



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Research Article

Dampak Dosis Urea terhadap Sifat-sifat Tanah, Populasi Mikroba, dan Produksi Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) pada Tanah Latosol

*The Effect of Urea on Soil Characteristics, Number of Functional Microbes, and Yield of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) In Latosol*

Taufiq Bachtiar¹, Bayu Adirianto², Muftia Hanani³, Nur Robifahmi³, Anggi Nico Flatian¹, dan Ania Citraresmini¹

¹ Pusat Riset Teknologi Lingkungan dan Teknologi Bersih, BRIN, Jl. Sangkuriang, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40135

² Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Jl. Aria Surialaga No.1, Bogor Barat, Kota Bogor Jawa Barat

³ Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, BRIN, Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta Selatan, Indonesia

Received: March 8, 2023 /Received in revised : September 7, 2023/ Accepted: October 6, 2023

ABSTRACT

Urea Fertilizer doses are a significant factor in sorghum production. This research was conducted to study soil characteristics and sorghum production through the applications of urea fertilizer doses in Latosol soil. This research was held from May to September 2019 in the KST GA Siwabesy experiment field at Pasar Jumat, South Jakarta. This study was arranged in a randomized block design (CRD) with 4 treatments in the form of fertilizer N doses of 0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, and 200 kg ha⁻¹. The results showed that applying N fertilization did not affect soil pH, soil P available, soil organic C, soil N total, C/N ratio, CO₂ content, and soil nitrate content. N fertilization significantly affected the number of functional microbes, Azotobacter and Phosphate Solubilizing Microbes (MPF). In addition, N uptake of sorghum and dry weight of sorghum seeds increased significantly by 5.54 times and 2.29 times, respectively, from control when urea fertilizer was applied to 200 kg urea ha⁻¹.

Keywords: pH; P available; soil organic carbon; CO₂; C/N ratio

ABSTRAK

Pemberian dosis urea menjadi faktor penting dalam budidaya sorgum. Penelitian ini bertujuan untuk menggali pengaruh dosis pupuk urea (N) pada tanah Latosol asal Pasar Jumat terhadap sifat tanah dan produksi *Sorghum bicolor* var. Samurai 2. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan sebanyak 4 macam meliputi dosis pupuk N sebanyak 0 kg ha⁻¹, 50 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹. Hasil penelitian membuktikan bahwa aplikasi pupuk N tidak berpengaruh terhadap N total tanah, P tersedia tanah, C-organik tanah, C/N ratio, pH tanah, kandungan nitrat tanah, dan kadar CO₂. Namun, pemupukan N berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman, berat kering biji sorgum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan 2,29 kali dari control ketika dosis urea ditambahkan sebanyak 200 kg urea ha⁻¹. Selain itu, pupuk N berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroba fungsional Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan Azotobacter.

Kata kunci: C/N ratio; CO₂; karbon organik tanah; pH; P tersedia

1. Pendahuluan

Permasalahan utama dalam pemanfaatan lahan sub optimal adalah rendahnya unsur hara, keterbatasan air, dan tidak efisiennya penggunaan pupuk. Contoh tanaman pangan yang potensial untuk dikembangkan pada lahan sub optimal adalah sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) adalah tanaman pangan penting setelah gandum, jagung padi, dan barley yang paling banyak ditanam di daerah dataran rendah karena toleransinya terhadap kekeringan (Assefa et al. 2020). Sorgum tersusun dari pati, yang memiliki kandungan protein dengan daya cerna lebih lambat daripada sereal lainnya (terutama kafirin), lipid tak jenuh, dan merupakan sumber beberapa mineral (fosfor, kalium, dan seng). Selain itu mengandung beberapa vitamin B-kompleks (tiamin, riboflavin, dan piridoksin) dan vitamin yang mudah larut dalam lemak (K, E dan D) (de Moraes Cardoso et al. 2017). Sorgum dapat adaptif pada lahan kering dan marginal yang banyak tersebar di Indonesia, sehingga cocok untuk terus dikembangkan (Wahyono et al. 2019; Andayani 2021). Pemanfaatan luasan pada lahan sub optimal diharapkan akan meningkatkan produksi dan popularitas sorghum sebagai bahan pangan di Indonesia. Tanaman ini tahan terhadap genangan air, kekeringan, lahan marginal, dan hama penyakit (Wagaw 2019).

Pemupukan N adalah bagian dari faktor penting dalam upaya peningkatan produksi hasil tanaman sorghum. Unsur hara N diperlukan sorghum, dimana unsur hara ini berperan dalam pembentukan organ vegetatif seperti daun (Lestari et al. 2021). Pemupukan N secara efektif akan meningkatkan aktivitas sel meristematik pada ujung tanaman sehingga proses fotosintesa meningkat (Irawan et al. 2020). Pemupukan N dan P perlu dilakukan karena dapat meningkatkan produksi sorghum di tanah Latosol dengan tingkat kesuburan sedang (Suminar et al. 2018). Menurut Patti et al. (2018), unsur nitrogen tanah mudah bergerak disebabkan oleh penguapan, pencucian, dan digunakan oleh tanaman. Pemberian pupuk urea mutlak diperlukan untuk meningkatkan produksi tanaman sorghum, namun di sisi lain apabila berlebihan diduga akan berpengaruh negatif terhadap populasi mikroba-mikroba fungsional tanah dan juga meningkatkan biaya produksi. Kekurangan N di dalam tanah juga akan meningkatkan imobilisasi N yang berasal dari urea sehingga tanaman akan sulit mendapatkan N dari pupuk (Patti et al. 2018).

Pemupukan kimia menurunkan kualitas tanah termasuk mengurangi jumlah mikroba fungsional tanah seperti mikroba pelarut P, mikroba pelarut K,

penambat N₂, dan penghasil hormon (Rana et al. 2018; Setiawati et al. 2019). Menurut Kumar Kurrey et al. (2018) *Azotobacter* adalah mikroba yang mengikat nitrogen bebas dan non simbiotik sering dijumpai di daerah rhizosfer pertanian. Namun keberadaan mikroba-mikroba ini sangat ditentukan oleh lingkungan, sumber karbon dan energi, air, suhu, keasaman, ketersediaan oksigen sesuai dengan agroklimat kondisi lahan kering di daerah tropis dan aktivitas mikroba lainnya (Hindersah et al. 2020). Mikroba-mikroba ini sangat penting pada tanah pertanian karena merupakan salah satu indikator kesehatan tanah. Pemupukan terbukti mempengaruhi rhizosfer sehingga mempengaruhi keberadaan dan distribusi mikroorganisme di dalam tanah. Mikroba fungsional yang berpengaruh langsung terhadap tanaman merupakan penambat N di udara, mikroba pelarut fosfat, dan produsen hormon pertumbuhan. Perubahan jumlah mikroba fungsional ini di dalam tanah memungkinkan terjadi dikarenakan adanya perubahan penggunaan lahan dan penambahan pupuk kimia seperti pada lahan pertanian (Guo et al. 2020).

Dosis urea untuk tanaman sorghum untuk menghasilkan berat kering tertinggi adalah 300 kg ha⁻¹ (Lestari et al. 2021). Dosis ini dapat berbeda, tergantung dari sifat, karakter tanah, dan varietas tanaman. Suminar et al. (2018) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa dosis optimum untuk sorghum 161 kg N ha⁻¹ atau 350 kg urea ha⁻¹. Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh berbagai dosis pupuk N pada karakteristik tanah Latosol asal Pasar Jumat dan hasil tanaman sorghum. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai pustaka untuk penambahan produktivitas lahan untuk tanaman sorghum. Studi ini juga dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan lahan dengan karakteristik sub optimal dalam peningkatan hasil produksi tanaman sorghum. Penelitian lapangan dilakukan untuk melihat efisiensi pemupukan N yang dikaitkan dengan aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan beberapa karakteristik tanah.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada Mei hingga September 2019 di kebun penelitian KST GA Siwabessy BRIN dengan jenis tanah Latosol dari Pasar Jumat. Tanaman uji yang digunakan yaitu sorghum varietas Samurai 2 hasil pemuliaan mutasi radiasi. Alat yang digunakan meliputi alat saprodi pertanian, neraca analitik, automatic destillation, automatic titration, spektrofotometer. Bahan kimia yang dipakai antara lain untuk analisis pH tanah, Nitrat, N dengan metode *Kjedhal*, P dengan metode Olsen, C-organik dengan metode Walkey and Black

(Eviaty and Sulaeman 2021). Rancangan Acak Kelompok merupakan rancangan yang digunakan dengan 4 macam perlakuan yang diulang 3 kali. Perlakuan yang diberikan meliputi A=0 kg urea ha⁻¹; B=50 kg urea ha⁻¹; C=100 kg urea ha⁻¹; dan D=200 kg urea ha⁻¹. Sorgum ditumbuhkan di petak percobaan dengan luas petak tiap satuan percobaan adalah 4 m x 4 m. Penanaman sorgum dilakukan dengan jarak antar tanaman adalah 75 x 20 cm. Pupuk KCl dosis 100 kg ha⁻¹ dan SP-36 sebanyak 200 kg ha⁻¹ diberikan pada saat tanam. Pupuk N (urea) diberikan sesuai perlakuan dengan dua tahap, tahap pertama sebanyak 30% dilakukan saat 14 hari setelah tanam (HST) dan tahap dua sebanyak 70% pada saat 60 HST. Penyiraman dilakukan setiap hari, sedangkan untuk penyiangan dilakukan setiap 2 minggu sekali sampai pemanenan. Pemanenan sorgum dilakukan pada 105 HST dengan ciri semua tanaman sorgum sudah mulai menguning 90%. Pada saat pemanenan tanaman dipisahkan antara batang dan biji, untuk selanjutnya dilakukan penimbangan berat kering tanaman dan biji juga sampling untuk analisis kadar N dalam jaringan tanaman.

2.1. Teknik Sampling Tanah

Sampling tanah dilakukan pada saat awal sebelum penanaman dan saat panen. Sampel tanah diambil komposit dari tiap petak percobaan sebanyak 5 titik pada kedalaman 0 – 25 cm dari permukaan sebanyak 1 kg. Sampel kemudian dimasukkan dalam wadah plastik yang telah diberikan kode sesuai perlakuan lalu dimasukkan ke dalam wadah berupa box yang telah diisi es batu. Sesampainya di laboratorium sampel kemudian dikeringanginkan kemudian diayak sehingga lolos saringan <2 mm.

2.2. Penetapan pH tanah

Sampel tanah ditimbang sebanyak 5 gram ke dalam botol kocok dan dilarutkan dalam 25 mL air distilasi, kemudian akan digoyang selama 30 menit dalam kecepatan 200 rpm. Kemudian sampel diukur oleh pH meter yang telah distandarisasi menggunakan larutan penyangga standar pH 4 dan pH 7 (Eviaty and Sulaeman 2021).

2.3. Penentuan C-Organik Tanah

C-organik ditentukan dengan metode Walkey and Black (Eviaty and Sulaeman 2021). Contoh tanah 0,500 g berukuran < 0,5 mm ditimbang ke dalam labu ukur 100 ml. Ditambahkan 5 ml K₂Cr₂O₇ 1 N, lalu dikocok. Ditambahkan 7,5 ml H₂SO₄ pekat, dikocok lalu diamkan selama 30 menit. Diencerkan dengan air bebas ion, biarkan dingin dan diimpitkan. Keesokan harinya diukur absorbansi larutan jernih dengan spektrofotometer pada 561 nm. Sebagai pembanding dibuat standar 0 dan 250 ppm, dengan memipet 0 dan 5 ml larutan standar

5.000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml. Kadar C-organik diperoleh dengan cara perhitungan:

Kadar C-organik (%)

$$= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} / 1.000 \text{ ml} \times 100 / \text{mg contoh} \times \text{fk}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 100 / 1.000 \times 100 / 500 \times \text{fk}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 10 / 500 \times \text{fk}$$

2.2. Penetapan P tersedia

5 gram sample tanah dilarutkan dengan 20 mL ekstrak Olsen, lalu digoyang pada 200 rpm selama 2 jam. Sampel disaring menggunakan kertas saring whatman No. 40 ke dalam botol vial. Sampel dan standar dipipet 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 mL pereaksi pewarna P. Lalu dikocok dan ditunggu 1-1,5 jam hingga larutan berwarna biru dan stabil. Sampel dan standar dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada 889 nm (Eviaty and Sulaeman 2021).

$$P_2O_5 \text{ (ppm)} = \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} / 1.000 \text{ ml} \times 1.000 \text{g/g contoh} \times \text{fp} \times 142 / 190 \times \text{fk}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 25 / 1.000 \times 1.000 / 2,5 \times \text{fk}$$

$$\text{fp} \times 142 / 190 \times \text{fk}$$

$$= \text{ppm kurva} \times 10 \times \text{fp} \times 142 / 190 \times \text{fk}$$

2.3. Pengukuran Respirasi Mikroba

Metode penghitungan yang digunakan adalah metode penangkapan CO₂ (Husen & Simanungkalit 2007). Pada percobaan diaplikasikan teknik pengukuran dalam botol tertutup, atau pengukuran contoh tanah terganggu. Perhitungan yang digunakan dalam teknik ini adalah :

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 2,4 \times 100}{n}$$

Di mana :

r = jumlah CO₂ yang dihasilkan (mg CO₂ g⁻¹ hari⁻¹)

a = ml HCl untuk stoples dengan contoh tanah

b = ml HCl untuk stoples tanpa contoh tanah (blanko)

t = normalitas HCl* (lihat perhitungan di bawah)

n = jumlah hari inkubasi

100 = 100 g contoh tanah

2,4 = Konstanta

Perhitungan t :

$$t = \frac{a \text{ mg}}{381,42/2}$$

2.4. Perhitungan Populasi Mikroba Tanah

Perhitungan jumlah mikroba tanah menggunakan metode cawan hitung (*plate count*) untuk mikroba pelarut fosfat (MPF) dan *Azotobacter*. MPF dibiakkan pada media Pikovskaya, sedangkan *Azotobacter* pada media *Nitrogen free manitol* (NFM). Inkubasi dilakukan pada suhu 28-30 °C (suhu ruang) selama 3-5 hari. Tingkat pengenceran dan perhitungan populasi mikroba tanah merujuk pada (Ohiwal *et al.* 2017). Populasi mikroba pelarut fosfat, penambat N menggunakan pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Setelah 5 hari masa inkubasi dilakukan perhitungan populasi mikroba sehingga didapatkan total populasi per gram tanah kering udara yang kemudian dikonversikan ke dalam jumlah mikroorganisme dalam 1 gram (cfu/g).

2.5. Pengukuran Nitrat Terlarut dengan Pengekstrak Air

Sebesar 10 g tanah dari masing-masing perlakuan dipungut pada saat panen. Pemungutan tanah dilakukan di bagian permukaan dengan kedalaman 5 cm. Pembuatan konsentrat tanah dilakukan dengan melarutkan tanah dengan 20 ml aquabidest, lalu dikocok selama 30 menit pada 200 rpm. Pipet standar 5 ppm KNO_3 sebanyak 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi diimpitkan 5 ml dengan akuades. Deret standar memiliki kepekatan: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 ppm N. Sebanyak 5 ml contoh air ke dalam tabung kimia, kemudian ukur dengan spektrofotometer UV-VIS pada 205 nm dan 275 nm (Eviaty & Sulaeman 2021).

2.6. Analisis Data

Analisis ragam (ANOVA) digunakan dengan taraf kepercayaan 95% dengan menggunakan Microsoft Excel. Apabila hasil analisis berpengaruh nyata akan diuji lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

3. Hasil

3.1. Hasil Analisis Awal Tanah Sub-Optimal Pasar Jumat

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah Latosol Pasar Jumat memiliki pH H_2O kriteria masam dengan kandungan C-organik yang rendah (Eviaty & Sulaeman 2021). Kadar N tanah masuk dalam kategori rendah dengan P tersedia yang juga menunjukkan kriteria rendah. Kandungan Ca masuk dalam kriteria rendah dengan kadar unsur Mg masuk dalam kriteria sedang. Hasil analisis menunjukkan bahwa K dalam tanah masuk dalam

kriteria rendah, dengan kandungan Natrium (Na) masuk dalam kriteria yang juga rendah. Kapasitas tukar kation dan mejerapnya termasuk kriteria sedang. Nilai kejenuhan basa pada tanah masuk dalam kriteria sedang, Aluminium dapat ditukar (Al-dd) dengan kandungan Fe dan Mn masuk kriteria sangat tinggi. Untuk Zn dan Cu masing-masing dikategorikan cukup. Komposisi perbandingan Pasir (7,69 %), debu (37,66 %), dengan dominasi Liat (54,65%) sehingga berdasarkan tekstur tanah, maka tanah ini memiliki tekstur liat. Secara umum dapat diketahui bahwa berdasarkan analisis tanah awal, maka tanah Latosol asal Pasar Jumat memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah.

3.2. Pengaruh Pemupukan terhadap Karakteristik Tanah dan Hasil Sorgum

pH tanah tidak dipengaruhi secara nyata dengan pemberian N dalam bentuk pupuk urea. Nilai pH tanah akibat dari pengaruh perlakuan pupuk N berkisar antara 5.22 sampai dengan 5.47. Nilai tertinggi pH tanah didapatkan pada perlakuan dosis urea 50 kg ha⁻¹, sedangkan nilai terkecil didapatkan pada dosis urea 100 kg ha⁻¹. Meskipun tidak berbeda nyata, namun jika melihat dari nilai yang tertera pada tabel 2, maka ada kecenderungan nilai pH menurun pada aplikasi urea dengan dosis tinggi. Pada penelitian ini pemberian urea dari 50 kg ha⁻¹ sampai dengan 200 kg ha⁻¹ tidak menyebabkan penurunan pH secara signifikan. Selain itu kadar P tersedia tanah akibat perlakuan dosis urea menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata. Nilai tertinggi kadar P tersedia diperoleh pada perlakuan dosis urea 50 kg ha⁻¹ sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan 200 kg ha⁻¹. Meskipun data menunjukkan nilai yang tidak signifikan, namun terjadi perubahan nilai pada setiap dosis pupuk urea yang ditambahkan.

Tabel 2. Pengaruh pemupukan urea pada pH Tanah, P tersedia, dan C-organik Tanah

Dosis Pupuk (kg/ha)	pH Tanah	P tersedia tanah (ppm P_2O_5)	C-organik Tanah
0	5.38 a	19,85 a	1.37 a
50	5.47 a	22,44 a	1.31 a
100	5.22 a	17,45 a	1.48 a
200	5.23 a	16,92 a	1.34 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%.

Kandungan C-organik pada tanah tidak menunjukkan perubahan yang signifikan akibat dari penambahan urea. Kandungan C-organik yang tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian urea dosis 100 kg ha⁻¹, namun yang terkecil diperoleh

pada pemberian urea 50 kg ha⁻¹. Nilai kandungan N total tanah dan nitrat tanah nilainya tidak signifikan (tabel 3.). Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian urea dosis 200 kg ha⁻¹ menambah kisaran N total tanah sekitar 30.88% dari kontrol % (Tabel 3.). C/N ratio pada tanah yang diberi perlakuan urea dari 0 sampai dengan 200 kg ha⁻¹ juga menunjukkan nilai yang tidak berbeda secara nyata. Nilai tertinggi C/N ratio diperoleh pada perlakuan kontrol, sementara nilai terendah diperoleh 200 kg ha⁻¹. Penurunan nilai C/N ratio menunjukkan bahwa semakin besar nilai N yang diberikan ke dalam tanah semakin menurun nilai C/N rasio tanah.

Tabel 3. N total tanah, C/N ratio, dan Nitrat terlarut

Dosis Pupuk (kg/ha)	N total tanah (%)	C/N ratio	Kandungan Nitrat (ppm)
0	0.0858 a	16,88 a	4,12 a
50	0.0933 a	14,43 a	4,73 a
100	0.1021 a	14,52 a	4,73 a
200	0.1123 a	12,24 a	4,74 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan urea dari 0 sampai dengan dosis 50 kg ha⁻¹ tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah bakteri penambat N *Azotobacter*. Penambahan dosis urea 200 kg ha⁻¹ justru menurunkan jumlah mikroba penambat N secara signifikan. Penambahan pupuk urea dari 0 ke 50 kg ha⁻¹ meningkatkan pertumbuhan MPF secara nyata sebanyak 40.48 %. Namun kembali menurun ke jumlah kisaran semula pada saat urea ditingkatkan menjadi 100 kg ha⁻¹, dan kembali meningkat ketika urea yang ditambahkan pada kisaran 200 kg ha⁻¹. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dosis urea tidak berpengaruh secara nyata untuk respirasi tanah. Penelitian membuktikan bahwa perlakuan pemberian urea pada tanaman sorghum berpengaruh secara nyata terhadap serapan N dan hasil sorghum. Hasil uji statistik (Tabel 4) menunjukkan pemupukan urea meningkatkan serapan N dan hasil sorghum secara nyata pada sorgum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan sebanyak 2,29 kali dari kontrol.

Tabel 4. Jumlah Mikroba Fungsional Respirasi Tanah

Perlakuan Dosis Pupuk	Populasi mikroba penambat N x 10 ⁴ (spk g ⁻¹ tanah)	Populasi mikroba Pelarut P x 10 ⁴ (spk g ⁻¹ tanah)	Kadar CO ₂ mg (CO ₂ g ⁻¹ hari ⁻¹)
0	230,00 b	126,00 a	1,2 a
50	243,33 b	177,00 b	0,69 a
100	163,33 b	125,00 a	0,77 a
200	46,67 a	188,50 b	0,63 a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 5. Kadar N, serapan N, dan hasil berat kering biji sorghum

Dosis Pupuk (kg/ha)	Kadar N Biji (%)	Serapan N biji (mg/petak)	Berat kering biji sorghum (g/petak)
0	1,42 a	29,99 a	245,3 b
50	1,41 a	17,83 a	132,4 a
100	2,31 a	70,53 ab	322,21 b
200	3,06 a	166,08 b	562,1 c

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

4. Pembahasan

Tanah sub-optimal pada umumnya sulit dikembangkan untuk pertanian tanaman pangan. Keterbatasan berupa kesuburan tanah yang rendah menjadi alasan utama, sehingga input untuk pemupukan biasanya tinggi sehingga menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi. Selain pH yang rendah, Latosol asal Pasar Jumat memiliki karakteristik kesuburan tanah dengan C-organik yang rendah dan pH yang masam. Hal ini tentu berpengaruh pada kesehatan tanah terutama berkaitan dengan indikator biologi tanah berupa mikrob tanah. Minimnya C-organik sebagai sumber energi untuk organisme tanah berakibat pada laju siklus hara dalam tanah. Meskipun C-organik berperan dalam mendukung kesehatan tanah, namun untuk meningkatkan produksi sorghum penambahan C dalam bentuk pupuk organik perlu didukung oleh pupuk kimia.

Margolang *et al.* (2015) menjelaskan bahwa aplikasi pupuk organik dalam meningkatkan kadar C-organik yang tinggi belum dapat membenahi sifat kimia tanah yaitu N-total, P-tersedia, C-organik dan pH. Tanah sub-optimal seperti Latosol berpotensi dijadikan lahan untuk produksi sorgum dengan tambahan pupuk yang berimbang dari pupuk organik-hayati dengan pupuk kimia lainnya.

pH tanah adalah indikator penting untuk menilai kelarutan unsur hara tanah. pH tanah netral akan meningkatkan kondisi optimum untuk pertumbuhan karena tingkat kelarutan unsur hara semakin baik. Perubahan pH pada tanah Latosol diduga dapat dipengaruhi oleh pemberian pupuk kimia seperti pupuk urea, namun hal ini juga sangat berkaitan erat dengan parameter karakteristik tanah lainnya. Penambahan pupuk N pada tanah dapat menurunkan pH tanah, menurunkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, dan menurunkan CO₂ (Rousk & Brookes 2011; Yoshitake *et al.* 2016). Namun hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian urea tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai pH tanah, meskipun ada kecenderungan semakin tinggi dosis urea yang diberikan semakin turun nilai pH tanah. Hal ini diperkirakan dosis urea yang dibagikan sudah cukup untuk dimanfaatkan tanaman dan mikroorganisme tanah sehingga tidak ada N tersisa dari urea yang mempengaruhi terhadap pH tanah. Selain itu diduga tanah mampu menahan penurunan pH karena masih cukup tersedianya larutan penyangga dalam tanah. Kemungkinan kompleks koloid tanah yang biasanya mengandung koloid humus dan koloid liat menyerap ion H sama kuatnya dengan larutan tanah atau berada dalam keadaan setimbang. Kemampuan larutan penyangga menahan perubahan pH tanah secara alamiah ini relatif baik karena perubahan pH tanah dengan cepat akan mempengaruhi tanaman dan keseimbangan unsur hara. Perubahan jumlah ion H yang ada di koloid tanah maupun di larutan tanah hanya dapat dirubah secara drastis dengan penambahan unsur-unsur yang mempunyai sifat basa atau asam.

Ketersediaan P tanah Latosol Pasar Jumat termasuk kriteria rendah, ini merupakan sifat umum terdapat di tanah-tanah sub-optimal karena adanya retensi P oleh unsur-unsur lainnya seperti Fe, Mn, dan Al. Kandungan Fe, Mn, dan Al-dd dalam tanah latosol Pasar Jumat masuk dalam kriteria sangat tinggi sehingga diduga berpengaruh langsung pada ketersediaan P. Penambahan urea tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P di dalam tanah. Namun, penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai ketersediaan P akibat dari penambahan urea pada tanah Latosol. Nilai P tersedia tidak secara langsung

dapat dipengaruhi oleh penambahan N, P tersedia hanya dapat dipengaruhi secara langsung oleh penambahan pupuk P, pH tanah, kejenuhan Al, dan kelimpahan bahan organik. Penambahan pupuk urea diduga hanya mampu mempengaruhi besaran P tersedia secara tidak langsung yaitu melalui pemanfaatan N sebagai sumber nutrisi mikroorganisme tanah. Pergeseran kondisi lingkungan di dalam tanah diduga mampu menyebabkan perubahan struktur dan komposisi mikroorganisme tanah dan pada akhirnya merubah status ketersediaan hara seperti P.

Penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan N urea tidak menyebabkan perubahan pada C-organik tanah. Secara langsung C-organik pada tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik seperti kompos atau pupuk kandang pada tanah (Walida *et al.*, 2020). Penambahan urea diduga belum mampu merubah kesetimbangan unsur hara di dalam tanah yang mempengaruhi pada kandungan C-organik dalam tanah. Hal ini berbeda dengan penelitian Setiawati (2014) yang menerangkan bahwa aplikasi pupuk anorganik secara terus menerus akan meningkatkan mineralisasi bahan organik tanah sehingga menyebabkan degradasi kadar C-organik dalam tanah. Mineralisasi bahan organik oleh mikroba tanah yang memanfaatkan C dalam tanah sebagai sumber energi prosesnya diduga tidak terjadi secara optimal. Hal ini mungkin ada kaitannya dengan dosis urea yang masih perlu ditingkatkan. Selain itu penggunaan lahan percobaan secara intensif tanpa pemberian tambahan pupuk organik sangat berpengaruh pada kandungan C organik pada tanah.

Hasil analisis N tanah memperlihatkan nilai N total (0,19%) memiliki kriteria rendah, hal ini menjadi alasan mengapa urea perlu diberikan dalam jumlah besar untuk mendukung produksi sorgum. Penelitian ini menunjukkan bahwa N total tanah cenderung meningkat, namun nilainya tidak signifikan (Tabel 3). Hasil ini diduga karena sifat N yang mobil di dalam tanah. urea adalah pupuk yang cepat larut dan menguap sehingga kemungkinan unsur hara N yang sudah lepas dalam bentuk ammonium dan nitrat langsung dimanfaatkan oleh sorgum atau lepas ke udara sehingga nilai N tanah kecil. Selain itu pengambilan sampel tanah yang dilakukan sampai dengan panen sangat menentukan besaran akhir nilai N total di dalam tanah. Nitrogen tanah mudah lenyap karena penguapan, pencucian, dan dimanfaatkan oleh tanaman (Patti *et al.* 2018). Selain itu mikroba tanah yang berperan dalam daur unsur hara di dalam tanah khususnya siklus N diduga menjadi lebih lambat dalam memainkan peranannya.

Sama halnya dengan karbon, nitrogen dalam tanah dapat digunakan oleh organisme dan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang, sehingga penambahan urea akan meningkatkan populasi mikroorganisme N dalam tanah (Sun *et al.* 2019). Penelitian ini menunjukkan pertumbuhan bakteri penambat N yang cenderung menurun (Tabel 4). Tidak adanya aktivitas mikroba *Azotobacter* dalam tanah dalam jumlah signifikan mengakibatkan pemanfaatan C-organik dalam tanah sebagai sumber energi mikroba juga tidak berubah signifikan (Tabel 2.). Nitrogen yang berasal dari urea diduga langsung dimanfaatkan oleh tanaman sorghum atau mikroorganisme lainnya yang peka dengan nitrogen, sehingga perkembangan mikroba penambat N di dalam tanah tidak meningkat. Penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan penggunaan N oleh tanaman sorgum atau mikroorganisme lainnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan pertumbuhan mikroba penambat N. Penurunan populasi mikroba penambat N akibat dari aplikasi urea diduga juga karena adanya daya hambat dari urea tersendiri pada jenis mikroba tertentu seperti *Azotobacter*. Aplikasi urea akan memiliki pengaruh pada kelimpahan dan keragaman anggota komunitas mikroba yang terkait dengan nitrifikasi pada tanah, dan selanjutnya akan mempengaruhi komunitas heterotrofik yang lebih luas, termasuk penurunan keragaman dan variasi kelimpahan taksa tertentu (Staley *et al.* 2018).

Penambahan dosis urea menunjukkan bahwa pola pertumbuhan mikroba pada suatu lingkungan sangat dinamis dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya. Perubahan yang terjadi pada lingkungan tumbuh suatu komunitas mikroba akan berpengaruh pada pertumbuhannya yang akhirnya berpengaruh pada mikroba lainnya. Munculnya perbedaan jumlah populasi MPF pada tanah akibat urea belum dapat dipahami, namun pemupukan urea intensif dalam jangka panjang selain meningkatkan risiko kehilangan N melalui penguapan amonia juga meningkatkan resiko degradasi tanah akibat menurunnya keanekaragaman mikroba tanah (Sun *et al.* 2019). Hal ini mungkin berhubungan dengan kemampuan mikroba tanah dalam memanfaatkan urea dan senyawa turunannya sebagai sumber energi mikroba tertentu sehingga menekan pertumbuhan mikroba lainnya. Meskipun nilai respirasi menunjukkan pelandaian dengan aplikasi urea, namun secara statistik nilainya tidak signifikan. Hasil ini sependapat dengan penelitian Cahyono *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa respirasi tanah tidak mempunyai korelasi dengan pH tanah, C-organik tanah, suhu tanah, dan kelembaban tanah. Respirasi merupakan hasil metabolisme

mikroorganisme di dalam tanah, sehingga nilainya sangat bergantung pada aktivitas mikroba tanah. Mekanisme yang terjadi karena adanya pemanfaatan O₂ dan pelepasan CO₂ sehingga derajat respirasi dapat dipastikan dengan mengukur O₂ yang diperlukan oleh mikroba tanah (Husen and Simanungkalit 2007).

Aplikasi urea diduga mengubah jumlah komposisi mikroba tertentu, namun tidak mengubah keseluruhan jumlah mikrob. Sehingga meskipun jumlah dan aktivitas mikroba tertentu menurun namun aktivitas mikroba lainnya meningkat, yang pada akhirnya tidak merubah nilai respirasi tanah secara keseluruhan. Hampir keseluruhan parameter kualitas tanah tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan namun pemupukan urea meningkatkan hasil tanaman sorghum secara signifikan (tabel 5). Data menunjukkan terdapat penurunan hasil berat kering biji sorghum, yaitu aplikasi urea 50 kg ha⁻¹, hal ini dikarenakan adanya serangan hama pengganggu berupa burung yang mempengaruhi hasil pada petak percobaan. Pemupukan urea pada tanah-tanah sub-optimal dianjurkan diberikan dalam jumlah yang relatif tinggi hal ini dikarenakan rendahnya efisiensi serapan N. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemberian urea berdampak dalam produksi sorgum di tanah-tanah sub-optimal dengan karakteristik tanah yang tidak subur. Selain itu kecocokan suatu tanaman terhadap lingkungannya sangat berdampak terhadap perkembangan dan produktivitas tanaman tersebut (Nusifera *et al.* 2017).

5. Kesimpulan

Hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian urea tidak berdampak nyata pada beberapa sifat kimia tanah Latosol Pasar Jumat seperti C-organik tanah, P tersedia, pH tanah dan kadar N pada tanah. Pemupukan urea berdampak nyata pada jumlah mikrob fungsional pada tanah seperti bakteri pengikat N dan bakteri pelarut fosfat. Pemupukan urea meningkatkan serapan N dan hasil sorghum secara nyata pada sorgum masing-masing sebanyak 5,54 kali dan sebanyak 2,29 kali dari control.

6. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

7. Daftar Pustaka

- Andayani RD. 2021. Uji adaptasi sorgum (*Sorghum bicolor*) berdaya hasil tinggi di wilayah Kediri. *Adaptation test of high yield sorghum in Kediri. Agrovigor J Agroekoteknologi*, 14(1):30–34.
- Assefa A, Bezabih A, Girmay G, Alemayehu T, Lakew A. 2020. Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variety performance in the lowlands area of wag lasta, north eastern Ethiopia. *Cogent Food Agric*. 6: 1778603. doi:10.1080/23311932.2020.1778603. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1778603>.
- Cahyono, Budi; Yusnaini, Sri; Niswati, Ainin; Utomo M. 2013. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap respirasi tanah pada lahan pertanaman tebu (. 1(2):208–212.
- Eviaty and Sulaeman. 2021. Analisis Kimia Tanah , Tanaman , Air , dan Pupuk. 3rd Ed. Linca Anggria, Lenita Herawati Dan Lrw, Editor. Bogor: Balai Penelitian Tanah. <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id>.
- Guo Z, Wan S, Hua K, Yin Y, Chu H, Wang D. 2020. Fertilization regime has a greater effect on soil microbial community structure than crop rotation and growth stage in an agroecosystem. *Appl Soil Ecol*. 149(40):103510. doi:10.1016/j.apsoil.2020.103510. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103510>.
- Hindersah R, Kamaluddin NN, Samanta S, Banerjee S, Sarkar S. 2020. SAINS TANAH – Journal of Soil Science and Agroclimatology Role and perspective of Azotobacter in crops production. 17(2):170–179. doi:10.20961/stjssa.v17i2.45130.
- Husen E, Simanungkalit RDM. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Saraswati R, Husen E, Simanungkalit RDM, editors. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. [http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/14942/07_Metoda Analisis Biologi Tanah.pdf?sequence=1](http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/14942/07_Metoda%20Analisis%20Biologi%20Tanah.pdf?sequence=1).
- Irawan ZD, Ezward C, Okalia D. 2020. PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KOTORAN KERBAU DAN PUPUK UREA TERHADAPPERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *J Green Swarnadwipa*. 9(1):46–57.
- Kumar Kurrey D, Sharma R, Kumar Lahre M, Devendra Kumar Kurrey C, Lata Kurrey R. 2018. Effect of Azotobacter on physio-chemical characteristics of soil in onion field. *ThepharmajournalCom*. 7(2):108–113. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2018/vol7issue2/PartB/7-2-27-396.pdf>.
- Lestari T, Suharyanto S, Pratomo SE. 2021. Respon Pertumbuhan dan Produksi Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) dengan Pemberian Berbagai Dosis Amelioran di Lahan Pasca Tambang Timah. *AGROSAINSTEK J Ilmu dan Teknol Pertan*. 5(2):100–108. doi:10.33019/agrosainstek.v5i2.162.
- Margolang RD, Sembiring M, Agroekoteknologi PS. 2015. Karakteristik Beberapa Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Sistem Pertanian Organik The Characteristic of Some of The Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil in Organic Farming Systems. 3(2):717–723.
- de Morais Cardoso L, Pinheiro SS, Martino HSD, Pinheiro-Sant'Ana HM. 2017. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 57(2):372–390. doi:10.1080/10408398.2014.887057. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.887057>.
- Nusifera S, Simanjuntak JS, Fitriani MS. 2017. Respons Beberapa Kultivar Kacang Hijau (*Vigna radiata* L. Wilczek) terhadap Pemupukan Nitrogen Kedua Pada Awal Fase Reproduksi. *AGROSAINSTEK*. 1(2):68–73.
- Ohiwal M, Widyastuti R, Sabiham S. 2017. Populasi Mikrob Fungsional Pada Rhizosfer Kelapa Sawit Di Lahan Gambut Riau. *J Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 19(2):74–80. doi:10.29244/jitl.19.2.74-80.
- Patti PS, Kaya E, Silahooy C. 2018. Analisis Status Nitrogen Tanah Dalam Kaitannya Dengan Serapan N Oleh Tanaman Padi Sawah Di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*. 2(1):51–58. doi:10.30598/a.v2i1.278.
- Rana A, Setiawati MR, Suriadikusumah A. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati Dan Anorganik Terhadap Populasi. *J Biodjati*. 3(1):15–22.
- Setiawati MR. 2014. Peningkatan Kandungan N Dan P Tanah Serta Hasil Padi Sawah Akibat Aplikasi Azolla Pinnata Dan Pupuk Hayati Azotobacter chroococcum dan Pseudomonas cepaceae. *Agrologia*. 3(No. 1 April 2014):28–36.
- Setiawati MR, Damayanti M, Herdiyantoro D, Suryatmana P, Khumairah FH. 2019. Uji Formulasi Pupuk Hayati Padat Berbasis Azolla Terhadap Populasi dan Fungsional Mikroba Tanah Menguntungkan. *SoilREns*. 15(2):21–25. doi:10.24198/soilrens.v15i2.21461.
- Staley C, Breuillin-Sessoms F, Wang P, Kaiser T, Venterea RT, Sadowsky MJ. 2018. Urea amendment decreases microbial diversity and selects for specific nitrifying strains in eight contrasting agricultural soils. *Front Microbiol*. 9(APR):1–13. doi:10.3389/fmicb.2018.00634.

- Suminar R, S, Purnamawati DH. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Sorgum di Tanah Latosol dengan Aplikasi Dosis Pupuk Nitrogen dan Fosfor yang Berbeda. *J Agron Indones (Indonesian J Agron.* 45(3):271. doi:10.24831/jai.v45i3.14515.
- Sun R, Li W, Hu C, Liu B. 2019. Long-term urea fertilization alters the composition and increases the abundance of soil ureolytic bacterial communities in an upland soil. *FEMS Microbiol Ecol.* 95(5):1-8. doi:10.1093/femsec/fiz044.
- Wagaw K. 2019. Review on Mechanisms of Drought Tolerance in Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Basis and Breeding Methods. *Acad Res J Agri Sci Res.* 7(2):87-99. doi:10.14662/ARJASR2019.007.<http://www.academicresearchjournals.org/ARJASR/Index.htm>.
- Wahyono T, Astuti DA, Jayanegara A, Wiryawan KG, Sugoro I. 2019. Evaluasi Fraksi Serat untuk Mengestimasi Relative Feed Value pada Tanaman Sorgum Galur Mutan Fiber Fractions Evaluation and Relative Feed Value Estimation of Sorghum Mutant Lines. *J Ilm Apl Isot dan Radiasi.* 15(2):93-105. <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jair/article/view/5281>.