net*) dari liat menjadi negatif, sehingga liat cenderung saling menjauh satu dan lainnya, kondisi ini meningkatkan dispersi liat.

Ghildyal dan Tripathi (1987) mendefinisikan dispersi adalah sebagai suatu proses yang mengakibatkan terlepasnya (terdispersi) partikel-partikel tanah satu sama lain. Dispersi partikel Hat mengakibatkan penghancuran unit tanah dalam susunan hirarki tanah yang paling dasar (Gusli, 1995). Dalam keadaan terdispersi, partikel-partikel tanah terpisah dan menolak satu sama lain.

Dispersi liat sesudah pemberian air atau hujan menyebabkan kerusakan dari struktur tanah dan permukaan tanah mengeras (Rengasamy, 1983). Penghancuran agregat dapat meningkat dengan meningkatnya konsentrasi air pada agregat. Pada beberapa tanah, pengolahan tanah dengan tenaga mekanik pada kadar air yang tinggi dapat mengakibatkan dispersi (Kay dan Dexter, 1990).

Dispersi menyebabkan perubahan struktur tanah (Shainberg, 1983). Perubahan struktur pada permukaan tanah dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu:

1. Dispersi mekanik dengan rusaknya agregat tanah akibat terpaan butiran hujan dan diikuti oleh pemadatan lapisan tanah.
2. Dispersi kimia pada partikel Hat yang tergantung pada persentase natrium daya tukar (*Exchangeable Sodium Percentage, ESP*) dan daya hantar listrik (*Electrical Conductivity, EC*).

Dispersi mekanik hanya terjadi pada permukaan tanah yang disebabkan oleh kekuatan fisik berupa pukulan

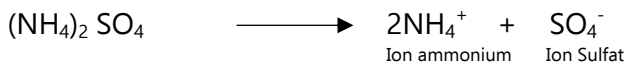
tetes hujan tanpa pengaruh persentase natrium daya tukar dan daya hantar listrik. Dispersi kimia dapat terjadi secara merata pada profil tanah dan ditentukan oleh nilai ESP dan EC. Oleh karena itu, dispersi kimia dapat dicegah dengan perbaikan EC dan menurunkan ESP, misalnya, dengan pemberian gypsum dan kalsium klorida. Selain itu, penambahan "soil conditioner", misalnya biofeit, juga dapat meningkatkan stabilitas agregat dan menurunkan tingkat erosi tanah akibat dispersi (Carlson, 1979).

Dispersi tanah dapat memberi pengaruh pada tanah dan akhirnya juga tanaman. Jika liat terdispersi, maka bila basah tanah dengan mudah menjadi lumpur dan jika kering dengan cepat menjadi padat dan keras (Tan, 1992 dalam Hainun, 1997). Pemadatan menurunkan porositas tanah dan infiltrasi, selanjutnya tanah mudah tererosi, menghambat aerasi yang dibutuhkan oleh pertumbuhan akar, yang pada akhirnya akan memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman.

2.2 ZA dan Sifat Flokulasinya

Pupuk amonium sulfat (ZA) mempunyai kadar nitrogen yang berkisar antara 20 sampai 21%, berbentuk kristal dengan beberapa warna, yaitu putih, abu-abu, biru keabu-abuan, dan kuning. Pupuk ini dapat dikatakan tidak higroskopis, hanya pada kelembaban nisbi sekitar 80% baru akan menarik air dari udara (Sutejo, 1994).

Di dalam tanah amonium sulfat bereaksi sebagai berikut (Samosir, 1994).





Gambar 7. Pupuk Amonium Sulfat
Sumber gambar: ditaichemical.com

Amonium sulfat yang bereaksi dalam tanah cenderung untuk menurunkan pH karena anion sulfat akan bereaksi dengan air membentuk asam yang selanjutnya akan melepaskan ion hidrogen ke dalam tanah. Peningkatan ion H⁺ menyebabkan peningkatan muatan positif pada partikel liat dan menipisnya lapisan ganda yang mendorong terjadinya flokulasi.

Suspensi yang keruh dapat menjadi jernih dengan adanya pengendapan. Fenomena ini disebut flokulasi, yaitu suatu proses bersatunya partikel-partikel koloid menjadi unit yang lebih besar (van Olphen, 1963). Flokulasi terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara partikel liat. Gaya ini biasa disebut tarikan "Van der Waals". Tarikan ini hanya efektif pada jarak yang dekat, dan menurun secara cepat dengan meningkatnya jarak. Apabila jarak antara partikel menurun hingga 20 Å atau kurang, maka gaya Van der

Waals akan menjadi dominan dan partikel-partikel liat akan terflokulasi (Tan, 1992).

Flokulasi liat tergantung dari valensi, tipe ion, dan ion dengan muatan berlawanan pada partikel itu. Selanjutnya, flokulasi dipengaruhi pula oleh tarikan Van der Waals, gaya elektrostatis, pengikatan partikel oleh rantai panjang yang bersifat poly fungsional, dan pengikatan partikel oleh komponen yang ada dalam suspensi (van Olphen, 1963). Peristiwa flokulasi terjadi apabila butir-butir primer yang berupa koloid dalam suatu larutan tertentu mengelompok atau bersatu, tetapi mudah terjadi dispersi kembali, sedangkan pada peristiwa koagulasi butir-butir primer tersebut sukar didispersikan lagi (Sarief. 1988).

Kecenderungan ion-ion mengflokulasi atau mendispersi partikel-partikel liat berhubungan dengan posisinya pada deret "Lyotropik" yaitu: $AL^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ = NH_4^+ > Na^+$ (Samosir, 1994). Urutan dari kiri ke kanan pada deret ini menunjukkan kemampuan suatu ion untuk mengflokulasi semakin rendah. Jadi, valensi yang lebih tinggi dari muatan ion yang berlawanan cenderung lebih kuat mengflokulasi dibanding dengan valensi yang lebih rendah. Dengan demikian, ion amonium dan kalsium cenderung mengflokulasi, sedangkan natrium dan ion lain cenderung untuk mendispersi liat.

Partikel liat tanah dapat terflokulasi dengan persentase natrium daya tukar yang rendah atau bila daya hantar listrik tinggi atau keduanya (Shanmuganathan dan Oades, 1983). Dengan daya hantar listrik yang tinggi, maka partikel-partikel tanah saling mengikat antara satu dengan lainnya, sehingga suspensi tanah cenderung untuk terflokulasi.

Masalah flokulasi dan stabilitas suspensi sangat penting dalam hubungannya dengan kualitas struktur tanah. Agregat yang mantap hanya dapat terbentuk dalam tanah jika liatnya terflokulasi. Flokulasi merupakan dasar untuk terpeliharanya stabilitas struktur tanah.

Bab 3

Tanaman Tomat

Tanaman tomat (*Lycopersicon Esculentum*) merupakan salah satu tanaman yang banyak membutuhkan Nitrogen (N) untuk pertumbuhan dan perkembangannya, untuk menghasilkan produksi sebesar 45 ton/ha dibutuhkan hara masing-masing 220 kg N, 39 kg P, dan 370 kg K (Glendinning, 1981).

Tanaman tomat juga peka terhadap kekeringan atau perubahan kadar lengas tanah. Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian tentang bagaimana atau seberapa signifikan pengaruh degradasi tanah oleh urea terhadap produksi tanaman tomat, pada kondisi regim air yang berbeda.



Gambar 8. Ilustrasi Tanaman Tomat
Sumber gambar: indenpendensia.com

Tanaman tomat termasuk suku *Solanaceae*, yaitu tanaman setahun dan berbentuk perdu, dapat ditanam di

dataran rendah maupun pegunungan (Purseglove, 1968). Tanaman ini merupakan salah satu tanaman yang banyak membutuhkan unsur Nitrogen (N) dalam pertumbuhannya. Untuk menghasilkan produksi sebanyak 45 ton/ha tanaman tomat membutuhkan unsur masing-masing 220 kg N (setara 489 kg urea), 39 kg P (setara 84.78 kg TSP), dan 370 kg K (setara 702 kg KC1).



Gambar 9. Tanaman Tomat
Sumber gambar: pixabay.com

Hasil beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan urea dapat mendispersi tanah, dengan demikian merusak struktur tanah. Tanaman tomat di satu pihak membutuhkan pupuk Nitrogen (N) yang tinggi, di lain pihak pupuk urea dengan dosis tinggi akan merusak struktur tanah, sehingga tidak menguntungkan bagi produksi tanaman tomat (Tindall et al., 1990).



Gambar 10. Tanaman Tomat
Sumber gambar: Kampustani.com

Baik dispersi tanah maupun produksi tomat dipengaruhi oleh regim air tanah. Karena itu, potensial matriks atau kadar air tanah menarik untuk diteliti bagaimana produksi tanaman tomat pada tanah yang terdegradasi oleh urea pada regim air yang berbeda (Cowell, 1979). Selain itu jika liat terdispersi, struktur tanah menjadi rusak. Kondisi ini akan mengakibatkan tanah mudah kekurangan atau kelebihan air, suatu kondisi yang tidak disenangi tomat. Lalu bagaimana kondisi pertumbuhan tanaman tomat pada tanah yang terdegradasi? Buku *Degradasi Tanah oleh Urea terhadap Produksi Tanaman Tomat* ini menyajikan hasil dari sebuah penelitian tentang kondisi tanah pasca pemupukan urea dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman tomat.

Bab 4

Uji Struktur Tanah

4.1 Percobaan Rumah Kaca

Percobaan di rumah kaca dapat dilakukan untuk menguji struktur tanah. Untuk melakukan uji struktur tanah pada percobaan di rumah kaca, maka diperlukan beberapa alat dan bahan. Bahan-bahan yang digunakan adalah tanah ultisol (dalam hal ini penulis melakukan uji struktur tanah dengan menggunakan tanah ultisol asal Malino Sulawesi Selatan), pupuk urea, amonium sulfat (ZA), TSP, KCL benih tomat jenis apel, pipa paralon PVC dengan diameter 21 cm dan tinggi 20 cm, kawat kasa dengan bukaan 2 mm, pin logam diameter 1,5 mm dalam penelitian ini digunakan terali sepeda.

Alat-alat yang digunakan adalah simulator hujan (pompa air merk National kapasitas 30 L/menit sebanyak 2 buah), semprotan (4 buah), stopwatch, timbangan elektronik (digital), sintered funnel, ring sampel, gunting, pisau, cangkul.

Desain penelitian di dalam kebun percobaan disusun menurut Rancangan F Petak-Petak Terpisah (RPPT). Petak utamanya, adalah pengelolaan air dengan 2 taraf yaitu potensial matriksnya dikonstankan pada -5 kPa diberi notasi A1 dan potensial matriks antara -5 dan -100 kPa dengan notasi A2. Adapun sebagai anak petaknya adalah jenis pupuk ZA dan urea dengan notasi ZA dan U, sedang anak-anak petaknya adalah dosis urea dan ZA yaitu 0, 125, 250, 500 kg urea ha⁻¹ atau setara dengan 0, 0,37, 0,75, 1,5 g urea/pot dengan notasi DO, DI, D2, D3. Dosis ZA yang

digunakan kadar N nya sama dengan masing-masing kadar N untuk tiap dosis urea. Kombinasi perlakuan sebanyak 16 dan diulang sebanyak 3 kali. Berikut adalah tahapan percobaan pada rumah kaca:

a. Penyiapan Media Tanah

Tanah ultisol asal Malino, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan diambil pada kedalaman 0 sampai 200 mm. Contoh tanah ini dikeringudarkan, kemudian diayak melewati saringan berdiameter 5 mm. Tanah yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam pot paralon sebanyak 6 kg/pot.

b. Aplikasi Pupuk

Pot yang telah berisi tanah diberi perlakuan pemupukan sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan. Kemudian ditutup dengan plastik hitam dan diinkubasi selama 2 x 24 jam.

c. Ekspose ke Hujan Buatan

Ekspose ke hujan buatan ini dilakukan di lapangan, bukan di rumah kaca. Penempatan pot-pot yang akan diekspose ke hujan buatan dengan intensitas hujan 100 mm/jam dan diameter hujan 2,4 mm dilakukan secara random, melingkar, dan disesuaikan dengan radius simulator hujan yaitu 140 cm.

Ekspose ke hujan buatan dilaksanakan selama 50 menit. Berhubung kapasitas simulator hujan terbatas, yaitu hanya 24 pot, maka ekspose ke hujan buatan dilaksanakan sebanyak 2 kali. Setelah diekspose seluruh pot-pot ditutup dengan plastik

guna menghindari menguapnya pupuk, dan dilakukan selama 2 x 24 jam.

d. Penentuan retensi air

Penentuan retensi air dianalisis dengan menggunakan metode sintered funnel. Penentuan retensi air -5 kPa dilakukan sebagai berikut: sampel tanah kering udara yang berasal dari lapangan ditimbang, selanjutnya dimasukkan ke dalam funnel. Funnel dan selang plastik penghubung diisi penuh dengan air tanpa gelembung udara. Funnel bersama contoh tanah di dalamnya diklemp pada posisi stand setinggi kolom air tanah, yaitu 50 cm. Setelah 24 jam, berat contoh tanah ditimbang untuk diketahui kadar airnya. Kemudian contoh tanah tersebut dikeringovenkan selama 24 jam.

Penentuan retensia air -100 kPa adalah sebagai berikut: sampel tanah yang berasal dari lapangan ditimbang untuk mengetahui berat basahnya, kemudian dikeringovenkan selama 24 jam dengan suhu 105 ° C. Setelah 24 jam, sampel tanah tersebut ditimbang kembali untuk mengetahui berat keringnya.

e. Penanaman

Sebelum ditanam pada pot, benih terlebih dahulu disemaikan pada bedengan pesemaian selama 3 minggu. Jumlah bibit yang ditanam sebanyak 2 pohon. kemudian pada umur 2 bulan dipilih satu yang terbaik.

f. Pemeliharaan

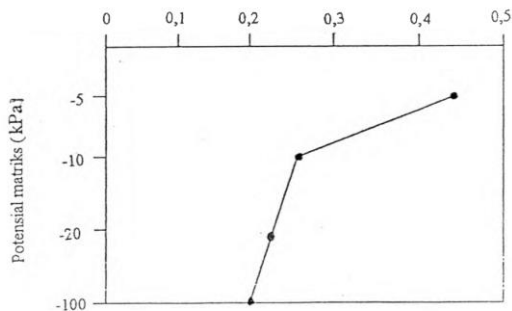
Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, pembuatan lanjaran, pemangkasan, dan panen. Penyiraman dilakukan untuk mempertahankan potensial matriks (kadar air) yang diterapkan sesuai perlakuan. Air yang ditambahkan diketahui melalui perhitungan kadar air yang telah ditetapkan sebelumnya untuk masing-masing potensial matriks. Jumlah air yang ditambahkan pertama kali ke dalam tanah untuk mencapai kapasitas lapang ($\psi_m = -5$ kPa) sebanyak 2.82 L. Selanjutnya air yang ditambahkan dalam penelitian untuk mempertahankan kondisi kapasitas lapang ($\psi_m = -5$ kPa) adalah berkisar 200 sampai 250 mL dengan interval penyiraman setiap 24 jam. Pada potensial matriks ($\psi_m = -100$ kPa) air yang ditambahkan dalam penelitian untuk mempertahankan kondisi kapasitas lapang ($\psi_m = -5$ kPa) adalah berkisar 450 sampai 500 mL dengan interval penyiraman setiap 2 x 24 jam.

Untuk lebih jelasnya, jumlah air yang ditambahkan ke dalam tanah untuk mencapai potensial matriks antara -5 sampai -100 kPa dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah air yang ditambahkan ke dalam tanah untuk mencapai potensial Matriks antara -5 sampai -100 kPa.

Ym (kPa)	Jumlah air yang perlu ditambahkan Pada pot yang berisi tanah kering udara sebanyak 6 kg (L)	Kisaran kebutuhan air dalam penelitian (mL)	Interval penyiraman
5kPa	2,82	200-250	setiap 24 jam
Sampai 100 kPa	1,23	450-500	setiap 2 x 24 jam

Adapun kurva retensi air dari tanah yang diuji selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 11. Kurva retensi air dari tanah yang diuji

Pemupukan

Jenis pupuk yang digunakan adalah urea, TSP, KC1, dengan dosis masing-masing 220 kg N, 39 kg P, dan 370 kg K. Pemupukan dilaksanakan 1 minggu setelah tanam. Pupuk dibenamkan ke dalam tanah sedalam 1 sampai 2 cm.

Pembuatan lanjaran

Untuk menunjang berdirinya tanaman yang lunak, maka tanaman tomat harus diberikan lanjaran. Lanjaran terbuat dari bambu setinggi 1,5 m, pembuatan lanjaran apabila tanaman tomat mencapai tinggi 25 cm.

Pemangkasan

Tanaman tomat tumbuh sangat cepat dan banyak cabang-cabangnya. Apabila semua cabang dibiarkan hidup semua, maka buahnya akan kerdil. Oleh karena itu, tunas muda yang tumbuh di ketiak daun pada batang pokok harus dipotong, pemangkasan dilakukan setiap minggu.

Panen

Panen dilakukan apabila tanda-tanda panen telah muncul, yaitu berupa terjadinya perubahan warna dari warna hijau ke merah. Panen dilakukan secara bertahap dan dilaksanakan pada pagi hari.

Parameter yang diamati meliputi parameter tanah dan tanaman. Parameter tanah meliputi strain vertikal waktu mulainya terjadi genangan. Parameter tanaman meliputi tinggi tanaman, berat kering bagian atas tanaman, dan produksi.

a. Strain vertikal

Koasolidasi tanah diukur dengan strain vertikal (&y) pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah dihujani.

(ϵ_v) dihitung dengan persamaan:

$$(\epsilon_v) = (H_0 - H_1) / H_0 \quad (1)$$

Di mana:

H_0 = tinggi kolom tanah awal

- H_1 = tinggi kolom tanah akhir
- b. *Waktu mulainya terjadi genangan*
Pengamatan waktu mulainya terjadi genangan dilakukan dengan mengukur waktu mulainya hujan dengan saat pertama kali terlihat terjadi genangan.
- c. *Tinggi tanaman*
Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang sampai tunas tertinggi. Pengukuran dilakukan setiap minggu.
- d. *Berat buah*
Semua buah tomat yang dipanen sampai percobaan berakhir ditimbang dengan menggunakan timbangan digital.
- e. *Berat kering bagian atas tanaman*
Bagian atas tanaman sesudah percobaan berakhir, dipotong, kemudian dikeringovenkan selama 3 hari, selanjutnya ditimbang.



Gambar 12. Ilustrasi pertumbuhan tanaman tomat di rumah kaca
Sumber gambar: pertanian77.com

4.2 Percobaan di Lapangan

Desain penelitian di lapangan disusun menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK), di mana perlakuan yang dicobakan berupa pemberian pupuk urea dengan dosis 125, 250, 500 kg ha⁻¹ dengan notasi U1, U2, U3 setara dengan 24, 49, 98 g/1,96 m². Dosis ZA yang digunakan kadar N nya sama dengan masing-masing kadar N untuk tiap dosis urea, dengan notasi masing-masing ZA0, ZA1, ZA2, ZA3. Kombinasi perlakuan, sebanyak 7 dan diulang sebanyak 3 kali.

a. Persiapan

Lahan seluas 10 m x 5 m diolah dengan menggunakan cangkul untuk menghasilkan kehalusan agregat yang berukuran 5 mm. Selanjutnya lahan tersebut dibagi menjadi 21 petak sesuai jumlah kombinasi perlakuan dengan ukuran masing-masing petak 1,4 m x 1,4 m, masing-masing petak diberi pupuk sesuai perlakuan yang telah ditetapkan, kemudian masing-masing petak dihujani dengan hujan buatan pada intensitas hujan 100 mm/jam dan diameter butir air 2,4 mm selama, 50 menit.

b. Penanaman

Penanaman dilakukan pada lubang-lubang yang telah dipersiapkan. Bibit tomat ditanam langsung di lapangan, jumlah bibit setiap petak sebanyak 4 pohon, dengan jarak tanam 50 cm x 60 cm, penanaman dilakukan sore hari.

c. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pemberian naungan, pemupukan, penyulaman, pemangkasan, pembuaran lanjutan.

Penaung

Guna mencegah penyinaran langsung oleh sinar matahari yang dapat menyebabkan matinya tanaman muda, maka tanaman diberi naungan yang terbuat dari pelepah daun pisang, penaungan dilaksanakan selama seminggu.

Pemupukan

Jenis dan dosis pupuk sama dengan yang digunakan di percobaan rumah kaca. Pemupukan urea dilakukan sebanyak 2 kali, setengah dosis diberikan pada minggu pertama, bersamaan dengan pemupukan TSP dan KC1, sisanya diberikan pada minggu ke empat (1 bulan).

Penyulaman

Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang pertumbuhannya kurang baik atau mati, penyulaman hanya dilakukan sampai umur tanaman mencapai satu bulan.

Pemangkasan

Pemangkasan dilakukan apabila tumbuh tunas-tunas wiwilan pada ketiak daun pada batang pokok. Pemangkasan dilakukan setiap minggu dan dilaksanakan pada pagi hari.

Pembuatan lanjaran

Berhubung tanaman tomat tergolong tanaman berbatang basah/lunak, maka diperlukan penopang untuk pertumbuhannya, lanjaran terbuat dari bambu setinggi 1,5 m. Pemasangan lanjaran apabila tanaman tomat mencapai tinggi 25 cm.

Parameter yang diamati meliputi parameter tanah dan tanaman. Parameter tanah meliputi kekasaran permukaan sebelum dan sesudah diujani, strain vertikal waktu mulainya terjadi genangan, bulk density, konduktivitas hidrolik, aliran permukaan, kandungan suspensi dan N tererosi. Parameter tanaman yang diamati hanya tinggi tanaman.

- a. Kekasaran permukaan (*random roughness*). Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan sebelum dan sesudah diujani, di sini dijadikan metode yang diajukan oleh Allmaras et al. (1966), di mana kekasaran permukaan (RR) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RR = (SD)/\sqrt{n} \quad (2)$$

Di mana:

- | | |
|-------------------|---|
| $\sqrt{n-1} (SD)$ | = standar deviasi |
| n | = jumlah transek pengamatan
(jumlah pin logam) |

- b. Strain Vertikal

Konsolidasi tanah diukur sebagai strain vertikal, pengukuran dilakukan sebelum diujani dan sesudah diujani. Strain vertikal di lapangan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$(\varepsilon_v) = [20 - (H_1 + X_1) - X_2] / 20 \quad (3)$$

Di mana:

H_1 = tinggi kolom tanah sebelum diujani

X_1 = tinggi pin (terali besi) sebelum diujani

X_2 = tinggi pin sesudah diujani

20 = kedalaman pengolahan tanah

Terdapat perbedaan rumus yang digunakan dalam menghitung strain vertikal antara percobaan di rumah kaca dengan di lapangan, perbedaan ini disebabkan karena di lapangan terjadi pengolahan tanah sedalam 20 cm.

c. Bulk Density

Penetapan *bulk density* (BD) dilakukan dengan menggunakan ring sampel. Diameter ring besar adalah 7 cm dan tinggi 5 cm, sedang ring kecil diameter 2 cm dan tinggi 5 mm. Pengambilan sampel tanah dengan menggunakan ring sampel dilakukan setelah plot percobaan diujani. Pengambilan sampel untuk *bulk density* ring besar dilakukan pada kedalaman tanah 0 sampai 15 cm, sedang untuk *bulk density* ring kecil dilakukan pada kedalaman tanah 0 sampai 5 mm. Jumlah sampel untuk penetapan *bulk density*, baik *bulk density* besar maupun kecil sebanyak 4 sampel.

d. Konduktivitas hidrolis

Kemampuan tanah melewatkan air per satuan waktu. Konduktivitas hidrolis dihitung dengan menggunakan rumus:

$$K = V L / [A_t (L+H)] \quad (4)$$

Di mana:

V = volume air yang ditampung

L = tinggi ring sampel

A = luas permukaan ring sampel

t = waktu

H = tinggi genangan

e. Waktu mulainya terjadi genangan

Pengamatan waktu mulainya terjadi genangan dilakukan dengan mengukur waktu antara mulainya hujan dengan saat pertama kali terlihat terjadi penggenangan.

f. Aliran permukaan

Metode yang digunakan untuk penentuan aliran permukaan adalah metode sekat kecil. Semua air yang mengalir di permukaan plot percobaan ditampung dengan gelas ukur, pada bagian tepi plot percobaan.

g. Kandungan suspensi dan N tererosi

Penetapan kadar suspensi dalam sampel air ditentukan dengan cara gravimetrik. Kandungan suspensi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = V_t / (V_s)(t) \quad (5)$$

Di mana:

V_t = volume air yang ditampung (500 mL)

V_s = volume sampel yang dipipet

t = berat suspensi dalam volume sampel yang dipipet

Untuk menduga kandungan N yang tererosi dari sampel dengan menggunakan metode Kjeldhal.

h. Tinggi tanaman

Parameter tanaman yang diamati untuk percobaan lapangan hanya tinggi tanaman. Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang sampai tunas tertinggi (cm). Pengukuran dilakukan setiap minggu.

Bab 5

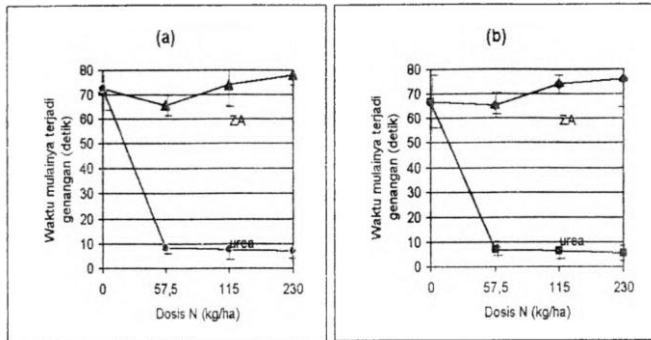
Degradasi Tanah oleh Urea terhadap Produksi Tanaman Tomat

5.1 Degradasi Tanah pada Percobaan Rumah Kaca

a. Waktu Mulai Terjadi Genangan

Berdasarkan hasil pengamatan waktu mulainya terjadi genangan (gambar 12) analisis ragamnya terlihat bahwa jenis, dosis, dan interaksi antara jenis dan dosis berpengaruh nyata terhadap waktu mulainya terjadi genangan, baik pada perlakuan dengan potensial matriks dipertahankan sekitar -5 kPa, maupun yang divariasikan dari -5 kPa sampai -100 kPa.

Pada perlakuan dengan regim air awalnya -5 kPa, waktu mulainya terjadi genangan tidak konsisten. Pada yang diberi ZA, t_g cenderung meningkat dengan bertambahnya dosis, tetapi secara statistik tidak nyata. Pada yang diberi urea, t_g umumnya menurun drastis dari 72,67 detik ke 8,33 detik. Namun, penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha tidak menurunkan t_g secara nyata (Gambar 12a). Pada perlakuan dengan regim air antara -5 kPa sampai -100 kPa (Gambar 12b) pemberian ZA maupun urea memberikan pengaruh dengan pola yang mam dengan data yang diperoleh dari regim air -5 kPa.



Gambar 12. Waktu mulainya terjadi genangan pada: (a) potensial matrik -5 kPa, dan (b) -5 sampai -100 kPa

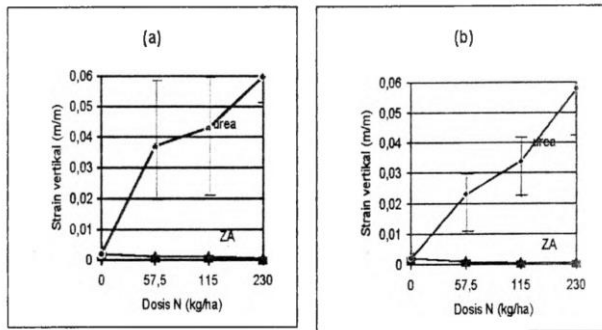
b. Strain Vertikal

Hasil pengukuran strain vertikal disajikan pada gambar 13. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa perlakuan, kecuali jenis pupuk, tidak berpengaruh nyata terhadap strain vertikal.

Pada tanah yang regim airnya dipertahankan sekitar -5 kPa, sebelum diujani strain vertikal pada perlakuan ZA menurun dengan bertambahnya dosis pupuk. Pada yang diberi urea, strain vertikal umumnya meningkat dengan bertambahnya dosis pupuk. Pada regim air -5 kPa, strain vertikal pada perlakuan ZA menurun dari 0,002, menjadi 0,0003 m/m. Namun, penurunan strain vertikal yang sangat kecil ini disangsikan mempunyai pengaruh yang berarti terhadap tanaman.

Pada pemupukan urea, strain vertikal meningkat dari 0,002 menjadi 0,037 m/m (dalam kedalaman tanah 1 m hanya terkonsolidasi sebesar 3,7 cm) dengan bertambahnya dosis dari 0 ke 57,5 N kg/ha. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha tidak meningkatkan strain vertikal secara nyata

(Gambar 13a). Pada tanah yang setelah diujani regim airnya berkisar antara -5 sampai -100 kPa (Gambar 13b), pemberian ZA maupun urea memberikan pengaruh dengan pola yang sama dengan data yang diperoleh dari regim air -5 kPa.



Gambar 13. Pengaruh dosis terhadap strain vertikal pada: (a) potensial matriks -5 kPa, dan (b) -5 sampai -100 kPa

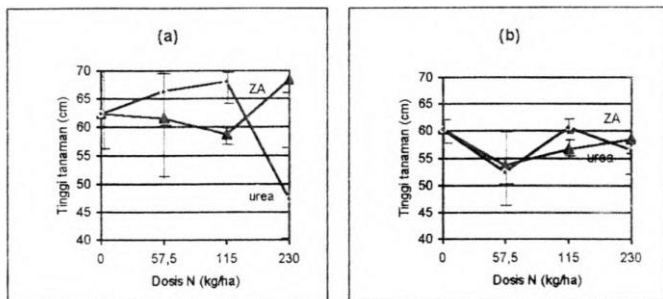
c. Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran tinggi tanaman disajikan pada gambar 14. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa pemberian ZA dan urea tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman.

Pada tanah yang regim air dipertahankan sekitar -5 kPa, tinggi tanaman pada perlakuan ZA menurun dari 62,33 ke 58,67 cm, dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0 ke 115 N kg/ha, kemudian tinggi tanaman meningkat menjadi 68,33 cm dengan penambahan dosis sampai 230 N kg/ha. Sementara pada perlakuan urea, tinggi tanaman meningkat dari 62,33 menjadi 68 cm dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0 ke 115 N kg/ha, penambahan dosis sampai 230 N kg/ha

menurunkan tinggi tanaman secara drastis (Gambar 14a).

Pada tanah yang regim air berkisar antara -5 sampai -100 kPa (Gambar 14b), pemberian ZA maupun urea, tinggi tanaman yang diperoleh berbeda dengan data yang diperoleh dari regim air -5 kPa. Namun, secara statistik tidak berbeda nyata.



Gambar 14. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman 90 HST pada: (a) potensial matriks -5kPa, dan (b)-5 sampai -100 kPa

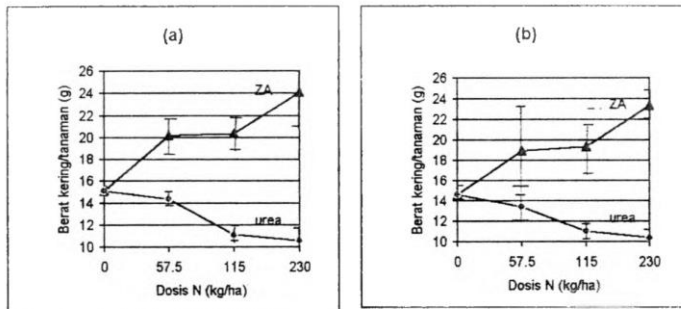
d. Berat Kering Bagian Atas Tanaman

Data berat kering bagian atas tanaman disajikan pada gambar 15. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa jenis pupuk, interaksi antara dosis dan jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap berat kering bagian atas tanaman.

Pada perlakuan dengan regim air dipertahankan sekitar -5 kPa, berat kering tanaman meningkat secara proporsional dari 15,10 pada dosis 0 menjadi 24,08 g, pada dosis ZA 230 N kg/ha (Gambar 15a). Secara statistik, berat kering tanaman antara yang diberi ZA dan yang tidak adalah nyata, tetapi penambahan dosis

selanjutnya, berat kering tanaman menjadi tidak nyata. Hasil ini berbeda dengan data tinggi tanaman (Gambar 15) seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Hal yang sama untuk regim air yang divariasikan antara -5kPa sampai -100 kPa.

Sebaliknya bila diberi urea, berat kering tanaman berkurang dan 15,10 g ke 14,36 g dengan bertambahnya dosis dari 0 ke 57,5 N kg/ha, namun penurunannya secara statistic, nyata. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha, berat kering tanaman menjadi 10,53 g dan penurunannya tidak nyata secara statistik. Hal yang sama untuk regim air antara -5kPa sampai -100 kPa.



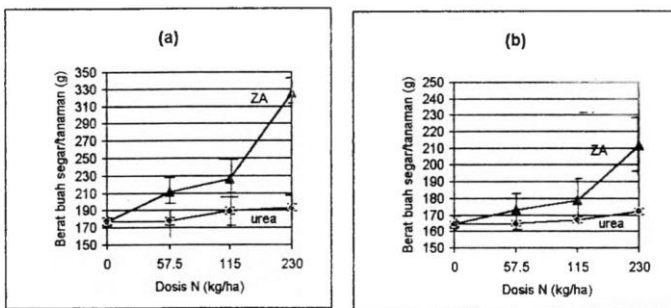
Gambar 15. Pengaruh dosis terhadap berat kering bagian atas tanaman pada: (a) Potensial matriks -5 kPa, dan (b) -5 sampai -100 kPa

e. Produksi

Data berat buah (produksi) disajikan pada Gambar 16. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa

jenis pupuk, interaksi jenis pupuk dan air, dosis, interaksi dosis dan air, interaksi dosis dan jenis berpengaruh nyata terhadap produksi.

Berat tomat meningkat dari 177,44 g untuk dosis ZA 0 kg/ha menjadi 324,86 g pada dosis 230 N kg/ha (peningkatannya sebesar 83,0 %), bila regim air sekitar -5 kPa (Gambar 16a). Namun, untuk regim air antara -5 sampai -100 kPa (Gambar 16b) berat tomat meningkat dari 164,59 g untuk dosis ZA 0 kg/ha menjadi 211,65 g pada dosis 230 N kg/ha (peningkatannya sebesar 28,59 %). Sementara bila diberi urea, berat tomat meningkat dari 177,44 untuk tanpa urea menjadi 193,39 g pada dosis 230 N kg/ha (peningkatannya sebesar 9 %), pada regim air -5 kPa. Tetapi pada perlakuan dengan regim air yang divariasikan antara -5 kPa sampai -100 kPa, berat tomat meningkat dari 164,59g menjadi 172,13 g dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0 sampai 230 N kg/ha.



Gambar 16. Pengaruh dosis terhadap produksi (berat buah) pada: (a) potensial matriks -5 kPa, dan (b) -5 sampai -100 kPa

5.2 Degradasi Tanah pada Percobaan Lapangan

a. Indeks Kekasaran Permukaan Sebelum dan Sesudah Dihujani

Hasil pengukuran indeks kekasaran permukaan yang diukur sebelum dan sesudah dihujani disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan urea dan ZA berpengaruh nyata terhadap indeks kekasaran permukaan sebelum dihujani, tetapi tidak berpengaruh nyata sesudah dihujani. Indeks kekasaran permukaan sebelum dihujani lebih tinggi jika dibandingkan dengan indeks kekasaran permukaan sesudah dihujani.

Tabel 2. Indeks kekasaran permukaan sebelum dan sesudah dihujani

Dosis N kg/ha	Rata-rata indeks kekasaran permukaan (RR)				
	Sebelum dihujani (a)		Sesudah dihujani (b)		a-b (dan SE-nya)
	Urea	ZA	Urea	ZA	urea ZA
0	0,13	0,13	0,11	0,11	0,02 (0,01) 0,02 (0,01)
57,5	0,09	0,09	0,06	0,08	0,03 (0,01) 0,01 (0,01)
115	0,09	0,08	0,06	0,07	0,03 (0,01) 0,01 (0,01)
230	0,15	0,12	0,09	0,11	0,6(0,02) 0,01(0,01)

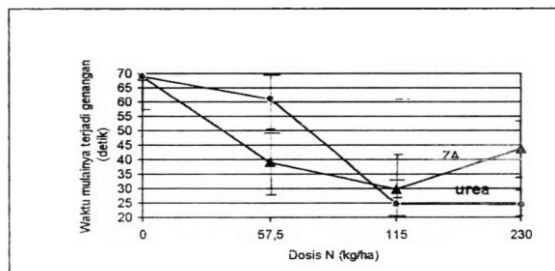
Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa tanah yang diberi urea mempunyai delta (selisih antara indeks kekasaran permukaan sebelum dan sesudah dihujani) lebih besar dengan bertambahnya dosis dari 0 menjadi 230 N kg/ha, sementara pada pemupukan ZA, selisih

antara indeks kekasaran permukaan sebelum dan sesudah dihujani lebih kecil dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0 menjadi 230 N kg/ha.

b. Waktu Mulai Terjadi Genangan

Hasil pengamatan waktu mulainya terjadi genangan disajikan pada Gambar 17. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan urea dan ZA berpengaruh nyata terhadap waktu mulainya terjadi genangan.

Tanah yang diberi urea, waktu mulainya terjadi genangan menurun dari 61 menjadi 24,67 detik dengan bertambahnya dosis dari 57,5 ke 115 N kg/ha, penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha, menurunkan waktu mulainya terjadi genangan meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Sementara pada perlakuan ZA bertambahnya dosis pupuk dari 0 ke 115 N kg/ha, waktu mulainya terjadi genangan menurun dari 69,00 menjadi 29,67, namun penambahan dosis sampai 230 N kg/ha, waktu mulainya terjadi genangan meningkat menjadi 43,67 detik, meskipun tidak secara nyata.

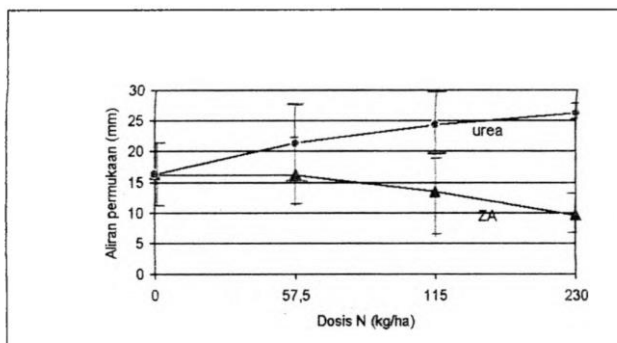


Gambar 17. Pengaruh dosis pupuk terhadap waktu mulainya terjadi genangan

c. Aliran Permukaan

Data aliran permukaan kumulatif disajikan pada Gambar 18. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan urea dan ZA tidak berpengaruh nyata terhadap aliran permukaan, kecuali kelompok.

Aliran permukaan, pada tanah yang diberi urea meningkat dari 21,36 mm menjadi 26,25 mm dengan bertambahnya dosis pupuk dari 57,5 menjadi 230 N kg/ha. Kontradiksi dengan tanah yang diberi urea, perlakuan dengan menggunakan ZA, aliran permukaan menurun dari 16,31 pada kontrol menjadi 9,69 mm pada dosis 230 N kg/ha. Namun, penurunan aliran permukaan tersebut tidak berbeda nyata.

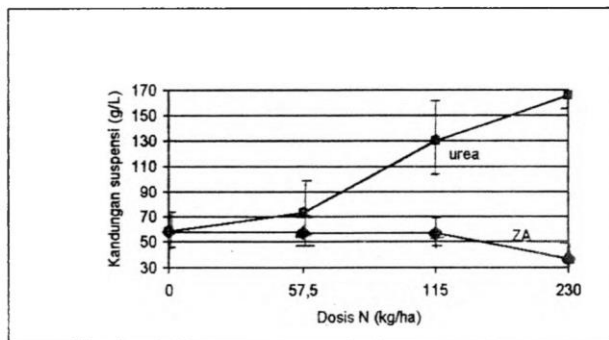


Gambar 18. Pengaruh dosis pupuk terhadap aliran permukaan kumulatif lapangan

d. Kandungan Suspensi

Hasil pengukuran kandungan suspensi disajikan pada Gambar 19. Berdasarkan analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan berpengaruh nyata terhadap kandungan suspensi.

Sejalan dengan data-data sebelumnya, perlakuan dengan menggunakan ZA, kandungan suspensi menurun dan 58,40 menjadi 36,9 g/L dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0 menjadi 230 N kg/ha. Pada perlakuan urea, kandungan suspensi meningkat dan 73,1 ke 130,15 g/L dengan bertambahnya dosis pupuk dari 57,5, ke 115 N kg/ha. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha meningkatkan kandungan suspensi meskipun tidak secara nyata (Gambar 19).



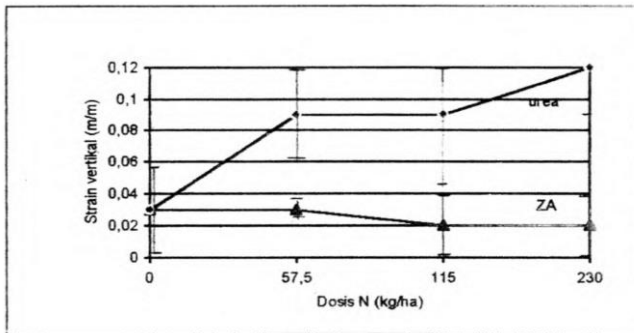
Gambar 19. Pengaruh dosis terhadap kandungan suspensi

e. Strain vertikal

Hasil perhitungan strain vertikal disajikan pada Gambar 20. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap strain vertikal.

Pada perlakuan ZA dengan bertambahnya dosis pupuk dari 0, 57,5, ke 115, dan 230 N kg/ha, strain vertikal menurun dari 0,03 menjadi 0,02 m/m. Namun, penurunannya secara statistik tidak berbeda nyata. Pada tanah yang diberi urea, strain vertikal cenderung

konstan dengan bertambahnya dosis dari 57,5 ke 115 N kg/ha. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha, meningkatkan strain vertikal meskipun tidak nyata (Gambar 20).



Gambar 20. Pengaruh dosis pupuk terhadap strain vertikal di lapangan

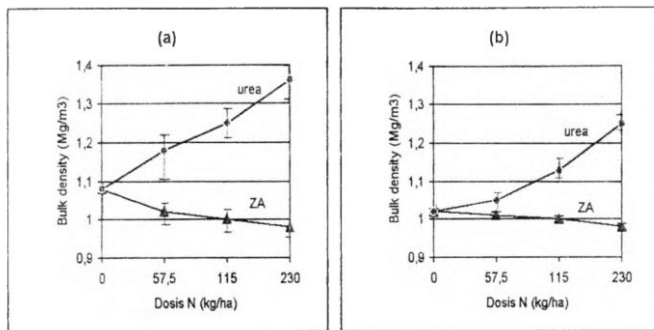
f. Bulk Density

Data *bulk density* pada kedalaman 0 sampai 5 mm dan 0 sampai 15 cm disajikan pada Gambar 21. Berdasarkan analisis ragamnya terlihat bahwa pemupukan berpengaruh nyata baik pada kedalaman tanah 0 sampai 5 mm maupun pada kedalaman tanah 0 sampai 15 cm.

Pada perlakuan ZA, *bulk density* kedalaman tanah 0 sampai 5 mm, menurun dari 1,08 ke 1,02, 1 Mg/m³, dengan bertambahnya dosis pupuk dan 0 ke 57,5 N kg/ha. Namun penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha menurunkan *bulk density* meskipun tidak secara nyata. Sementara pada pemupukan dengan menggunakan urea, *bulk density* meningkat dari 1,18 ke 1,25 Mg/m³ dengan bertambahnya dosis pupuk dari

57,5 menjadi 115 N kg/ha. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha meningkatkan *bulk density* secara nyata.

Bulk density pada kedalaman tanah 0 sampai 15 cm, pemberian ZA maupun urea memberikan hasil dengan pola yang sama dengan data yang diperoleh pada kedalaman tanah 0-5 mm.



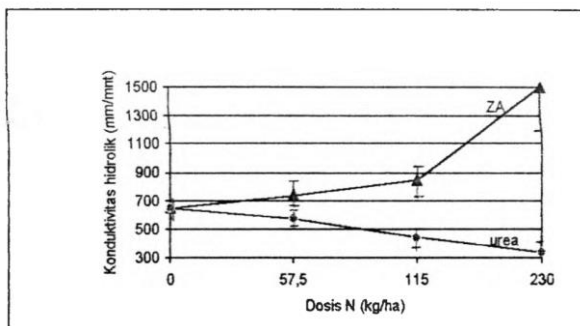
Gambar 21. Pengaruh dosis terhadap bulk density kedalaman tanah 0 sampai 5 mm (a) 0 sampai 15 cm (b)

g. Konduktivitas Hidrolik

Hasil pengukuran konduktivitas hidrolik disajikan Gambar 22. Berdasarkan hasil analisis ragamnya terlihat bahwa perlakuan yang dicobakan berpengaruh nyata terhadap konduktivitas hidrolik.

Sejalan dengan data yang telah disebutkan sebelumnya, konduktivitas hidrolik perlakuan ZA, meningkat dari 649,03 mm/menit pada ZA 0 kg/ha menjadi 847,94 mm/menit pada dosis 115 N kg/ha. Penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha meningkatkan konduktivitas hidrolik secara nyata. Pada tanah yang diberi urea, konduktivitas hidrolik menurun

dari 575,12 ke 439 mm/menit dengan bertambahnya dosis pupuk dari 57,5, ke 115 N kg/ha, penambahan dosis selanjutnya sampai 230 N kg/ha menurunkan konduktivitas konduktivitas hidrolis meskipun tidak nyata.



Gambar 22. Pengaruh dosis pupuk terhadap konduktivitas hidrolis

h. N tererosi

Kandungan N dalam run off (N tererosi) meningkat dengan bertambahnya waktu dan dosis untuk perlakuan urea, sedang untuk perlakuan ZA, kandungan N yang tererosi menurun dengan bertambahnya waktu dan dosis.

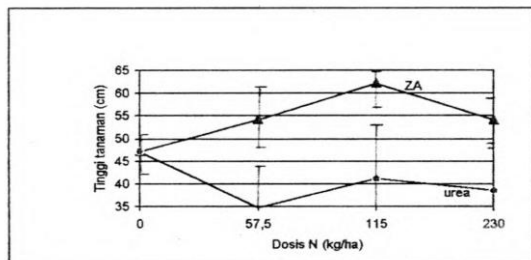
N yang tererosi pada interval pengamatan 5, 25, dan 50 menit setiap perlakuan adalah sebagai berikut. Pada perlakuan kontrol (ZA0) N yang tererosi pada menit ke-5 adalah 0,27 mg/kg menit ke-25 0,26 mg/kg menit ke-50 0,22 mg/kg, ZA1 N yang tererosi pada menit ke-5 0,58 mg/kg, menit ke-25 0,45 mg/kg, menit ke-50 0,29 mg/kg, ZA2 pada menit ke-5 0,51 mg/kg, menit ke-25 0,38 mg/kg, menit ke-50 0,28 mg/kg, perlakuan ZA3 N

yang tererosi pada menit ke-5 adalah 0,47 mg/kg, menit ke-25 0,34 mg/kg, menit ke-50 0,24 mg/kg , U1 N yang tererosi pada menit ke-5 0,27 mg/kg, menit ke-25 0,39 mg/kg, menit ke-50 0,56 mg/kg U2 N yang tererosi pada menit ke-5 0,30 mg/kg menit ke-25 0,41 mg/kg menit ke-50 0,56 mg/kg perlakuan U3 N yang tererosi pada menit ke-5 0,31 mg/kg menit ke-25 0,49 mg/kg dan pada menit ke-50 0,57 mg/kg.

i. Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran tinggi tanaman di lapangan disajikan pada Gambar 23. Berdasarkan hasil analisis ragam terlihat bahwa pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman.

Pada perlakuan ZA, dengan meningkatnya dosis pupuk dari 0, 57,5, ke 115, dan 230 N kg/ha, tinggi tanaman juga bertambah masing-masing 47,17, 54,17, 62,08, dan 54,07 cm. Pada perlakuan urea, dengan meningkatnya dosis pupuk dari 57,5, ke 115 dan 230 N kg/ha tinggi tanaman masing-masing menjadi 34,75, 41,18 dan 38,5 cm.



Gambar 23. Pengaruh dosis terhadap tinggi tanaman di lapangan

5.3 Akibat Penggunaan Urea pada Kondisi Tanah

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa pemupukan urea menyebabkan banyak perubahan dari parameter-parameter yang diamati. Kekasaran permukaan tanah berkurang bila dibandingkan antara sebelum dan sesudah diujani, genangan terjadi lebih cepat, aliran permukaan, kandungan suspensi, *bulk density* dan N tererosi meningkat, sementara konduktivitas hidrolis menurun.

Menurut Gush (1989), tanah yang diberi urea, menjadi terdispersi struktur tanah yang rusak akibat dispersi oleh urea menyebabkan kekasaran permukaan menjadi lebih halus. Partikel-partikel liat yang terdispersi selanjutnya menyumbat pori-pori tanah, mengurangi infiltrasi dan akhirnya meningkatkan aliran permukaan (Onstad et al., 1984). Fenomena seperti itu telah diamati oleh Istiana (1997). Ini menjelaskan mengapa dalam penelitian ini maupun penelitian Istiana, meningkatnya dosis urea dari 0 sampai 500 kg/ha, air yang terinfiltrasi menurun pada kedua tanah yang diuji.

Sejalan dengan itu, perlakuan dengan menggunakan urea menyebabkan waktu mulainya terjadi genangan menjadi lebih pendek, meskipun hanya dalam hitungan detik perbedaan waktu mulainya terjadi genangan dalam detik ini mungkin tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap intake air, tetapi menjadi petunjuk terjadi dispersi oleh urea.

Urea meningkatkan aliran permukaan kumulatif, walaupun cenderung perbedaan antara dosis urea tidak berpengaruh nyata karena besarnya variasi data yang diperoleh. Sejalan dengan itu, kandungan suspensi dari

aliran permukaan dan N tererosi meningkat, sementara pada perlakuan ZA terjadi sebaliknya.

Pemberian urea mengakibatkan bertambahnya muatan negatif dan berkurangnya muatan positif pada partikel liat, sehingga tercipta kondisi penolakan yang menyebabkan tanah terdispersi (van Olphen, 1963; Gusli, 1989). Tanah yang terdispersi menyumbat pori-pori tanah, sehingga menurunkan laju infiltrasi dan mengakibatkan terjadinya aliran permukaan sambil membawa koloid-koloid tanah dan unsur hara, termasuk N. Dispersi tanah meningkat dengan bertambahnya dosis urea. Semakin tinggi dosis urea, ion hidroksil yang dihasilkan dari proses hidrolisis meningkat. Ion hidroksil ini diduga merupakan penyebab meningkatnya pH tanah (van Olphen, 1963).

Pemberian ammonium sulfat (ZA) dalam tanah akan terurai menjadi ion ammonium dan sulfat. Ion NH_4^+ akan bergerak bebas dalam larutan tanah dan tersedia bagi tanaman. NH_4^+ yang ada dalam larutan tanah akan bertukar pada kompleks jerapan dan menggantikan kedudukan H^+ pada misel tanah. Dengan demikian H^+ yang semula terikat pada misel tanah menjadi ion H^+ bebas dalam larutan tanah yang merupakan sumber kemasaman tanah (Samosir, 1994). Peningkatan ion menyebabkan peningkatan muatan positif pada partikel liat dan menipisnya lapisan ganda dari liat yang menyebabkan terjadinya flokulasi. Terjadinya flokulasi menyebabkan struktur tanah menjadi stabil atau mantap. Flokulasi terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara partikel liat. Agregat yang mantap hanya dapat terbentuk dalam tanah jika liatnya terflokulasi. Flokulasi merupakan dasar untuk terpeliharanya stabilitas struktur tanah (Gusli, 1989).

Pemupukan urea menyebabkan meningkatnya strain vertikal dan *bulk density*, sementara konduktivitas hidrolis menurun seiring dengan bertambahnya dosis urea. Hal ini disebabkan sebagai konsekuensi hancurnya struktur tanah. Perubahan-perubahan tersebut merupakan indikasi terjadinya pemadatan tanah. Pemadatan tanah merubah distribusi ukuran pori, pori makro berkurang sementara pori mikro meningkat. Akibatnya difusi dan kapasitas oksigen berkurang, kekuatan tanah meningkat.

Hasil penelitian menunjukkan regim air pada kisaran - 5 kPa maupun antara 5 dan - 100 kPa tidak berpengaruh nyata terhadap produksi. Namun, produksi lebih tinggi pada rejim air -5 kPa jika dibanding dengan regim air yang divariasikan antara 5 sampai -100 kPa. Hal ini mungkin disebabkan karena pada regim air - 5 kPa tergolong kapasitas lapang dimana pada keadaan ini udara, air dan kekuatan tanah umumnya dalam keadaan optimal. Adanya air yang tersedia menyebabkan perpanjangan akar, sehingga akar dapat melakukan penetrasi, dan laju perpanjangan akar meningkat (Baver *et al.*, 1972). Adanya kemampuan akar berpenetrasi lebih dalam menyebabkan akar tanaman mempunyai kemampuan mengabsorpsi tanah dan air sehingga meningkatkan produksi.

Pada regim air yang divariasikan antara - 5 sampai -100 kPa, kandungan air menjadi lebih rendah sehingga kekuatan tanah meningkat. Meningkatnya kekuatan tanah yang akibat selanjutnya menurunkan produksi.

Perlakuan dengan menggunakan urea menyebabkan kerusakan fisik tanah dan hilangnya unsur hara. Kerusakan fisik tanah yang diberi urea tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman tomat. Hal ini disebabkan pertumbuhan

tanaman adalah fungsi dari beberapa faktor antara lain faktor genetika, lingkungan, dan tanah (Gardner *et al*, 1991). Faktor genetika mungkin disebabkan karena tanaman tomat jenis apel yang digunakan pada penelitian ini, tergolong tipe indeterminate di mana jumlah ruasnya banyak, malah sepanjang musim terns menumbuhkan ruas, tumbuhnya cukup tinggi, tanamannya tidak limbun (Edmond et ai, 1975).

Kehilangan hara tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, karena dampak negatif kehilangan oleh erosi baru dirasakan beberapa tahun kemudian. Selain faktor tersebut di atas. kehilangan hara dapat disubstitusi atau diganti oleh aplikasi pupuk dasar berupa urea, TSP dan KCL sementara kerusakan fisik tanah dan hilangnya unsur hara berpengaruh ke perkembangan akar sehingga menurunkan produksi tomat.

Pemberian urea meningkatkan *bulk density* dan strain vertikal, sementara konduktivitas hidrolis menurun. Fakta ini merupakan indikasi terjadinya pemadatan tanah, namun pemadatan tanah tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman.

Pengaruh perlakuan terhadap parameter produksi di lapangan tidak dapat diamati karena kendala iklim berupa curah hujan yang sangat tinggi akibat adanya perubahan cuaca dan adanya kekeliruan dalam interpretasi saat datangnya awal musim hujan. Oleh karena itu, data produksi tomat yang diamati hanya di rumah kaca.

5.4 Pentingnya Penggunaan Urea di Lapangan

Urea merupakan sumber pupuk nitrogen yang esensial menunjang produktivitas tanaman yang tinggi dengan

biaya produksi yang rendah karena kandungan nitrogennya yang tinggi. Di lain pihak, hasil penelitian membuktikan bahwa tanah yang diberi urea menjadi terdispersi, akibat rusaknya struktur tanah. Oleh karena itu, perlu dipikirkan bagaimana cara pemakaian urea agar tidak merusak struktur tanah.

Semakin meningkat dosis urea, maka semakin besar pengaruh dispersifnya, oleh karena itu untuk mengurangi pengaruh merugikan urea, aplikasinya dilakukan sebanyak dua sampai tiga kali. Namun, dari segi tenaga kerja pemupukan dengan cara demikian dipandang tidak efisien.

Selain itu, pemupukan dengan menggunakan pupuk yang sifat pelepasan haranya lebih lambat (*slow release*) perlu dipertimbangkan untuk diaplikasikan di lapangan. Selain itu, perlu mensubstitusi urea dengan pupuk amonium sulfat (ZA).

Penelitian-penelitian untuk menguji sifat dispersif urea, seperti pada penelitian ini perlu dilanjutkan baik pada tanaman maupun pada tanah yang berbeda, serta pengaruh interaksi dari pupuk lain.

Bab 6

Rekomendasi Penggunaan Urea terhadap Konservasi dan Produktivitas Tanah

Pemupukan urea meningkatkan strain vertikal, *bulk density*, dan kehancuran agregat permukaan tanah yang pada gilirannya menyebabkan waktu mulainya terjadi genangan menjadi lebih singkat aliran permukaan dan kandungan suspensi aliran permukaan meningkat, sebaliknya konduktivitas hidrolis menurun. Akibatnya, produksi tomat yang dihasilkan lebih rendah.

Dibandingkan urea, pupuk ZA tidak mempengaruhi strain vertikal, *bulk density*, kehancuran agregat permukaan, waktu mulainya terjadi genangan, dan sebaliknya menurunkan aliran permukaan dan kandungan suspensi serta meningkatkan konduktivitas hidrolis.

Mengendalikan regim air pada potensial matriks sekitar 5 kPa dan antara -5 kPa sampai -100 kPa pada tanah yang terdegradasi oleh urea tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tomat.

Pemupukan dengan menggunakan ZA menyebabkan terjadinya flokulasi sehingga produksi tanaman tomat meningkat dan pengaruh dispersif urea sangat ditentukan oleh dosis pupuk dan jenis tanah. Selanjutnya pengujian pengaruh dispersif urea terhadap produksi tanaman seperti pada tanaman tomat ini, perlu dilanjutkan pada tanaman dan tanah lain.

Daftar Pustaka

- Allmaras, R.R., R.E Burwell., W.E. Larson, and R.F. Holt. 1966. *Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage*. Cons.Rep. No. 7. USDA – ARS
- Arsyad. S. 1983. *Pengawetan Tanah dan Air*. Institut pertanian Bogor. Bogor
- Baver. L.D., W.H. Gardner., W.F. Gardner. 1972. *Soil physics. Fourth Edition*. John Wiley.New York.
- Brady, N.C. 1974. *The Nature and properties of Soils*. Mac Millan, New York.
- Broadbent. FE., G.N, Hill, K.B. Tyler. 1958. *Transformations and movement of Urea in Soils*. *Soil science society of America 2: 303-307*.
- Calrson, C.W. 1979. *Research in ARS Related to soil structure*. In: W.W. Emerson et al. (eds). *Modification of soil structure*. John Wiley, New York. P: 279 – 284
- Cowell, R. 1979. *International symposium on tropical Tomoto*. Asian vegetable Research and Development center, Taiwan.
- Dexter, A, R 1968. *Advancs in Characterization of soil structure*. *Soil and Tillage Research 11: 199-238*
- Edmond. J.B, TL. Senn., SS. Andrew., R,G. Halfacre. *Fundamentals of Horticulture*. Fourth Edition. mc. Graw-Hill Book Company, New York
- Emerson, W.W. 1980. *Physical properties and structure*. In J.S. Russel and Greacon (eds). *Soil factor in crop production in a semi – arid environment*. Universitas of Queensland.

- FAO 1995, *"fertilizers"* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Foth, H.D. 1984. *Fundamental of soil science*. John wiley, Michigan.
- Gardner, frankling. P., R. Brent pearce., Rober. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. (terjemahan), Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Gaspersz, V, 1989. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung. Ghildyal, B.P., R.P. Tripathi. 1987. *Soil physic*. John Wiley, New York.
- Gusli, S. 1995 *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas pertanian dan Kehutanan. Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Gusli, S., D.A. Macleod., and A cass,1996a. *Dispersibility of Urea: I Effect on Clay Minerals*. Departement of Agronomy and Soil Scienc, Univ of New Eglnd, Australia.
- Gusli, S. D.A Macleod., and A Cass. 1996 b. *Dispersibility of Urea: II Effect on soils*. Departemen of Agronomy and soils Science, Univ of New England, Australia.
- Gusli, S. 1989. *Stuctural Collapse and Strength of some Australian Soils in Relation to Hard Setting Behaviour*. Master of Rural Science Thesis, the University of New England. Armidale, Australia.
- Hainun, 1997, *Dispersibilitas Beberapa Tanah Tropika akibat Pemberian Urea*. (Skripsi) Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993 *Klasifikasi Tanah dan pedogenesis*. Akademika Pressindo, Jakarta.

- Suryandi, Ida. 1999. *Perubahan Konduktivitas Hidrolik, Dispersi, PH dan Daya Hantar Listrik Tanah setelah Pemberian Urea dan Bahan Organik*. Thesis Program Pascasarjana, UNHAS. Ujung pandang
- Islami, T., W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman*. IKIP Semarang, Malang
- Istiana, 1998. *Penurunan Infiltrasi Tanah akibat Pemberian Urea dan Pengolahan Tanah. (Skripsi)*. Jurusan Ilmu tanah, Fakultas Pertanian dan Kehutanan UNHAS, Ujung Pandang.
- Glendining, J,S, 1981. *Fertilizer Handbook*. Australian fertilizer limited.
- Kartasapoetra, A.G. 1998. *Teknologi Budidaya Tanaman Pangan di Daerah Tropik*. Bina Aksara, Jakarta.
- Kay, B.D., and A. R. Dexter. 1990. "Influence of aggregate diameter, surface area and antecedent water content on the dispersibility of clay". *Can. J soil Sci* 70: 665 – 671.
- Marshall, T.J.J.W. Holmes. 1979. *Soil Physics*. Cambridge Univ. Press, London.
- Munir. S. 1995. *Tanah-Tanah Utama Indonesia. Karakteristik, Klarifikasi, dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya Malang.
- Mohr. E,C,J., van Baren, J van Baren Sehuylenborgh. 1972. *Tropical Soils*. The Hague. Paris.
- Pairunan, Anna K. dkk 1977. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi badan Kerjasama PTN.INTIM. Lephass Ujung Pandang.
- Pursenglove. I.w 1968 *Tropical Crops* Longman Group Limited, Landon.

- Rengasamy, P. 1983. *Clay Dispersion in relation to changes in the electrolyte composition of dialy sed red-brown earihs*. Journal of Soil Science 34: 723 – 732.
- Samosir. S.S.R. *Kimia Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Sarief, S.S.R. *Kimia Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Ujung Pandang.
- Shainberg, I. 1983, *Effect of exchangeable sodium and electrolyte concentration Adv Soil. Sci* 1: 110 – 120.
- Shanmuganathan. R.T and J.M. Oades. 1982. *"Influence of anions on dispersion and physical Properties of the A horizon of a red – brown earth"*. Aust. J. Soil. Res 29: 257-277.
- Shanmuganathan, R.T., J.M Oades. 1983. *"Modification of soil Physical Propertis by Addition of Calcium Compouns "*. Aust. J. Soil Res 21: 285 -300.
- Sunggono, kh. 1984. *Mekanika Tanah*. Nova, Bandung.
- Sutejo, M.M. 1994. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Tan, K.H 1992. *Principles of soils Chemistry*. The University of georgia, Georgia.
- Tindall, J.A., H.A. Mills., and DE. Radcliffe. 1990. *The effect of root zone temperature and nutrient uptake of tomato. Angronomy Abstracts*. American Society of Agronomy.
- Van Olphen 1963. *An Introdaction to Clay Colloid Chemistry*. Intrescience. New York.

Profil Penulis



Dr. Ir. Syaifuddin, MP. lahir di Ujung Pandang pada tanggal 25 Pebruari 1965 dari pasangan Bapak Anwar dan Ibu Bungadiah. Anak ke-9 dari 10 bersaudara ini menempuh pendidikan SD hingga SMA di Ujung Pandang. Pendidikan S1 ditempuh penulis di Universitas Hasanuddin Ujung Pandang, Fakultas Pertanian, Jurusan Tanah, dan lulus pada tahun 1990. Selanjutnya, pendidikan S2 kembali ditempuh penulis di Universitas Hasanuddin Ujung Pandang dan lulus pada tahun 2000. Pada tahun 2008 penulis telah berhasil menyandang gelar Doktor yang juga masih ditempuh di Universitas Hasanuddin Ujung Pandang.

Pada tahun 2016 penulis pernah menjabat sebagai Ketua STPP Manokwari, dan sejak tahun 2017 hingga sekarang menjabat sebagai Direktur Polbangtan Gowa Sulawesi Selatan.

Selain pendidikan formal, penulis juga telah mengikuti beberapa seminar nasional dan internsional, serta beberapa pendidikan dan latihan, diantaranya: Seminar International

tentang Jagung pada tahun 2008, Workshop tentang Pembukaan Prodi Baru Karantina Tumbuhan/Hewan, Seminar Intensif tentang Kopi dan Mete di Vietnam pada tahun 2013, DIKLATPIM TK. III BPPSDMP tahun 2009 dengan predikat baik sekali, dan DIKLATPIM TK. II LAN RI tahun 2020 dengan hasil memuaskan. Penghargaan yang telah diterima penulis antara lain: Satyalancana Karya Satya X tahun 2009 dan Satyalancana Karya Satya XX tahun 2015.

Karya tulis berupa buku yang sudah ditulis adalah *Tanah dan Pemupukan, Teknik Penulisan Karya Ilmiah, Seni Komunikasi Penyuluhan Pertanian, dan Jejak Langkah Petani Milenial dari Indonesia Timur.*