

**Pengaruh Efek Sisa Kombinasi Biochar Sekam Padi Dan Dolomit Terhadap
Pencucian Unsur N Pada Budidaya Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*)**

***The Effect of The Residual Effect of Rice Husk and Dolomite Biochar Combination
on The Leakage of N Elements in Corn (*Zea Mays L.*) Cultivation***

Ranti Prima Ilahi¹, Muhammad Aknil Sefano^{2*}

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus
Limau Manis, Kota Padang, 25175

²Laboratoium Tanah dan Lingkungan, PT. Wiwiadi Bintang Sains, Padang Timur, Kota Padang, 25126

*Corresponding Author: m.aknil.sefano@gmail.com

ABSTRACT

Inceptisol is a type of soil that has a dominant coarse fraction. Inceptisol has a productivity that is generally still low because it has a coarse texture with low-moderate soil organic matter content, which has a negative impact on soil physical properties and plant growth. This study aims to examine the long-term effect of biochar on N element leaching through the residual effects of rice husk and dolomite biochar. The method used in this study was a Completely Randomized Design with 8 experiments with 3 replications, so that 24 experimental units were obtained. Based on the results of the study, it can be concluded that inceptisol soil if given Biochar + dolomite treatment, makes the soil too porous and causes high N nutrient leaching. giving biochar up to 22 tons + 1.5 tons of dolomite (treatment H) is able to maintain the pH of water from acidic rain.

Key words : Unsur N, Rice Husk, Dolomite Inceptisol, Biochar

1. PENDAHULUAN

Inceptisol merupakan jenis tanah yang memiliki fraksi kasar dominan. Inceptisol memiliki produktivitas yang umumnya masih rendah karena bertekstur kasar dengan kandungan bahan organik tanahnya yang rendah-sedang sehingga berdampak buruk terhadap sifat fisika tanah dan pertumbuhan tanaman (Agegnehu et al., 2016). Hal ini mengakibatkan kurangnya kemampuan tanah memegang air dan tingginya kemampuan tanah meloloskan air sehingga ketersediaan air tanah tergolong rendah.

Retensi air tanah adalah kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan air di dalam pori-pori tanah atau melepaskannya dari dalam pori-pori tanah. Tinggi rendahnya retensi air tanah akan mempengaruhi pencucian unsur hara makro pada tanah. Unsur hara makro yang mudah tercuci yaitu unsur N. Nitrogen merupakan unsur hara yang bersifat mobile, Nitrogen (N), sering hilang karena pencucian dan penguapan, sehingga ketersediaannya dalam tanah untuk dapat diserap tanaman sangat kecil (Atkinson et al., 2010). Kondisi ini sangat tergantung pada tekstur, distribusi pori tanah, struktur, dan drainase tanah, serta iklim (suhu dan curah hujan). Salah satu sifat fisika tanah yang sangat mempengaruhi kemampuan retensi air tanah adalah tekstur tanah. Biederman et al., (2013) menyatakan bahwa tanah yang memiliki fraksi kasar yang dominan, menyebabkan turunnya kemampuan tanah dalam menahan air.

Kemampuan retensi air tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan organik. Hal ini disebabkan karena bahan organik mampu membentuk struktur tanah remah akibat dari keseimbangan pori makro dan mikro di dalam tanah (Glaser et al., 2002). Pori makro adalah pori yang sebagian besar ruang porinya terisi udara, sedangkan pori mikro adalah pori yang sebagian besar ruang porinya terisi air. Selain itu bahan organik juga mampu menahan air dengan jumlah melebihi beratnya sendiri (Ilahi et al., 2025).

Salah satu bahan organik yang dapat diberikan untuk meningkatkan retensi air tanah adalah biochar. Biochar diketahui dapat memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga tanah dapat digunakan untuk pertanian (Novak et al., 2009). Biochar lebih resisten terhadap pelapukan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Pemberian biochar dapat menjadi solusi dalam perbaikan sifat fisika dan kimia tanah dengan meningkatkan retensi air, dan unsur hara di dalam tanah. Biochar telah terbukti mengurangi pencucian N anorganik, emisi N₂O (Lehmann & Joseph, 2015), dan volatilisasi ammonia. N-Nitrat hanya teradsorpsi lemah ke permukaan biochar, sehingga dapat terserap oleh infiltrasi air, dan hasil akhirnya adalah peningkatan waktu residen NO₃⁻ di dalam tanah (Liang et al., 2006). Di samping itu, aplikasi biochar juga meningkatkan fiksasi nitrogen biologis (Hidayat et al., 2020).

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas pangan utama dengan permintaan produksi yang terus meningkat seiring dengan peningkatan penduduk dan perkembangan industri (Rondon et al., 2007). Salah satu cara peningkatan jagung dengan penambahan biochar. Sejalan dengan upaya peningkatan hasil jagung, verifikasi efek biochar pada hasil tanaman jagung akan menunjukkan potensi biochar untuk membantu ketahanan pangan nasional. Apakah, karena persistensi biochar di dalam tanah, biochar mampu memperpanjang manfaat agronomisnya untuk jangka waktu yang

lebih lama. Jika manfaat agronomis dari dekomposisi yang sangat tertunda ini telah terkonfirmasi dalam sistem pertanian modern, maka selanjutnya biochar akan dapat berkontribusi pada peningkatan produksi berkelanjutan di beberapa lingkungan pertanian yang paling tidak menguntungkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jangka panjang biochar terhadap pencucian unsur N melalui efek sisa biochar kombinasi sekam padi dan dolomit.

2. METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan 27 November 2023 sampai dengan 16 Januari 2024. Tanah yang digunakan adalah Inceptisol yang telah diberikan biochar setelah musim tanam pertama (tanaman kedelai). Penelitian dilaksanakan di rumah kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah dan Laboratorium P3IN Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu, gelas ukur plastik, kotak plastik, plastik, labu Kjeldahl, alat destilasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu air yang tertampung, zat kimia (Asam Borat 1%, NaOH 40%, Indikator Conway).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 8 percobaan dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan, dengan perlakuan sebagai berikut:

A = 0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit

B = 0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit

C = 7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit

D = 7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit

E = 15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit

F = 15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit

G = 22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit

H = 22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit

Cara kerja penelitian ini adalah pertama dilakukan perendaman bibit jagung selama 24 jam. Selanjutnya bibit jagung ditanam pada tanah sebanyak 2 butir pada masing-masing polybag setiap perlakuan. Kemudian disiram tanah sampai lembab. Penyiraman dilakukan pada sore hari untuk melembabkan tanah, jika tidak terjadi hari hujan. Penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang tumbuh pada media tanam pot. Gulma yang tumbuh di sekitar pot juga dibersihkan agar tidak mengganggu tanaman. Hama tanaman yang menyerang pada saat penelitian adalah belalang. Hama ini menyerang seluruh tanaman pada penelitian ini. Pengendalian hama dilakukan dengan cara membuang langsung hama pada tanaman menggunakan tangan kemudian disemprotkan insektisida Dangke dan fungisida Antracol yang telah dicampurkan. Dosis insektisida yang diberikan adalah 2 tutup botol Curacron ditambah setengah sendok makan (2 gram) dicampurkan dengan satu liter air. Penyemprotan dilakukan satu kali dengan cara disemprotkan ke seluruh daun dan batang tanaman pada. Penyakit tanaman yang muncul pada ini adalah hawar daun atau karat daun. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada saat vegetatif akhir (minggu ke 8) dan generatif awal (minggu ke 9). Sampel air yang diambil adalah air yang

tertampung dalam plastik yang melapisi polybag. Jumlah air yang tertampung diukur jumlahnya menggunakan gelas ukur, dan diambil sampel untuk analisis N-total. Pengolahan data dilakukan dengan uji statistik BNJ pada taraf nyata 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jumlah air tertampung

Berdasarkan hasil penelitian, Jumlah air yang tertampung pada pengamatan pertama ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah air tertampung.

Perlakuan	Jumlah Air (mL)
A (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	40 c
B (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	1.313 abc
C (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	2.440 ab
D (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	583 bc
E (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	2.616 ab
F (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	2.033 abc
G (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	3.133 a
H (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	2.956 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 1, perlakuan kombinasi antara biochar sekam padi dan dolomit menunjukkan variasi signifikan dalam jumlah air yang tertampung pada media tanam. Analisis statistik menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Perlakuan G (22,5 ton/ha biochar tanpa dolomit) mencatatkan jumlah air tertinggi sebesar 3.133 mL dan berada dalam kelompok yang secara statistik berbeda nyata (ditandai dengan huruf "a"), diikuti oleh perlakuan H (22,5 ton/ha biochar + 1,5 ton/ha dolomit) dengan 2.956 mL. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis biochar hingga 22,5 ton/ha memberikan efek signifikan terhadap kapasitas retensi air media. Sebaliknya, perlakuan kontrol A (tanpa biochar dan tanpa dolomit) hanya menahan air sebanyak 40 mL dan secara statistik berada pada kelompok yang berbeda nyata (huruf "c"), mencerminkan kondisi media dengan kemampuan menyimpan air yang sangat rendah. Kombinasi dolomit tanpa penambahan biochar (perlakuan B) menghasilkan retensi air sebesar 1.313 mL, lebih tinggi daripada kontrol namun masih dalam kelompok statistik yang sama dengan beberapa perlakuan lainnya (abc). Sementara itu, perlakuan C (7,5 ton/ha biochar tanpa dolomit) dan E (15 ton/ha biochar tanpa dolomit) mampu meningkatkan jumlah air tertampung menjadi 2.440 dan 2.616 mL, yang secara statistik tidak berbeda nyata dari perlakuan dengan dosis biochar tertinggi (G dan H), namun lebih baik dibanding kontrol. Data ini mengindikasikan bahwa penambahan biochar, bahkan tanpa dolomit, telah mampu meningkatkan kapasitas retensi air secara signifikan dibandingkan tanpa aplikasi biochar. Akan tetapi, perlakuan D (7,5 ton/ha biochar + dolomit) menunjukkan hasil yang cukup rendah (583 mL), meskipun secara statistik masih berbeda nyata dari kontrol. Menariknya, perlakuan ini lebih rendah dibandingkan perlakuan C yang hanya berbeda pada penambahan dolomit. Hal ini mengindikasikan

bahwa efek dolomit pada dosis tertentu dalam kombinasi dosis biochar rendah justru dapat menurunkan kemampuan media dalam menyimpan air, kemungkinan akibat perubahan struktur pori tanah atau peningkatan pH yang terlalu cepat (Sefano dan Gusmini, 2024). Secara keseluruhan, hasil analisis statistik menguatkan bahwa dosis biochar yang tinggi, terutama tanpa dolomit atau dengan kombinasi moderat, memberikan pengaruh paling signifikan terhadap peningkatan daya simpan air pada media tanam.

Peningkatan jumlah air yang tertampung pada perlakuan dengan dosis tinggi biochar dapat dijelaskan melalui sifat fisik dan kimia biochar yang bersifat sangat porus dan memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi (Sefano dan Gusmini 2024). Biochar dari sekam padi memiliki struktur mikropori dan mesopori yang mampu menyerap dan menyimpan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah tanpa perlakuan. Selain itu, biochar juga berfungsi sebagai amelioran yang memperbaiki struktur tanah, meningkatkan agregasi tanah, dan menurunkan kepadatan bulk tanah, sehingga mempermudah infiltrasi dan meningkatkan kapasitas lapang (Sefano et al., 2024). Pada perlakuan G dan H, dosis biochar 22,5 ton/ha memberikan jumlah air tertinggi, yang menunjukkan bahwa pada dosis ini, sifat fisik biochar berfungsi optimal dalam meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Penambahan dolomit dalam perlakuan H sedikit menurunkan retensi air dibandingkan tanpa dolomit (G), yang kemungkinan disebabkan oleh reaksi dolomit dalam menaikkan pH tanah secara cepat dan mengubah keseimbangan ion di zona perakaran. Dolomit, sebagai sumber kalsium dan magnesium, juga dapat menyebabkan flokulasi partikel tanah liat secara berlebihan sehingga memperbesar pori-pori makro, yang justru menyebabkan air mudah hilang melalui drainase (Sefano et al., 2025). Hal ini dapat menjelaskan mengapa pada dosis biochar rendah (seperti pada perlakuan D), penambahan dolomit malah menyebabkan penurunan kemampuan menyimpan air dibandingkan dengan tanpa dolomit (perlakuan C). Sebaliknya, pada dosis menengah hingga tinggi, efek negatif dolomit tersebut tampaknya lebih terkompensasi oleh struktur biochar yang dominan. Fakta bahwa perlakuan B (dolomit saja) mampu meningkatkan air tertampung dibandingkan kontrol (A) menunjukkan bahwa dolomit tetap memiliki kontribusi dalam memperbaiki sifat tanah, walaupun tidak seefektif biochar. Efek sinergis antara biochar dan dolomit tampaknya memerlukan proporsi dan dosis yang seimbang agar saling mendukung dalam meningkatkan kualitas tanah. Peran dolomit dalam menetralkan keasaman tanah memang penting bagi efisiensi penyerapan hara, namun dalam konteks retensi air, dominasi struktur pori biochar lebih menentukan (Sefano dan Gusmini, 2024). Oleh karena itu, strategi aplikatif yang mengutamakan peningkatan dosis biochar hingga mencapai ambang optimal seperti pada perlakuan G, baik dikombinasikan atau tidak dengan dolomit, terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas air tanah yang esensial bagi efisiensi pemupukan nitrogen dan ketersediaannya bagi tanaman jagung (*Zea mays* L.). Temuan ini penting tidak hanya dari sudut pandang agronomis, tetapi juga dalam kerangka pengelolaan lahan berkelanjutan, khususnya pada lahan yang rentan terhadap pencucian hara akibat curah hujan tinggi atau irigasi intensif.

3.2 Unsur hara N yang terlarut

N merupakan unsur hara yang paling mobile. N memiliki sifat yang mudah terlarut oleh air. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, unsur hara N yang terlarut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar N terlarut

Perlakuan	Kadar N terlarut (mg/L)
A (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	79,70 b
B (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	1.368,93 ab
C (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	633,87 ab
D (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	155,50 b
E (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	739,67 ab
F (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	580,04 ab
G (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	1.673,33 a
H (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	1.755,07 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Hasil analisis kadar nitrogen (N) terlarut yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat variasi yang cukup signifikan antar perlakuan dalam mempengaruhi tingkat pencucian N. Berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%, diketahui bahwa perlakuan H (22,5 ton/ha biochar + 1,5 ton/ha dolomit) memiliki kadar N terlarut tertinggi sebesar 1.755,07 mg/L dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan G (22,5 ton/ha biochar tanpa dolomit) sebesar 1.673,33 mg/L, keduanya berada dalam kelompok huruf "a". Hal ini menunjukkan bahwa dosis biochar yang tinggi, baik dengan maupun tanpa dolomit, menghasilkan peningkatan signifikan pada jumlah nitrogen yang tercuci. Sebaliknya, perlakuan A (tanpa biochar dan tanpa dolomit) hanya menunjukkan kadar N terlarut sebesar 79,70 mg/L, yang secara statistik berada pada kelompok yang berbeda nyata (huruf "b"), menandakan bahwa pencucian N sangat rendah pada tanah tanpa input amelioran. Perlakuan D (7,5 ton/ha biochar + dolomit) juga menunjukkan kadar N rendah sebesar 155,50 mg/L, yang secara statistik sama dengan kontrol. Menariknya, perlakuan B (dolomit saja) menunjukkan kadar N yang relatif tinggi sebesar 1.368,93 mg/L dan termasuk dalam kelompok "ab", yang mengindikasikan bahwa dolomit sendiri mampu meningkatkan pencucian nitrogen, kemungkinan akibat meningkatnya pH tanah yang mendorong konversi ammonium menjadi bentuk nitrat (NO_3^-) yang lebih mudah tercuci. Pola data ini menunjukkan bahwa pencucian N tidak hanya dipengaruhi oleh kapasitas tanah dalam menahan air (retensi air), tetapi juga oleh bentuk dominan nitrogen dalam tanah dan dinamika kimiawi yang dipicu oleh bahan amelioran. Biochar yang dikenal mampu menjerap amonium dan memperlambat nitrifikasi, dalam dosis tinggi tampaknya tidak mampu mengimbangi dorongan pencucian akibat peningkatan kandungan air yang tersimpan dan daya dorong larutan tanah yang lebih besar. Oleh karena itu, semakin tinggi retensi air oleh biochar (sebagaimana terlihat pada data Tabel 1), maka potensi pencucian N juga semakin besar bila tidak diimbangi oleh pengendalian bentuk nitrogen dan waktu aplikasi pupuk yang tepat. Hal ini menjelaskan mengapa dosis biochar tinggi pada perlakuan G dan H justru menyebabkan pelindian N yang signifikan, dan pentingnya pemahaman holistik terhadap keseimbangan air dan hara dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Perbedaan kadar nitrogen terlarut antar perlakuan erat kaitannya dengan dinamika kimia nitrogen di dalam tanah yang dipengaruhi oleh perubahan pH, kapasitas tukar kation (KTK), dan kondisi kelembaban tanah (Sefano, 2025). Biochar dari sekam padi memiliki permukaan aktif yang tinggi dan mampu mengadsorpsi ion ammonium (NH_4^+), namun efektivitasnya sangat tergantung pada dosis serta karakteristik tanah dan biochar itu sendiri. Pada dosis rendah, biochar berperan sebagai penjerap N yang baik, sehingga pencucian dapat ditekan. Namun, pada dosis tinggi seperti pada perlakuan G dan H, retensi air yang meningkat menciptakan lingkungan yang lebih jenuh air, mempermudah mobilisasi nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) yang bersifat anion dan tidak tertahan oleh permukaan biochar yang dominan bermuatan negatif. Selain itu, penambahan dolomit yang kaya akan kalsium dan magnesium karbonat dapat menaikkan pH tanah secara signifikan (Sefano, 2025). Peningkatan pH ini mempercepat proses nitrifikasi, yaitu konversi dari NH_4^+ menjadi NO_3^- oleh mikroorganisme tanah, sehingga menyebabkan meningkatnya proporsi nitrogen dalam bentuk nitrat yang sangat mudah tercuci, terutama pada tanah dengan porositas tinggi akibat aplikasi biochar. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab mengapa kadar N terlarut pada perlakuan H mencapai puncaknya, karena pengaruh sinergis dari retensi air tinggi dan peningkatan pH akibat dolomit (Verheijen et al., 2010). Sebaliknya, pada perlakuan D, meskipun terdapat biochar dan dolomit, dosis biochar yang rendah tampaknya belum cukup memberikan retensi air yang berarti, sementara peningkatan pH dari dolomit sudah mulai terjadi, sehingga nitrogen berada dalam bentuk nitratan namun belum memiliki daya dorong air yang cukup untuk tercuci dalam jumlah tinggi. Ini juga menjelaskan kadar N terlarut yang tetap rendah dan tidak berbeda nyata dari kontrol. Hasil ini menekankan pentingnya pendekatan terintegrasi dalam pemanfaatan bahan amelioran seperti biochar dan dolomit.

3.3 pH air tertampung

Berdasarkan hasil penelitian, pH air yang tertampung pada pengamatan pertama ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. pH air tertampung

Perlakuan	pH Air
A (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	4.16 a
B (0 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	4.33 ab
C (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	4.59 ab
D (7.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	4.85 ab
E (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	4.43 ab
F (15 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	5.23 ab
G (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 0 ton/ha Dolomit)	5.59 ab
H (22.5 ton/ha Biochar Sekam Padi + 1.5 ton/ha Dolomit)	5.75 b

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Hasil analisis terhadap pH air tertampung yang disajikan dalam Tabel 3 menunjukkan adanya pengaruh nyata, meskipun tidak seluruh perlakuan memperlihatkan perbedaan signifikan secara statistik pada taraf 5%. Perlakuan H (22,5 ton/ha biochar + 1,5 ton/ha dolomit) menunjukkan pH tertinggi yaitu 5,75, dan berada

dalam kelompok berbeda nyata (huruf "b") jika dibandingkan dengan kontrol A (4,16) yang berada pada kelompok huruf "a", yang menandakan adanya perubahan nyata pada reaksi kimia larutan tanah akibat pemberian kombinasi amelioran. Secara umum, terdapat tren peningkatan pH seiring dengan peningkatan dosis biochar, terlebih ketika dikombinasikan dengan dolomit. Perlakuan G (22,5 ton/ha biochar tanpa dolomit) juga menunjukkan pH tinggi yaitu 5,59, meskipun masih termasuk dalam kelompok "ab". Sementara itu, perlakuan dengan dosis biochar dan dolomit yang rendah seperti B dan D hanya menunjukkan sedikit peningkatan pH dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa baik biochar maupun dolomit berkontribusi terhadap peningkatan pH tanah, namun efeknya bersifat dosis-responsif. Biochar dari sekam padi memiliki sifat basa yang berasal dari kandungan abu dan logam alkali (seperti K, Ca, dan Mg), yang bila diaplikasikan dalam jumlah besar akan meningkatkan reaksi tanah menjadi lebih netral (Xu et al., 2012). Sementara dolomit sebagai sumber kalsium dan magnesium karbonat memiliki fungsi utama dalam menetralkan keasaman tanah (Van Zwieten et al., 2010). Kombinasi keduanya memperkuat efek pengapuran sehingga mampu meningkatkan pH larutan tanah secara signifikan. Secara statistik, hasil ini menunjukkan bahwa pemberian amelioran mampu mengurangi tingkat keasaman tanah yang sebelumnya bersifat sangat masam ($\text{pH} < 4,5$) menjadi mendekati netral ($\text{pH} > 5,5$), yang merupakan kondisi optimal bagi banyak mikroorganisme tanah dan ketersediaan hara makro, terutama nitrogen dalam bentuk nitrat (Subowo, 2012). Kenaikan pH ini juga sejalan dengan hasil kadar N terlarut sebelumnya, yang menunjukkan bahwa bentuk nitrogen yang dominan di tanah berubah menjadi nitrat (NO_3^-), bentuk yang lebih mudah tercuci pada pH lebih tinggi.

Peningkatan pH tanah akibat pemberian biochar dan dolomit merupakan respons kimiawi yang sangat penting dalam konteks pengelolaan kesuburan tanah tropis yang umumnya bersifat masam (Ilahi et al., 2025). Biochar, khususnya dari bahan organik seperti sekam padi, memiliki kapasitas penyangga pH yang tinggi berkat adanya senyawa karbon aromatik dan abu mineral yang tersisa dari proses pirolisis. Ketika diaplikasikan ke dalam tanah, biochar dapat menetralkan ion H^+ bebas melalui proses adsorpsi dan reaksi basa-alkali yang dilepaskan dari permukaannya. Di sisi lain, dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) bekerja melalui reaksi netralisasi antara ion karbonat dan H^+ , sehingga menghasilkan peningkatan pH yang lebih konsisten dan sistematis. Kedua bahan ini bila dikombinasikan menghasilkan efek sinergis dalam menaikkan pH, sebagaimana terlihat jelas pada perlakuan H dan G. Namun, peningkatan pH ini juga membawa konsekuensi agronomis dan lingkungan yang penting, yakni perubahan bentuk nitrogen di dalam tanah. Pada pH di bawah 5, nitrogen dominan dalam bentuk amonium (NH_4^+), yang cenderung terikat pada partikel tanah dan tidak mudah tercuci. Sebaliknya, pada pH di atas 5, terjadi peningkatan aktivitas bakteri nitrifikasi (seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) yang mengubah NH_4^+ menjadi NO_3^- . Nitrat ini, meskipun sangat tersedia bagi tanaman, bersifat anion dan tidak dapat diikat oleh kompleks koloid tanah yang bermuatan negatif, sehingga sangat rentan tercuci bersama aliran air. Oleh karena itu, meningkatnya pH akibat perlakuan G dan H tidak hanya meningkatkan ketersediaan nitrogen, tetapi juga meningkatkan kerentanannya terhadap pencucian, sebagaimana dibuktikan oleh kadar N terlarut yang tinggi pada kedua perlakuan tersebut. Fakta bahwa pH tertinggi juga berasosiasi dengan pencucian N tertinggi menunjukkan bahwa strategi

peningkatan pH harus dikombinasikan dengan manajemen pupuk yang presisi agar nitrogen tidak hilang dari sistem. Dalam budidaya jagung yang memiliki fase pertumbuhan cepat dan kebutuhan nitrogen tinggi, peningkatan pH yang tidak disertai penyesuaian dosis dan waktu aplikasi pupuk dapat menyebabkan ketidakefisienan pemupukan (Yulnafatmawita & Yasin, 2018). Dengan demikian, hasil ini mendukung hipotesis bahwa pengaruh efek sisa amelioran tidak hanya berlaku pada aspek fisik tanah (seperti retensi air), tetapi juga membawa dampak kimiawi jangka panjang yang secara langsung memengaruhi dinamika hara, terutama nitrogen. Oleh karena itu, integrasi antara pengapuran, aplikasi biochar, dan manajemen pupuk berbasis waktu dan kebutuhan tanaman menjadi kunci keberhasilan pengelolaan kesuburan tanah tropis secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini tidak hanya menegaskan pentingnya pemilihan dosis dan kombinasi bahan amelioran, tetapi juga memberikan kontribusi penting dalam penyusunan strategi konservasi nitrogen dan mitigasi pencemaran lingkungan akibat kehilangan hara melalui pencucian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kombinasi efek sisa biochar sekam padi dan dolomit memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah air tertampung, kadar nitrogen (N) terlarut, dan pH air yang tertampung pada budidaya tanaman jagung (*Zea mays* L.). Pemberian biochar dalam dosis tinggi (22,5 ton/ha), baik tanpa maupun dengan dolomit 1,5 ton/ha, terbukti mampu meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air, yang tercermin dari jumlah air tertampung tertinggi pada perlakuan G dan H. Hal ini disebabkan oleh sifat biochar yang memiliki porositas tinggi, sehingga mampu meningkatkan retensi air dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, dan mengurangi kehilangan air melalui drainase. Peningkatan retensi air ini juga mendukung efisiensi pemanfaatan hara oleh tanaman. Namun demikian, peningkatan dosis biochar dan dolomit juga secara bersamaan meningkatkan kadar nitrogen terlarut, terutama dalam bentuk nitrat (NO_3^-), sebagai konsekuensi dari peningkatan pH tanah. Hasil tertinggi kadar N terlarut ditemukan pada perlakuan H (22,5 ton/ha biochar + 1,5 ton/ha dolomit), yang menunjukkan bahwa kombinasi amelioran tersebut mempercepat proses nitrifikasi, namun sekaligus meningkatkan risiko pencucian N. Ini diperkuat dengan data pH air tertampung yang menunjukkan peningkatan signifikan pada perlakuan dengan dosis biochar dan dolomit tinggi, menandakan bahwa perbaikan sifat kimia tanah melalui peningkatan pH turut memengaruhi transformasi dan pergerakan unsur hara. Oleh karena itu, penggunaan biochar dan dolomit harus disertai dengan strategi manajemen nitrogen yang adaptif, seperti aplikasi pupuk berjangka (split application) atau penggunaan inhibitor nitrifikasi, agar efisiensi penggunaan nitrogen tetap terjaga dan kehilangan melalui pencucian dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas

- emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543, 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant and Soil*, 337(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0464-5>
- Biederman, L. A., & Harpole, W. S. (2013). Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: A meta-analysis. *GCB Bioenergy*, 5(2), 202–214. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12037>
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 219–230. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>
- Ilahi, R. P., Harianti, M., & Sefano, M. A. (2025). Pengaruh Hasil Metabolit Sekunder PSB (Photosyntethic Bacteria) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 8(1), 22-31.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation* (2nd ed.). Routledge.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B. & Neves, E. G. (2006). Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 1719–1730. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0383>
- Hidayat, A., Haris, A., & Kusuma, Z. (2020). Pengaruh kombinasi dolomit dan biochar terhadap pH tanah, ketersediaan hara, dan pertumbuhan jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 45–52. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.45>
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., & Niandou, M. A. S. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science*, 174(2), 105–112. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e3181981d9a>
- Rondon, M. A., Lehmann, J., Ramírez, J., & Hurtado, M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43(6), 699–708. <https://doi.org/10.1007/s00374-006-0152-z>
- Sefano, M. A., Maira, L., Darfis, I., Yunanda, W. W., & Nursalam, F. (2023). Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada rhizosfir jagung (*Zea mays* L.) dengan pemberian pupuk organik pada ultisol. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 1(1), 31–39. <https://ejournal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/article/view/74>
- Sefano, M. A., Juniarti, J., & Gusnidar, G. (2024). Land Suitability Evaluation For Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) In Nagari Nanggalo, Koto XI Tarusan District, Pesisir Selatan Regency, Indonesia Using GIS-AHP Technique. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 16(2). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v16i2.1246>

- Sefano, M. A., & Gusmini, G. (2024). Efek abu hasil erupsi gunung Marapi dan biochar kulit kopi terhadap perubahan sifat kimia Andisol. *JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)*, 2(2), 102-106.
- Sefano, M. A. (2025). Pertanian Berkelanjutan Berbasis AHP dan Multi-Criteria Decision Analysis: Sebuah Tinjauan Kritis. *Journal Arunasita*, 2(1), 21-34.
- Sefano, M. A. (2025). Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Terhadap Lama Inkubasi Kapur Dolomit Pada Ultisol. *Journal Arunasita*, 2(1), 14-20.
- Sefano, M. A., Monikasari, M., Auliadesti, V., Nabila, Athya, S., Tapiani, W., & Agustian. (2024). Pengamatan Sifat Biologi Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. *Journal Arunasita*, 1(1), 15-23. <https://ejournal.arunasita.com/jasita/article/view/5>
- Siregar, F. A., Suryani, E., & Azizah, N. (2021). Aplikasi Biochar Sekam Padi untuk Meningkatkan Ketersediaan Air dan Hara pada Tanah Masam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 25–34. <https://doi.org/10.25077/jtsl.8.1.25-34.2021>
- Subowo, G. (2012). Penggunaan biochar untuk rehabilitasi lahan pertanian dan mitigasi perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.2015/jsdl.v6i1.293>
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K. Y., Downie, A., Rust, J., ... & Cowie, A. (2010). Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*, 327(1), 235–246. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0050-x>
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van Der Velde, M., & Diafas, I. (2010). Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
- Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H., & Wei, L. (2012). Recent advances in biochar applications in agricultural soils: Benefits and environmental implications. *Clean–Soil, Air, Water*, 40(10), 1093–1098. <https://doi.org/10.1002/clen.201100738>
- Yulnafatmawita, Y., & Yasin, M. (2018). Aplikasi biochar dan dolomit dalam mengelola tanah masam untuk peningkatan hasil jagung. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 15–22. <https://doi.org/10.24843/JAT.2018.v12.i01.p03>