

Pengaruh pupuk N Bio-organomineral terhadap pH, NO₃⁻, C-organik, Na-dd, kandungan Pb tanah dan serapan Pb padi (*Oryza sativa* L.) pada sawah tercemar limbah tekstil

Rija Sudirja¹, Muhammad Kholil Masruri², Pujawati Suryatmana¹, Santi Rosniawaty¹,
Nadia Nuraniya Kamaluddin¹, Apong Sandrawati¹

¹) Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²) Program Magister Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

Korespondensi: rija.sudirja@unpad.ac.id

ABSTRACT

*Lead (Pb) heavy metal pollution on rice fields in Rancaekek is caused by the disposal of textile industry waste which is not perfectly processed. The impact is a decrease in soil fertility which can threaten the food quality and agricultural sustainability. The application of N Bio-Organomineral fertilizer is one of the efforts to improve the quality of rice fields polluted with heavy metals Pb and high Na content. This research aims to find out the effect of N Bio-Organomineral fertilizer on pH, NO₃⁻, Na, C-organic soil, solubility of soil Pb and uptake of plants Pb. The experimental design used a Randomized Block Design (RBD) with eight treatments and four replications consisting of: 0 (control); urea 250 kg/ha; and the variation in the dose of fertilizer is 250; 500; 750; 1000; 1250; 1500 kg/ha. N Bio-Organomineral fertilizer is a modification of N fertilizer based on urea, zeolite, activated charcoal and compost enriched with *Bacillus subtilis* with formulation 60:20:10:10. The results showed that the application of N Bio-Organomineral fertilizer could increase the NO₃⁻ and C-organic content of the soil and reduce the Na-dd and Pb uptake of plants. Treatment of 500 kg/ha N Bio-Organomineral fertilizer was the best dose in increasing the NO₃⁻ and C-organic content of the soil and reducing Na-dd and Pb uptake of plants.*

Keywords: *Amelioran, natrium, polluted soil, textile waste, Pb.*

1. PENDAHULUAN

Secara alami, timbal (Pb) terdapat di kerak bumi. Keberadaannya di muka bumi dapat bersumber dari gas buangan kendaraan bermotor, cat usang, limbah hasil industri, termasuk limbah industri tekstil. Dampak negatif Pb pada tanaman pertanian bahkan kesehatan manusia dapat terjadi jika sudah masuk ke rantai makanan. Keberadaan Pb yang tinggi di dalam tanah dapat menyebabkan proses penyerapan unsur hara akan mengalami penurunan, hal ini dikarenakan jumlah kation Pb lebih banyak dibandingkan dengan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Silaban dkk., 2013).

Limbah hasil industri tekstil di Rancaekek yang dibuang ke aliran sungai telah mencemari air dan tanah di sekitarnya. Berdasarkan penelitian Adji (2005) pada tanah sawah di blok Rancakeong desa Linggar, kecamatan Rancaekek, nilai rata-rata kandungan logam berat Pb di tanah sebesar 30,03 mg kg⁻¹. Angka ini menunjukkan kandungan Pb masih di bawah batas kritis logam berat Pb tersedia

dalam tanah. Menurut *Ministry of State for Population and Environment of Indonesia, and Dalhousie University, Canada* (1992) batas kritis logam berat Pb pada tanah, air, dan tanaman berturut-turut adalah 100; 0,03, dan 50 mg kg⁻¹. Keberadaan Pb dalam tanah perlu diwaspadai walaupun berada di bawah batas kritis karena dapat terakumulasi secara terus menerus. Selain itu, menurut Komarawidjaja (2017) logam Pb juga menunjukkan kecenderungan konsentrasinya semakin meningkat ketika semakin jauh dari sumber pencemar. Tidak hanya pada tanah, logam Pb di Rancaekek juga telah mencemari aliran sungai yang dijadikan sumber irigasi oleh para petani.

Adji (2008) mengungkapkan bahwa hasil analisis tanah di lahan sawah Rancaekek menunjukkan tingginya kandungan natrium (Na) yang mencapai 58.807 mg kg⁻¹. Angka tersebut berada di atas angka kritis kadar Na dalam tanah yaitu sebesar 10.000 mg kg⁻¹ (Mengel dan Kirby, 1987). Hasil analisis kadar Na juga dilakukan pada perairan Sungai Cikijing yaitu sebesar 1098 mg kg⁻¹, angka tersebut melebihi standar baku mutu air irigasi

menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1990 sebesar 60 mg kg⁻¹. Adanya Na yang tinggi pada tanah sawah menyebabkan terhambatnya pertumbuhan padi. Kandungan Na yang tinggi pada tanah sawah di Rancaekek telah menurunkan produksi gabah sebesar 1–1,5 ton/ha (Suganda dkk., 2002). Hal tersebut karena Na menyebabkan rusaknya struktur tanah dan rusaknya jaringan tanaman karena terjadi *plasmolysis* (Rachman dkk., 2018).

Perlu adanya upaya untuk menanggulangi permasalahan pencemaran logam berat dan Na tersebut, sekaligus meminimalisir hilangnya unsur hara akibat pencucian atau penguapan. Pupuk N Bio-Organomineral merupakan modifikasi pupuk nitrogen (N) berbahan dasar urea-zeolit-arang aktif dan kompos plus agen hayati yang berperan sebagai pupuk lepas lambat dan penjerap logam berat. Pupuk N Bio-Organomineral dibuat dalam bentuk tablet dengan tujuan agar proses melarutnya N tidak terjadi begitu cepat (*Slow Release Fertilizer*) dibandingkan dengan bentuk granul atau prill.

Pembuatan pupuk N dengan penambahan bahan-bahan seperti zeolit, arang sekam dan kompos yang diperkaya agen hayati bertujuan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan pemupukan. Penambahan zeolit bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan N oleh tanaman. Hal tersebut karena zeolit dapat mengendalikan pelepasan unsur N sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Suwardi, 2002). Penggunaan zeolite sebagai campuran bahan pupuk sudah diuji efektivitasnya pada berbagai penelitian sebelumnya. Pemberian zeolit dapat menurunkan konsentrasi Pb tersedia dalam tanah yaitu dengan nilai rata-rata sebesar 22,63 mg kg⁻¹ dari angka awal sebesar 89,0 mg kg⁻¹ dan berpengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman namun tidak dapat meningkatkan jumlah anakan vegetatif dan jumlah anakan produktif (Juliana dkk., 2015).

Bahan amelioran lain yang digunakan dalam campuran pupuk N Bio-Organomineral adalah arang aktif. Menurut Juliana dkk.,

(2015) pemberian arang berpengaruh terhadap penurunan kandungan logam berat Pb di dalam tanah sampai 13,05 mg kg⁻¹ dari angka awal 89,0 mg kg⁻¹. Pupuk N Bio-organomineral juga mengandung kompos yang diperkaya dengan agen hayati. Penambahan kompos membantu menyediakan tambahan unsur hara dan membantu mengurangi penyerapan logam berat oleh tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Adji (2005) pemberian kompos mampu menurunkan kelarutan logam Pb hingga 67,66 mg kg⁻¹. Kompos yang digunakan dalam campuran Pupuk N Bio-Organomineral telah diperkaya dengan agen hayati yaitu bakteri *Bacillus subtilis*. Agen hayati tersebut mampu menghasilkan enzim ekstraseluler yang digunakan sebagai agen bioremediasi limbah di perairan. Studi menjelaskan beberapa mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agen remediasi pencemaran lingkungan yaitu *Bacillus*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Plectonema*, *Accharomyces* dan *Aspergillus* (Park dkk., 2011). Berdasarkan penelitian Maulana dkk., (2017) *Bacillus subtilis* mampu menurunkan kandungan Pb sebesar 83% (2,5 mg kg⁻¹ menjadi 0.43 mg kg⁻¹).

Bahan amelioran yang ditambahkan selain berfungsi sebagai pengikat logam berat juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah. Bahan-bahan amelioran pada campuran Pupuk N Bio-Organomineral mampu meningkatkan pH tanah dan C-organik tanah. Hal tersebut dikarenakan bahan amelioran mampu mengikat kation-kation basa yang terdapat pada tanah sehingga dapat meningkatkan kejenuhan basa dan nilai pH tanah (Permana dkk., 2018). Bahan amelioran tersebut juga dapat meningkatkan C-organik tanah karena amelioran tersebut menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme di dalam tanah. Peningkatan konsentrasi C-organik akan meningkatkan konsentrasi bahan organik yaitu asam humat dan asam fulvat dalam berinteraksi dengan ion logam Pb. Senyawa humat berperan dalam membentuk ikatan kompleks dengan logam-logam yang mempengaruhi kereaktifan dan efek toksik

dari logam (Matagi dkk., 1998 dalam Agustine dkk., 2018)

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh dosis pupuk N-organomineral yang optimum untuk meningkatkan kualitas tanah dengan parameter pH, C-Organik dan NO_3^- .

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada lahan persawahan di wilayah Desa Linggar, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Ketinggian tempat penelitian ± 676 meter di atas permukaan laut (mdpl). Pembuatan pupuk N Bio-Organomineral dalam bentuk tablet dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman Fakultas Pertanian UNPAD, Jatinangor, Sumedang.

2.1 Rancangan Perlakuan

Tanaman indikator digunakan pada varietas Inpara 9 dengan daya kecambah diatas 85%, memiliki karakteristik yang adaptif terhadap cekaman lingkungan terutama kemasaman tanah dan keracunan logam berat (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2014).

Berdasarkan hasil analisis pupuk N Bio-Organomineral memiliki kandungan N sebesar 22%. sedangkan kandungan N pada urea sebesar 46% sehingga 1 dosis Pupuk N Bio-Organomineral setara dengan $\frac{1}{2}$ dosis urea. Berdasarkan Badan Litbang Pertanian, (2015) Tanaman padi unggul membutuhkan 350 kg/ha Urea untuk menghasilkan gabah rata-rata 6 ton/ha. Peningkatan dosis pada pupuk N Bio-Organomineral menjadi 750 kg/ha diperlukan agar mencukupi 46% N yang dibutuhkan pada tanaman padi varietas unggul. Berikut rancangan perlakuan yang digunakan:

- A Kontrol
- B Urea 250 kg/ha
- C Pupuk NBO 250 kg/ha
- D Pupuk NBO 500 kg/ha
- E Pupuk NBO 750 kg/ha
- F Pupuk NBO 1000 kg/ha
- G Pupuk NBO 1250 kg/ha
- H Pupuk NBO 1500 kg/ha

Selain perlakuan terhadap taraf dosis, perlakuan juga mempertimbangkan terhadap pembandingan. Perlakuan Urea 100% bertujuan untuk pembandingan dan satu perlakuan sebagai kontrol tanpa diberi pupuk.

Aplikasi pupuk tablet N Bio-Organomineral dibenamkan ± 5 cm disamping tanaman sedalam 2-3 cm. Untuk dosis pupuk 250, 500 dan 750 diaplikasikan sesuai dosis pupuk yang telah di cetak. Untuk dosis 1000, 1250 dan 1500 kg/ha disesuaikan dengan kombinasi pupuk yang dicetak, 1000 kg/ha (500+250+250) kg/ha, 1250 kg/ha (750+250+250) kg/ha dan 1500 kg/ha (750+500+250) kg/ha.

Selain aplikasi dari pupuk yang digunakan, dilakukan juga pemupukan dasar yang terdiri dari pupuk SP-36 (36% P_2O_5) sebanyak 100 kg/ha, pupuk KCl (50% K_2O) 50 kg/ha diaplikasikan pada 7 hari sebelum penanaman dengan cara di sebar pada setiap petakan.

2.2 Rancangan Variabel Respon

Variabel respon yang diamati terdiri dari penetapan pH tanah dengan metode elektroda gelas, penetapan kandungan NO_3^- dengan metode penetapan N, penetapan analisis kandungan Na dengan metode spektrofotometer nyala, penetapan C-organik tanah dengan metode *Walkley and black*, penetapan kelarutan logam berat Pb dengan metode ekstrak *Morgan Wolf* dan penetapan serapan logam berat Pb pada tanaman padi dengan pengabuan basah dengan HNO_3 dan HClO_4 . Sample tanah dan tanaman untuk analisis diambil pada fase pertumbuhan vegetatif maksimum (70 HST).

2.3 Rancangan Analisis

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Percobaan terdiri dari delapan perlakuan dan empat ulangan dengan jumlah seluruhnya adalah 32-unit percobaan.

Rancangan analisis menggunakan uji anova, sedangkan pengujian perbedaan pengaruh rata-rata perlakuan dilakukan

dengan uji F pada taraf 5 %, apabila terdapat perbedaan nyata rata-rata perlakuan, maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan menggunakan software SPSS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah awal menunjukkan nilai pH H₂O 6,2 yang tergolong netral, kandungan NO₃⁻ sebesar 0,21 % yang tergolong sedang, kandungan C-Organik tanah 1,50 % yang tergolong rendah, kandungan natrium dapat dipertukarkan (Na-dd) sebesar 1,34 cmol(+)/kg yang tergolong sangat tinggi dan kandungan logam berat Pb 21,66 mg kg⁻¹ yang masih tergolong rendah berdasarkan kategori parameter analisis tanah yang mengacu pada Balittanah (2009) dan USEPA (2004).

3.1 Nilai pH Tanah

Hasil analisis analisis pH tanah akhir berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai pH dari semua perlakuan pemberian pupuk menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan Urea 100 % dan perlakuan pemberian berbagai dosis pupuk N Bio-Organomineral tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuannya. Hasil pengukuran pH cenderung mengalami penurunan dari hasil analisis tanah awal (6,72) yang tergolong netral menjadi tergolong agak masam sampai netral (5,72 sampai 6,67). Hal tersebut terjadi karena lahan yang digunakan untuk penelitian merupakan lahan yang habis diberakan lama, sehingga kondisi awal pH masih cenderung netral. Semua perlakuan masih menunjukkan nilai pH yang optimum untuk pertanaman padi yaitu 5,5-7,5 (Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian, 2009).

Peningkatan pH dapat menyebabkan penjerapan logam berat oleh kation tanah menjadi lebih tinggi. Nilai pH yang masam akan mengakibatkan kompetisi ion H⁺ dan ion logam saat pertukaran kation (Sudirja dkk, 2016). Ketika nilai pH tinggi, kompetisi akan berkurang sehingga ion logam dapat dijerap lebih banyak oleh kation tanah sehingga logam

berat berubah menjadi bentuk yang tak tersedia. Menurut Kazlauskaitė-Jadzevičė, dkk, (2014) juga mengatakan peningkatan pH akan mengubah kestabilan logam berat dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel air sehingga logam berat terdapat dalam bentuk yang tidak tersedia.

Tabel 1 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-Organomineral terhadap Nilai pH Tanah pada Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

	Perlakuan	pH
A	Kontrol	5,73 a
B	Urea 250 kg/ha	6,42 b
C	Pupuk NBO 250 kg/ha	6,47 b
D	Pupuk NBO 500 kg/ha	6,67 b
E	Pupuk NBO 750 kg/ha	6,58 b
F	Pupuk NBO 1000 kg/ha	6,56 b
G	Pupuk NBO 1250 kg/ha	6,48 b
H	Pupuk NBO 1500 kg/ha	6,35 b

3.2 Kandungan NO₃⁻ pada Tanah

Hasil analisis kandungan NO₃⁻ menunjukkan hasil yang beragam (Tabel 2). Perlakuan pemupukan N Bio-Organomineral menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol kecuali pada perlakuan H (NBO 1500 kg/ha) dan B (Urea 250 kg/ha). Perlakuan yang menunjukkan nilai presentase NO₃⁻ tertinggi adalah perlakuan D (NBO 500 kg/ha) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan F (NBO 1000 kg/ha). Hal tersebut membuktikan bahwa penggunaan pupuk N Bio-Organomineral dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan presentase NO₃⁻ pada tanah dan dapat menggantikan pupuk Urea 100% sehingga menghemat dan meningkatkan efektifitas penggunaan Urea.

Pada perlakuan Urea 100 % (B) memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol karena tidak adanya campuran zeolite sehingga N mudah menghilang atau menguap karena proses denitrifikasi. Denitrifikasi merupakan proses reduksi nitrat menjadi bentuk yang lebih tereduksi seperti gas-gas oksida nitrat (NO), oksida nitrous (N₂O) dan unsur nitrogen bebas (N₂) (Hikmah, 2006). Perlakuan NBO 1500 kg/ha (H) memiliki hasil yang tidak berbeda nyata

dengan kontrol. Hal tersebut disebabkan pupuk N Bio-Organomineral mengandung bahan organik, semakin tinggi dosis maka semakin tinggi kandungan bahan organiknya yang berpengaruh terhadap nilai C/N rasio. Rasio C/N yang tinggi dapat menyebabkan imobilisasi atau perubahan bentuk senyawa N anorganik (NH_4^+ , NH_3 , NO_3^-) menjadi organik sehingga nitrogen tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman (Rugayah dkk., 2018).

Tabel 2 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-Organomineral terhadap Kandungan NO_3^- Tanah pada Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

Perlakuan	NO_3^- (%)
A Kontrol	0,15 a
B Urea 250 kg/ha	0,16 ab
C Pupuk NBO 250 kg/ha	0,19 bc
D Pupuk NBO 500 kg/ha	0,23 d
E Pupuk NBO 750 kg/ha	0,19 bc
F Pupuk NBO 1000 kg/ha	0,21 cd
G Pupuk NBO 1250 kg/ha	0,19 bc
H Pupuk NBO 1500 kg/ha	0,17 ab

Pupuk N Bio-Organomineral dapat meningkatkan kandungan NO_3^- pada tanah karena mengandung amelioran seperti zeolite dapat membantu efisiensi penyerapan N dalam tanah. Sejalan pendapat Hikmah (2006), zeolit memiliki peran dalam memperlambat proses nitrifikasi. Kombinasi zeolit dengan pupuk Urea menyebabkan pada saat penguraian akan mengikat amonium. Selama jumlah amonium dalam tinggi, maka ammonium tersebut yang dijerap zeolite tidak segera dilepas ke dalam larutan tanah. Setelah amonium dalam tanah berubah menjadi NO_3^- , persediaan amonium dalam rongga-rongga zeolit dilepaskan ke dalam larutan tanah.

3.3 Natrium dapat Dipertukarkan (Na-dd) pada Tanah

Pencemaran natrium (Na) dalam tanah di Kecamatan Rancaekek diduga akibat penggunaan air irigasi dari aliran Sungai Cikijing yang juga mengandung Na yang tinggi. Tingginya kandungan Na pada air buangan

industri tekstil disebabkan pemakaian NaOH atau Na_2CO_3 pada proses pelepasan wax. Kriteria Na-dd berdasarkan Eviati & Sulaeman (2009) a) $<0,1$ cmol(+)/kg sangat rendah, b) $0,1-0,3$ cmol(+)/kg rendah, c) $0,4-0,7$ cmol(+)/kg sedang, d) $0,8-1,0$ cmol(+)/kg tinggi dan e) $>1,0$ cmol(+)/kg sangat tinggi.

Tabel 3 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-Organomineral terhadap Kandungan Na-dd Tanah pada Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

Perlakuan	Na-dd (cmol(+)/kg)
A Kontrol	0,61 a
B Urea 250 kg/ha	0,54 bc
C Pupuk NBO 250 kg/ha	0,53 bc
D Pupuk NBO 500 kg/ha	0,46 d
E Pupuk NBO 750 kg/ha	0,54 bc
F Pupuk NBO 1000 kg/ha	0,50 cd
G Pupuk NBO 1250 kg/ha	0,54 bc
H Pupuk NBO 1500 kg/ha	0,58 ab

Berdasarkan hasil analisis Na-dd pada tanah, menunjukkan hasil yang beragam berkisar $0,46-0,61$ cmol(+)/kg. Perlakuan D (NBO 500 kg/ha) menunjukkan angka yang paling rendah dalam menurunkan kadar Na, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan F (NBO 1000 kg/ha). Setiap perlakuan pemberian pupuk N Bio-organomineral memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol, kecuali pada perlakuan H (NBO 1500 kg/ha). Semua perlakuan pupuk N Bio-organomineral dapat menurunkan Na-dd pada tanah. Hal ini terlihat dari perbandingan Na-dd pada hasil analisis tanah awal ($1,34$ cmol(+)/kg) dengan kriteria “sangat tinggi” menjadi kriteria “sedang” setelah perlakuan. Hal tersebut menunjukan bahwa penggunaan pupuk N Bio-Organomineral dosis 500 kg/ha (D) dan 1000 kg/ha (F) efektif dalam menurunkan kadar Na-dd pada tanah.

Penurunan nilai Na-dd pada perlakuan pupuk N Bio-Organomineral disebabkan adanya bahan amelioran yang terkandung dalam pupuk. Bahan zeolite, arang sekam dan kompos beragen hayati yang terkandung dalam pupuk tersebut memperbaiki struktur

tanah menjadi tidak jenuh sehingga mempercepat pencucian Na^+ . Zeolit dan arang aktif juga berperan dalam penurunan nilai Na-d . Zeolit dalam pupuk mampu menurunkan kadar Na-d karena mempunyai struktur kerangka berongga yang terisi air atau ion yang dapat dipertukarkan (Suminarti dan Edy. 2019). Arang aktif mampu mengadsorpsi kation-kation berlebih Na karena tersusun dari atom karbon yang membentuk cincin segi enam yang tersusun dari atom karbon disetiap sisinya, yang menyebabkan terjadinya proses penjerapan kation atau adsorpsi (Sudirja dkk., 2016).

Penurunan kandungan Na juga dapat disebabkan karena proses penggenangan lahan sebelum pertanaman. Haryono, dkk (2001) menjelaskan bahwa pada tanah sawah tercemar limbah Na , proses pencucian (penggenangan 1 sampai 2 minggu) dapat menurunkan kandungan Na dalam tanah. Kurnia, dkk. (2003) juga menjelaskan bahwa pencucian setiap 2 minggu sebelum pertanaman menurunkan Na dalam air drainase dari konsentrasi 1100 mg kg^{-1} menjadi kurang dari 100 mg kg^{-1} .

3.3 C-Organik Tanah

Kandungan C-organik menggambarkan keadaan bahan organik pada tanah. C-organik adalah bagian fungsional dari bahan organik tanah yang mempunyai peranan sangat penting di dalam menentukan kesuburan dan produktivitas tanah serta berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kriteria nilai kandungan C-organik (%) terbagi ke dalam 5 kategori, yaitu: sangat rendah (<1), rendah (1 - 2), sedang (2 - 3), tinggi (3 - 5), dan sangat tinggi (>5) (Balittan, 2009).

Berdasarkan hasil analisis data C-organik seluruh perlakuan menunjukkan hasil beragam. Perlakuan A (Kontrol) sampai H (NBO 1500 kg/ha) menunjukkan kenaikan nilai C-organik dibandingkan hasil analisis tanah awal (1,50 %). Hasil analisis data C-organik setelah dilakukan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan pupuk N Bio-organomineral menunjukkan hasil yang

berbeda nyata (Tabel 4). Nilai presentase C-organik tertinggi ditunjukkan pada perlakuan D (NBO 500 kg/ha) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan F (1000 kg/ha). Perbandingan dengan nilai C-organik pada perlakuan urea 100 % juga tidak menunjukkan perbedaan nyata pada semua perlakuan dosis pupuk N Bio-Organomineral, kecuali pada perlakuan (NOH 500 kg/ha). Hal tersebut membuat perlakuan N Bio-Organomineral 500 kg/ha cenderung lebih efektif dalam meningkatkan kandungan C-organik pada tanah di bandingkan perlakuan N Bio-Organomineral 1000 kg/ha.

Tabel 4 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-Organomineral terhadap Presentase C-organik Tanah pada Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

	Perlakuan	C-organik (%)
A	Kontrol	2,71 a
B	Urea 250 kg/ha	3,33 b
C	NBO 250 kg/ha	3,25 b
D	NBO 500 kg/ha	3,92 c
E	NBO 750 kg/ha	3,25 b
F	NBO 1000 kg/ha	3,68 bc
G	NBO 1250 kg/ha	3,39 b
H	NBO 1500 kg/ha	3,23 b

Perlakuan berbagai dosis pupuk N Bio-Organomineral pada penelitian dari dosis 250 kg/ha sampai 1500 kg/ha memiliki kriteria kandungan C-organik yang tinggi, berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Tingginya kandungan C-organik pada tanah akibat perlakuan pupuk N Bio-Organomineral dikarenakan adanya bahan ameliorant seperti zeolite, arang aktif dan kompos yang diperkaya agen hayati. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Abdurachman (2000) dalam Nurida (2006) zeolite sebagai limbah non pertanian dapat meningkatkan cadangan karbon dalam tanah. Menurut Ogawa (2006) penggunaan arang aktif yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat mengurangi laju emisi CO_2 dan mampu mengakumulasi karbon dalam jumlah yang cukup besar. Karbon merupakan

komponen paling besar dalam bahan organik sehingga pemberian bahan organik akan meningkatkan kandungan C-organik tanah (Utami dan Handayani, 2003). Penambahan kompos dapat berfungsi sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tanah sehingga C-organik tanah dapat meningkat dan aktivitas mikroorganisme juga meningkat (Afandi dkk., 2017).

3.5 Kandungan Timbal (Pb) pada Tanah

Status keberadaan Pb di lahan sawah Rancaekek memang masih di bawah ambang batas normal. Mengingat Pb yang bersifat akumulatif sehingga perlu adanya upaya untuk menurunkan kandungan Pb dari lahan pertanian sejak dini.

Tabel 5 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-organomineral terhadap Kandungan Timbal (Pb) pada Tanah di Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

Perlakuan	Pb Total (mg kg ⁻¹)
A Kontrol	27,79 a
B Urea 250 kg/ha	24,67 abc
C Pupuk NBO 250 kg/ha	23,10 bc
D Pupuk NBO 500 kg/ha	21,80 c
E Pupuk NBO 750 kg/ha	24,37 abc
F Pupuk NBO 1000 kg/ha	23,05 bc
G Pupuk NBO 1250 kg/ha	23,72 bc
H Pupuk NBO 1500 kg/ha	26,59 ab

Berdasarkan hasil pengujian kandungan Pb pada tanah semua perlakuan (21,80-27,79 mg kg⁻¹) menunjukkan hasil konsentrasi yang lebih tinggi daripada hasil analisis tanah awal (21,6 mg kg⁻¹) walaupun sama-sama masih tergolong dalam kriteria rendah. Dari data tersebut perlakuan N Bio-Organomineral pada dosis 250,500,1000 dan 1250 kg/ha menunjukkan hasil penurunan yang berbeda nyata dengan kontrol. Diantara berbagai pemberian dosis pupuk N Bio-Organomineral, perlakuan D (500 kg/ha) menunjukkan hasil yang cenderung lebih baik dalam menurunkan kandungan Pb meskipun angka penurunannya tidak berbeda nyata dengan perlakuan C, E, F dan G.

Penurunan kadar logam Pb dalam tanah disebabkan adanya kompos pada pupuk N Bio-Organomineral yang mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan pH tanah, sehingga berpengaruh pada penjerapan logam Pb dalam tanah. Pupuk kompos mampu menurunkan kadar logam Pb karena mengandung bahan organik yang mampu menurunkan kelarutan logam menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Permana dkk, 2018). Kompos tersebut juga diperkaya agen hayati *Bacillus subtilis*, bakteri tersebut memanfaatkan kompos sebagai sumber makanannya. *Bacillus sp.* merupakan bakteri yang memiliki kemampuan dalam absorpsi logam Pb karena permukaan sel bersifat negative sedangkan logam Pb bersifat positif, hal tersebut menyebabkan adanya ikatan ion dan logam berat (Hasyimuddin, dkk., 2018). *Bacillus subtilis* juga menghasilkan enzim *reduktase* untuk menurunkan (reduksi) kadar toksisitas Pb dengan mengubah struktur kimianya menjadi bentuk yang tidak toksik (Nath dan Ray, 2015).

3.6 Serapan Timbal (Pb) pada Tanaman

Proses penyerapan logam berat Pb oleh tanaman sangat dipengaruhi oleh pH dan KTK tanah. Nilai pH yang tinggi menyebabkan logam berat mengendap dan tidak terserap oleh tanaman. Hal tersebut terjadi karena kenaikan pH sejalan dengan kenaikan KTK tanah yang menyebabkan ion logam Pb terjerap lebih kuat atau lebih banyak sehingga mobilitasnya menurun. Ketika pH rendah, KTK akan menurun, kondisi ini menyebabkan logam berat Pb akan terlepas dari ikatan tanah menjadi ion yang bergerak bebas pada larutan tanah dan dapat diserap tanaman melalui pertukaran ion (Amelia dkk., 2015).

Berdasarkan hasil analisis, jumlah serapan logam Pb oleh tanaman padi menunjukkan hasil yang beragam (Tabel 6). Perlakuan pemberian pupuk urea 100 % 250 kg/ha dan berbagai dosis pupuk N Bio-Organomineral menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan D (500 kg/ha) menjadi dosis yang cenderung lebih baik dalam menurunkan kadar serapan

Pb oleh tanaman. Hal tersebut karena nilai serapan Pb oleh tanaman pada perlakuan D tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (250 kg/ha) dan E (750 kg/ha). Hasil analisis serapan Pb oleh tanaman yang berkisar antara 4,03-7,09 mg kg⁻¹ menunjukkan angka yang masih jauh dari ambang batas Pb dalam tanaman menurut Balittanah 2009 yaitu sebesar 50 ppm. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Alloway, (1995) dalam Melyga dkk (2016) bahwa konsentrasi Pb yang masih diperbolehkan terkandung pada tubuh tanaman sebesar 2-20 mg kg⁻¹. Hal tersebut membuktikan bahwa penggunaan pupuk N Bio-Organomineral efektif dalam menurunkan potensi akumulasi Pb dalam tanaman.

Tabel 6 Hasil Pengaruh Pupuk N Bio-organomineral terhadap Serapan Timbal (Pb) Tanaman pada Lahan Tercemar Limbah Tekstil di Rancaekek

	Perlakuan	Pb Total (mg kg ⁻¹)
A	Kontrol	7,09 a
B	Urea 250 kg/ha	5,52 b
C	Pupuk NBO 250 kg/ha	4,95 bc
D	Pupuk NBO 500 kg/ha	4,03 c
E	Pupuk NBO 750 kg/ha	5,04 bc
F	Pupuk NBO 1000 kg/ha	5,56 b
G	Pupuk NBO 1250 kg/ha	5,73 b
H	Pupuk NBO 1500 kg/ha	5,93 b

Efektifitas pupuk N Bio-Organomineral dalam menurunkan serapan Pb oleh tanaman dipengaruhi oleh bahan ameliorant yang terkandung dalam pupuk tersebut. Bahan amelioran dalam pupuk N Bio-Organomineral seperti zeolit dan arang aktif mampu mengikat logam Pb dalam tanah. Hal tersebut membuat ion Pb tertahan dan tidak diserap oleh tanaman. Zeolit dapat menurunkan kadar Pb karena zeolit memiliki daya jerap tinggi terhadap kation-kation logam berat dalam tanah (Kismolo dkk., 2012). Mekanisme pengikatan Pb oleh zeolit bermula saat Pb masuk ke dalam struktur zeolit yang berongga, sehingga Pb diikat oleh zeolit dan kelarutan Pb menurun. Hal ini menyebabkan serapan Pb oleh tanaman menurun (Nurjaya dkk., 2006).

Arang aktif berfungsi sebagai absorben atau penyerap logam berat lewat pori-pori yang dimiliki. Adsorpsi ini dapat mengubah logam berat Pb menjadi bentuk logam yang tidak tersedia di dalam tanah. Penyerapan menggunakan arang aktif merupakan salah satu cara yang efektif untuk menghilangkan logam berat (Rasjiddin, 2006). Kompos dalam komponen pupuk N Bio-Organomineral juga berperan dalam menurunkan jumlah Pb tersedia dalam tanah. Kompos mampu mengikat logam Pb melalui proses adsorpsi. Adsorpsi oleh kompos terjadi karena senyawa humat yang tersusun dari gugus fungsional bermuatan negatif, sehingga mampu mengikat ion Pb yang bermuatan positif (Firda, dkk., 2016). Pengikatan Pb oleh bahan ameliorant yang terkandung dalam pupuk N Bio-Organomineral menyebabkan Pb mengalami imobilisasi sehingga tidak bisa diserap oleh tanaman.

4. KESIMPULAN

Penggunaan pupuk N Bio-Organomineral memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penyediaan NO₃⁻, penurunan Na-dd, peningkatan C-Organik pada tanah dan menurunkan serapan Pb oleh tanaman. Dosis terbaik dalam meningkatkan NO₃⁻, menurunkan Na-dd, peningkatan C-Organik dan menurunkan serapan Pb oleh tanaman adalah perlakuan pupuk N Bio-Organomineral 500 kg/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., I. Juarsah, dan U. Kurnia. 2000. Pengaruh penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang terhadap produktivitas tanah ultisols terdegradasi di Desa Batin, Jambi. Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Buku II. Bogor. 303-309
- Adji, S.S. 2005. Rehabilitasi tanah sawah tercemar logam berat Pb dan Cd. Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi, 6(2):63-70.
- Adji, S.S. 2008. Pengaruh pencucian pada tanah tercemar natrium terhadap pertumbuhan

- tanaman. Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi, 9(1):21-30.
- Afandi, F. N., Siswanto, B., & Nuraini, Y. 2017. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 2(2):237-244.
- Agustine, L., Sudirja, R., dan Harryanto, R. 2018. Identifikasi sumberdaya lahan pada ketersediaan logam berat (Pb, Cd Dan Cr) tanah sawah di daerah pengairan sungai Cikijing Kecamatan Rancaekek. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas. 22:22-31.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Petunjuk Teknis Edisi 2. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Firda, Mulyani, O. dan Yuniarti, A. 2016. Pembentukan, karakterisasi serta manfaat asam humat terhadap adsorpsi logam berat (review). Soilrens. 14(2): 9-13
- Haryono. 2001. Strategi dan kebijakan kementerian pertanian dalam optimalisasi lahan sub-optimal mendukung ketahanan pangan nasional. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta: 11
- Hasyimuddin, H., Fatmawati, N., dan Indriani. (2018). Isolasi bakteri pengakumulasi logam berat timbal (Pb) pada saluran pembuangan limbah industri Kabupaten Gowa, Biotropic: The Journal of Tropical Biology, 2(2), Pp. 126-132.
- Hikmah, N. 2006. Peranan zeolit dalam pelepasan nitrogen dari pupuk tersedia lambat (*Slow Release Fertilizers*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juliana, E., Sarifuddin, dan Jamilah. 2015. Pemberian zeolit dan arang sekam pada lahan sawah tercemar limbah pabrik terhadap Pb tanah dan tanaman padi. Journal of Chemical Information and Modeling. 3(9): 703-709.
- Kazlauskaitė-Jadzevičė, A., Volungevičius, J., Gregorauskienė, V., and Marcinkonis, S. 2014. *The role of pH in heavy metal contamination of urban soil*. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management.
- Kismolo, E., Prayitno, dan Nurimaniwathy. 2012. Pengolahan limbah khrom residu proses recovery khrom menggunakan kalsium karbonat. Puslitbang Teknologi Maju. Yogyakarta
- Komarawidjaja, W. 2017. Paparan limbah cair industri mengandung logam berat pada lahan sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. Jurnal Teknologi Lingkungan. 18(2): 173.
- Kurnia, U., Husen S., Rasti S., dan Nurjaya. 2003. Teknologi pengendalian pencemaran lahan sawah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Maulana, A., Supartono, dan Sri M. 2017. Bioremediasi logam Pb pada limbah tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. Universitas Negeri Semarang. Journal of Chemical Science. 6(3): 268-273.
- Mengel, K. & Kirby, E. 1987. *Principles of plant nutrition*. Bern Switzerland: International Potash Inst.
- Ministry of State for Population and Environment Republic of Indonesia and Dalhousie University Canada. 1992. Environmental Management in Indonesia. Report on Soil Quality Standards for Indonesia (interim report).
- Nath, J., Ray, L. 2015. *Biosorption of malachite green from aqueous solution by dry cells of Bacillus cereus M1 16 (MTCC 5521)*. Journal of Environmental Chemical Engineering. 3(1):386- 394.
- Ogawa, M. 2006. *Carbon sequestration by carbonization of biomass and ferestation*. Three Case Studies: 133-146.
- Park, H. J., Bae Eun, S. and Cho, S.Y. 2011. *A comparative study of the different analytical methods for analysis of S-allyl cystein in blackgarlic by HPLC*. The Journal of LWT Food Science and Technology.
- Permana, I., Arifin, M., dan Sudirja, R. 2018. Aplikasi berbagai dosis pupuk UZAAKH dalam menurunkan kelarutan logam Cr

- pada tanah sawah tercemar limbah tekstil. SoilREns. 16(1): 20–26.
- Rachman, A., Dariah, A., dan Sutono, S. 2018. Pengelolaan sawah salin berkadar garam tinggi. In IAARD Press.
- Rasjiddin, S. 2006. Pembuatan arang aktif dari tempurung biji jambu mede (*Anacardium occidentale*) sebagai adsorben pada permukaan minyak goreng bekas. Institut Pertanian Bogor.
- Rugayah, L., Hermida, C.Y., Ginting, J., Agustian, dan P. M, Agsya. 2018. Uji aplikasi berbagai jenis pupuk urea lepas lambat (*slow release urea*) terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.). Prosiding Semnas SINTA ft. UNILA 1:42. Lampung: Riset PT-Eksplorasi Hulu Demi Hilirasi Produk.
- Silaban, E.T., Edison P., Jasmani G., 2013 Pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays secaratha Strut.* L) pada berbagai jarak tanam dan waktu olah tanam. Jurnal Online Agroteknologi. 1(3): 806-816
- Sudirja, R., Joy, B. dan S. Rosniawaty. 2016. Aplikasi formulasi pupuk UZA KH dalam meningkatkan ketersediaan hara N dan mengurangi kelarutan Cd dan Cr di lahan tercemar limbah. Jurnal Soilrens 14 (2): 54-62.
- Sudirja, R., Joy, B., dan Rosniawaty, S. 2017. Penerapan produk pupuk pada tanaman padi terpapar limbah di rancaekek Kabupaten Bandung. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. 1(2), 392–397.
- Suganda, H., Setyorini, D., Kusnandi, H., Saripin, I., dan Kurnia, U. 2002. Evaluasi pencemaran limbah industri tekstil untuk kelestarian lahan sawah. Prosiding Seminar Nasional dan Konversi Lahan Pertanian: 203–221.
- Suminary, dan Edy. N., 2019. Dampak pemupukan n dan zeolite pada pertumbuhan serta hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolour* L.) Var. Super.1. Jurnal Agroteknologi. 6(1)
- Suwardi. 2002. Prospek pemanfaatan mineral zeolit di bidang pertanian. Jurnal Zeoilt Indonesia. 1(1): 5-12.
- USEPA. 2004. *The incidence and severity of sediment contamination in surface waters of United States, national sediment quality survey: 2nd Edition.* EPA-823-R-04-2007. U. S. Enviromental Protection Agency, Washington D.C.
- Utami, S.N dan Handayani, S. 2003. Sifat kimia Entisol pada sistem pertanian organik. Ilmu Pertanian 10 (2): 63-69.