

## **EFEKTIFITAS PENGGUNAAN *HUMIC SUBSTANCE* DENGAN *CARRIER ZEOLIT* DAN BIOCHAR TERHADAP PENINGKATAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*)**

### ***EFFECTIVENESS OF USING HUMIC SUBSTANCE CARRIER ZEOLITE AND BIOCHAR ON INCREASING GROWTH OF CORN PLANTS (*Zea mays*)***

Eka Rahmi\*, Marlina, Reza Fahmi, Sayed Ahmad Zaki Yamani, dan Mariana  
Fakultas Pertanian, Universitas Almuslim, Bireuen, Indonesia  
Email: [ekarahmiatt@gmail.com](mailto:ekarahmiatt@gmail.com)

\* Corresponding Author, Diterima: 29 Sep. 2023, Direvisi: 20 Okt. 2023, Disetujui: 25 Nov. 2023

#### **ABSTRACT**

*Improving soil properties with ameliorant materials such as humic compounds, zeolite and biochar is very necessary to increase plant production. By providing zeolite which has a high CEC, biochar which has pore space (absorbent) as a carrier for humic compounds, it is hoped that the humic compounds can remain in the soil for a longer time. With this mechanism, it is hoped that humic compounds, zeolite and biochar can increase soil efficiency so that they can increase plant growth. The design used was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 7 treatments, namely HZ1 (Humat Zeolite 15 l/ha) and HZ2 (Humate Zeolite 25 l/ha), HB2 (Humate Biochar 25 l/ha) HB1 (Humat Biochar 15 i/ha). The research results showed the additional dose of humic compounds in combination with zeolite had a positive influence on leaf height and width. The HZ2 (Humic Zeolite 25 l/ha) treatment showed the best plant growth and production among the other types of treatment. Zeolite-bearing humic compounds can influence plant growth indirectly through increased photosynthate yield at the start of planting and accelerate plant vegetative growth.*

---

*Key words: Biochar, corn, humic compounds, zeolite*

#### **ABSTRAK**

Perbaikan sifat-sifat tanah dengan bahan amelioran seperti senyawa humat, zeolit dan biochar sangat diperlukan untuk meningkatkan produksi tanaman. Pemberian zeolit yang memiliki KTK tinggi, biochar yang memiliki ruang pori (absorben) sebagai carier senyawa humat diharapkan senyawa humat dapat berada dalam tanah dalam waktu yang lebih lama. Dengan mekanisme tersebut diharapkan senyawa humat, zeolit dan biochar dapat meningkatkan efisiensi hara tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan yaitu HZ1 (Humat Zeolit 15 l/ha) dan HZ2 (Humat Zeolit 25 l/ha), HB2 (Humate Biochar 25 l/ha) HB1 (Humat Biochar 15 l/ha). Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan dosis senyawa humat dengan kombinasi zeolit memberikan pengaruh yang positif terhadap tinggi dan lebar daun. Perlakuan HZ2 (Humat Zeolit 25 l/ha) menunjukkan pertumbuhan dan produksi tanaman paling baik diantara jenis perlakuan yang lain. Senyawa humat carrier zeolit dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara tidak langsung melalui hasil fotosintat yang meningkat di awal penanaman akan mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman.

---

Kata kunci: Biochar, jagung, senyawa humat, zeolit

## 1. PENDAHULUAN

Pengelolaan tanah secara intensif dapat mengakibatkan degradasi dan penurunan kualitas tanah-tanah pertanian tanpa adanya pengembalian bahan organik kedalam tanah (Bekier *et al.*, 2023). Pengembalian sisa tanaman untuk meningkatkan kadar bahan organik tanah masih jarang dilakukan oleh petani. Hal ini disebabkan karena pengandaan dan pemberian bahan organik yang cukup besar (kisaran ton per ha) merupakan salah satu kesulitan bagi petani (Subowo, 2010). Melihat permasalahan tersebut perlu dikembangkan alternatif dalam rangka mempermudah aplikasi bahan organik, yaitu ekstraksi bahan tersebut menjadi senyawa humat (Rahmi *et al.*, 2022).

Senyawa humat merupakan bahan organik terhumifikasi yang dicirikan oleh strukturnya yang kompleks, bobot molekul yang tinggi, resisten terhadap dekomposisi (Rashad *et al.*, 2022). Menurut (Hayes *et al.*, 2020; Ren *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2004) senyawa humat dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui meningkatkan permeabilitas sel, dan meningkatkan penyerapan air.

Pemberian dalam jumlah sedikit senyawa humat membutuhkan pembawa atau carrier untuk aplikasinya. Bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembawa (carrier) ialah zeolit (Suwardi, 2012) dan biochar. Zeolit merupakan bahan yang potensial dijadikan carrier karena zeolite memiliki struktur berongga sehingga memiliki kemampuan dalam menyerap bahan yang bersifat cair (Ngapa, 2017) sehingga dapat menyerap senyawa humat dan melepaskannya secara perlahan ke kompleks tanah. Selain itu zeolit juga memiliki nilai kapasitas tukar kation yang tinggi (120-180 me/100g) sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Suwardi, 2012). Selain zeolit, biochar juga memiliki ruang pori yang berfungsi sebagai pengikat dan penyimpanan unsur hara yang dibutuhkan tanaman sehingga tidak mudah tercuci (Jilkova & Angst 2022). Ketersediaan hara akibat pemberian biochar terjadi melalui tiga mekanisme yaitu (1) suplai hara langsung dari biochar (Haider *et al.*, 2022), (2) kemampuan biochar meretensi hara, dan (3) biochar mempunyai sifat porous yang memungkinkan menjadi habitat yang baik bagi mikroorganisme dalam tanah (Novak, *et al.*, 2012; Shixian, Q, *et al.*, 2023).

Bahan humat dengan carrier zeolit dan biochar sangat berpotensi menjadi alternatif bahan pembenah tanah yang mudah diaplikasikan

dilapangan. Dibandingkan dengan penggunaan bahan organik secara konvensional. Penelitian ini dilakukan untuk mengamati pengujian respon pengaruh pemberian senyawa humat dengan carrier zeolit dan biochar terhadap stimulasi pertumbuhan tanaman jagung.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian dan di kebun percobaan Fakultas pertanian Universitas Almuslim. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahap yaitu: Karakterisasi mineral zeolit, biochar dan senyawa humat, formulasi bahan ameliorasi, karakteristik adsorpsi zeolit dan biochar terhadap senyawa humat.

### 2.1 Formulasi Senyawa Humat dengan Carrier Zeolit dan Biochar

Pada tahap formulasi ini dilakukan dengan mempersiapkan semua bahan-bahan yang dibutuhkan yaitu senyawa humat, zeolit, dan biochar. masing-masing bahan zeolit dan biochar ditimbang sebanyak 399.97 gram Za dan BC dicampur dengan 50 ml humat pekat diaduk sedikit demi sedikit dengan cara diaduk hingga bahan tercampur rata. Hasil *blending* ini berupa pasta yang selanjutnya digranulasikan dengan mesin granulator skala laboratorium (Gambar1) dan dikeringkan dengan *dryer* dan *dioven* pada suhu  $\leq 60^{\circ}\text{C}$  dengan kisaran waktu 15-30 menit.

### 2.2 Karakterisasi Mineral Zeolit

Parameter karakterisasi mineral zeolit yang dianalisis meliputi karakteristik fisik dan karakteristik kimia. Karakteristik fisik yaitu struktur morfologi permukaan mineral zeolit dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Karakteristik kimia dianalisis pH  $\text{H}_2\text{O}$  dengan menggunakan pH Elektroda, kadar air dengan menggunakan Gravimetrik dan KTK dengan menggunakan Ekstrak  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N, pH 7.

### 2.3 Karakteristik Senyawa Humat dan Biochar

Parameter karakterisasi senyawa humat yang dianalisis meliputi pH, EC, BD, persen padatan dan padatan senyawa humat. Parameter karakteristik biochar yang dianalisis meliputi kadar abu, pH, EC, morfologi permukaan dan total volume pori.



Gambar 1. Tahap Granulasi Humat Skala Laboratorium

## 2.4 Karakteristik Adsorpsi Zeolit dan Biochar terhadap Senyawa Humat

Adsorpsi zeolit dan biochar terhadap bahan humat dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu humat yang teradsorpsi ditentukan dari kehilangan bobot. pada tahap ini zeolit dan biochar 100 mesh sebanyak 10 gram diinkubasi dengan bahan humat dosis 1, 5, dan 10 ml (masing-masing dosis humat diencerkan menjadi 100 ml) selama 24 jam. Kocok campuran zeolit dan bahan humat tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam sentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit, oven selama 24 jam. Hasilnya dilakukan pemisahan antara padatan dan larutan. Lakukan analisis bahan humat yang tersisa. Kadar bahan humat yang teradsorpsi sama dengan kadar bahan humat sebelum adsorpsi dikurangi kadar bahan humat setelah adsorpsi.

## 2.5 Aplikasi Senyawa Humat pada Tanaman Jagung

Percobaan penanaman tanaman jagung dengan penambahan senyawa humat carrier zeolit dan biochar dilakukan di kebun percobaan. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan seperti yang terlihat pada Tabel 1. Masing-masing

perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga secara keseluruhan terdapat 21 satuan percobaan.

Parameter pertumbuhan tanaman jagung yang diamati adalah parameter vegetatif yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun. Pengukuran dilakukan setiap seminggu sekali selama tiga minggu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Fisik Senyawa Humat Carrier Zeolit dan Biochar

Hasil formulasi senyawa humat beserta carrier zeolit dan biochar dapat dilihat pada Gambar 2. Formulasi yang dihasilkan berbentuk granula dengan ukuran butir 2–4 mm, memiliki warna kecoklatan. Sedangkan formulasi senyawa humat dengan carrier biochar memiliki ukuran granulasi yang lebih kecil yaitu 1,5–3mm dan berwarna hitam. Warna coklat gelap dan hitam dari masing-masing bahan ini berasal dari warna senyawa humat yang secara homogen tercampur dengan zeolite dan biochar.

### 3.2 Karakteristik Fisik Mineral Zeolit, Biochar dan Senyawa Humat

Hasil analisis SEM zeolite Gambar 3a menunjukkan zeolit berbentuk *platy* (lembaran)

Tabel 1. Perlakuan Dosis Humat yang Diujikan pada Tanaman Jagung

| Perlakuan | Dosis    |                |          |
|-----------|----------|----------------|----------|
|           | liter/ha | kg/liter Humat | gram/pot |
| H0        | 0        | 0              | 0        |
| H0Z       | 0        | 10             | 0.64     |
| H0B       | 0        | 20             | 1.28     |
| HZ1       | 15       | 10             | 3.20     |
| HZ2       | 25       | 20             | 6.40     |
| HB1       | 15       | 10             | 3.20     |
| HB2       | 25       | 20             | 6.40     |

Keterangan : H menunjukkan senyawa humat; Z menunjukkan Zeolit; dan B menunjukkan Biochar

secara struktur dan morfologi kristal zeolitnya. Dari hasil SEM ini perlu dilakukan pemurnian untuk mendapatkan kristal zeolit yang lebih baik dan homogen pada kristal yang terbentuk dan dapat terlihat pori-pori dari zeolit. Berdasarkan Gambar 3b hasil analisis SEM terlihat morfologi permukaan biochar memiliki ruang-ruang pori yang cukup jelas hal ini mengindikasikan biochar dapat menjadi adsorben yang baik bagi bahan yang lain. Hal ini sesuai dengan pendapat Maguey 2023 semakin banyaknya ketersediaan ruang pori, maka akan berpengaruh terhadap potensinya sebagai carrier suatu senyawa.

Bentuk morfologi senyawa humat dari lignite berupa keping granuler terpisah yang lebih amorf. Bentuk bongkahan dan permukaannya kasar seperti ini karena senyawa humat masih diselubungi oleh senyawa humin, disamping kontaminan bahan anorganik dari asam humat terutama  $\text{SiO}_2$  (Lu *et al.*, 2020).

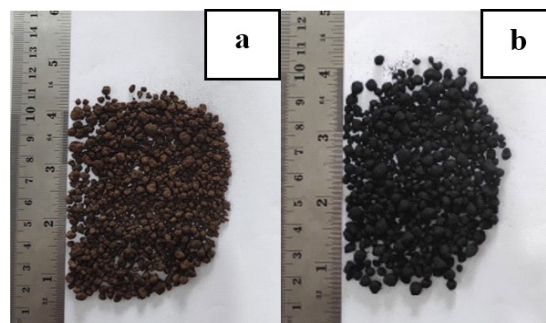
### 3.3 Karakterisasi Sifat Kimia Mineral Zeolit, Biochar dan Senyawa Humat

#### 3.3.1 Karakteristik kimia mineral zeolite

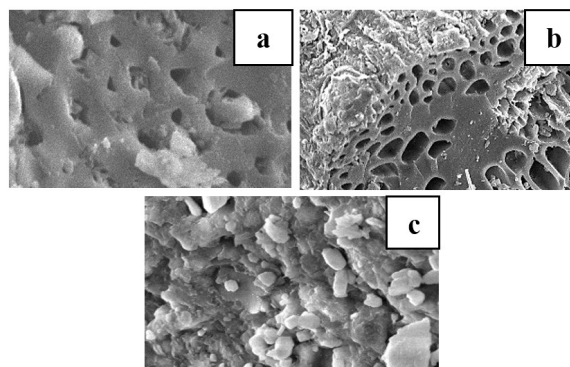
Kapasitas Tukar Kation, Kandungan nilai pH dan Kejenuhan Basa, dari mineral zeolit dapat dilihat pada Gambar 4 Nilai KTK dari mineral zeolit cukup tinggi yaitu 125,87 me/100g. Semakin tinggi KTK yang dihasilkan maka semakin banyak muatan negatif yang terbentuk. Hal ini dikarenakan proses substitusi isomorfik, Al akan menghasilkan kelebihan muatan negatif.

Muatan negatif terjadi pada struktur zeolit dikarenakan penggantian ion bervalensi tiga ( $\text{Al}^{3+}$ )

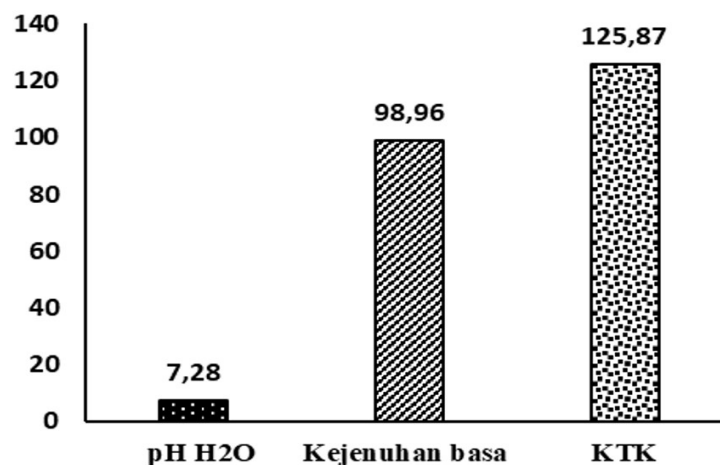
menjadi ion bervalensi empat ( $\text{Si}^{4+}$ ). Kation dari golongan alkali maupun alkali tanah seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$  dapat menetralkan muatan ini (Piccolo *et al.*, 2023). Tingginya nilai KTK dari zeolit menyebabkan zeolit dapat digunakan sebagai bahan carrier (pembawa).



Gambar 2. Hasil Formulasi Senyawa Humat dengan Carrier (A) Zeolit dan (B) Biochar



Gambar 3. Hasil SEM dari berbagai sumber bahan (a) Zeolite (b) biochar (c) senyawa humat Lignite



Gambar 4. Karakteristik Kimia Senyawa Zeolit

Tabel 2. Karakteristik Kimia Mineral Zeolit

| Kation-Kation Basa Zeolit | Total (me/100 g) |
|---------------------------|------------------|
| K                         | 4,31             |
| Na                        | 5,15             |
| Ca                        | 102,52           |
| Mg                        | 10,51            |

Kejenuhan Basa (KB) merupakan persentase jumlah kation-kation alkali/ basa yang terkandung dalam zeolit berbanding kapasitas tukar kation zeolit tersebut. Kejenuhan basa yang meningkat disebabkan oleh kecenderungan meningkatnya kation yang dapat dipertukarkan seperti Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd. Pada penelitian ini peningkatan kejenuhan basa diduga disebabkan oleh zeolit yang digunakan merupakan zeolit penyumbang Ca-dd, terutama zeolit tipe mordenit yang kaya akan kandungan Ca. Tingkat kemurnian dapat memengaruhi besar kecilnya nilai kejenuhan basa pada zeolit alam (Sun *et al.*, 2023; Ginting, *et.al* 2007) apabila masih terdapat pengotor berupa mineral lain, Zeolit memiliki tingkat kemurnian yang rendah. Menurut (Sharma *et al*, 2022) sifat alkali pada pembentukan zeolit alam dipengaruhi oleh lingkungan dimana zeolit terbentuk.. Asosiasi dengan mineral-mineral tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pembentuknya.

Presentase kejenuhan basa ini juga berbanding lurus dengan pH. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sohi, *et al.*, 2009) persentase kation basa dan pH terdapat korelasi yang nyata. Secara umum jika nilai kadar basa tinggi maka pH nya juga tinggi. Hal ini karena kejenuhan basa mencerminkan perbandingan kation basa dengan kation masam (H,

Al dan Fe). Jika semakin besar konsentrasi kation basa maka konsentrasi kation masam semakin rendah atau pH-nya semakin tinggi. Zeolit memiliki nilai pH yang tinggi sehingga tergolong kedalam bahan yang bersifat alkali (Zijun *et al.*, 2021).

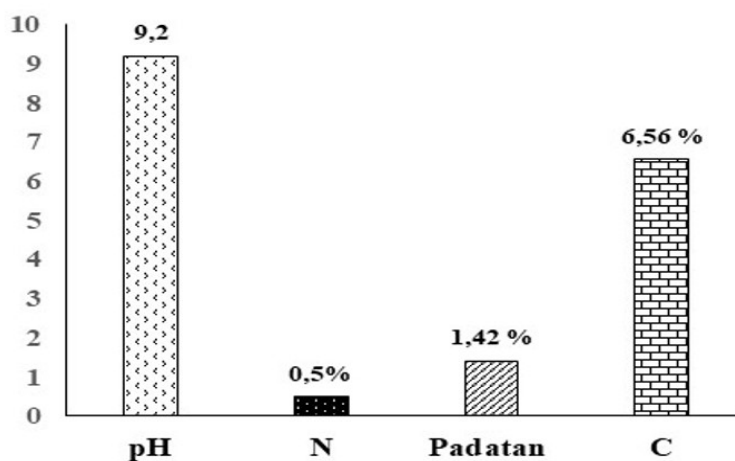
### 3.3.2 Karakteristik kimia biochar

Hasil analisis kadar abu biochar (Gambar 5) menunjukkan bahwa kadar abu biochar adalah sebesar 3,52%. Kadar abu biochar ditentukan oleh hasil dari proses dekomposisi termal yang terjadi dan kandungan mineral bahan baku tersebut. Setiap bahan baku memiliki kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin yang berbeda-beda. Semakin banyak hemiselulosa dan selulosa yang ada dari suatu bahan baku maka semakin tinggi kadar abunya dari hasil proses dekomposisi termal yang telah terjadi. Kadar abu dari penelitian ini tergolong kecil karena berasal dari bahan batok kelapa yang memiliki komposisi lignin lebih tinggi. Selain itu (Zhang, X *et.al* 2022) menyatakan, komponen utama penyusun abu dari tanaman adalah Ca, K, Mg dan silika (Si).

Nilai pH dari biochar (Tabel 3) adalah sebesar 5,45. Nilai tersebut termasuk kedalam pH mendekati netral. Terdapat korelasi positif antara

Tabel. 3 Karakteristik Kimia Biochar

| Parameter                | Karakteristik Biochar |
|--------------------------|-----------------------|
| Kadar Abu (%)            | 3,52                  |
| pH                       | 5,45                  |
| C (%)                    | 58,46                 |
| Total Volume Pori (cc/g) | 0,11                  |



Gambar 5. Karakteristik Kimia Senyawa Humat

antara pH dengan kadar abu biochar. Menurut (Basinas, *et al.*, 2023; Sahoo, *et al.*, 2021) alkalinitas biochar meningkat dengan meningkatnya suhu pirolisis.

Berdasarkan data Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar Carbon (C) biochar adalah sebesar 58,46 %. Komposisi bahan baku biochar (hemiselulosa, selulosa, dan lignin) yang berbeda-beda akan mengalami dekomposisi termal yang beragam yang menyebabkan kadar C (C-total) berbeda. Tinggi dan rendahnya kadar C biochar ini memengaruhi kadar abu biochar tersebut (Gambar 6). Menurut (Cheng, *et al.*, 2021) semakin rendahnya kadar abu biochar jika kadar C semakin tinggi. Karakteristik total volume pori biochar yaitu 0,11 cc/g besaran volume pori dari biochar memungkinkan banyaknya bahan yang dapat diabsorpsi oleh biochar.

### 3.3.3 Karakteristik kimia senyawa humat

Persentase karbon (C) dan N yang terlihat pada Gambar 5 menunjukkan kandungan C yang cukup tinggi dibandingkan dengan N. Tingginya persentase C dari senyawa humat disebabkan karena 95% kandungan senyawa humat merupakan bahan organik, selain itu bahan organik yang terbentuk dari deposisi batang, ranting, dan akar yang cukup besar sehingga membutuhkan waktu relatif lebih lama untuk terdekomposisi.

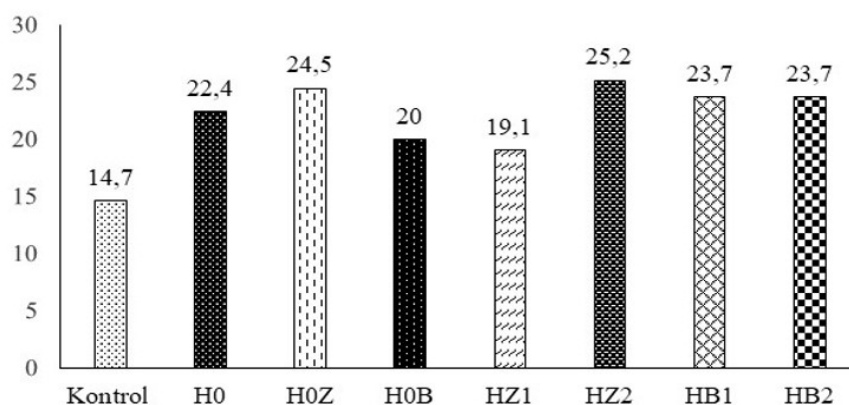
Senyawa humat merupakan bahan organik terhumifikasi terdiri dari senyawa kompleks yang terbentuk selama proses dekomposisi jaringan tanaman dan hewan. Hal ini menyebabkan senyawa humat resisten terhadap pelapukan. Persentase padatan senyawa humat adalah sebesar 6.56 %. Senyawa humat memiliki nilai pH yang tinggi sehingga tergolong kedalam bahan yang bersifat alkali.

### 3.4 Kemampuan Adsorpsi Zeolit dan Biochar terhadap Senyawa Humat

Pada penelitian ini dilakukan analisis adsorpsi zeolit terhadap senyawa humat untuk mengetahui terlebih dahulu besarnya kemampuan zeolit menyerap senyawa humat sebelum digunakan sebagai *carrier* senyawa humat. Kemampuan zeolit alam menyerap senyawa humat pada berbagai dosis disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis menunjukkan bahwa daya jerap zeolit cenderung meningkat seiring peningkatan jumlah senyawa humat (ml) per 10 gram zeolit. Peningkatan terjadi saat jumlah senyawa humat meningkat dari 1 ml/10 g zeolit menjadi 5 ml/10 gram zeolit, kemudian sedikit meningkat ketika penambahan senyawa humat meningkat 10 ml/10 gram zeolit. Hal ini berarti, kemampuan adsorpsi optimum zeolit terhadap senyawa humat yaitu pada jumlah 5 ml senyawa humat/10 gram zeolit. menyatakan zeolit alam memiliki afinitas yang sangat kecil terhadap senyawa humat karena interaksi dipol antara zeolit alam lebih kuat dengan air. Pada proses penyerapan ini dipengaruhi oleh muatan baik dari adsorben maupun adsorbat. Pada saat senyawa humat bergabung dengan zeolit yang memiliki pH cenderung tinggi (Tabel 4), maka akan berpengaruh terhadap disosiasi gugus yang bersifat asam pada

Tabel 4. Adsorpsi Zeolit dan Biochar terhadap Senyawa Humat

| Dosis humat (%) | % Adsorpsi Zeolit | % Adsorpsi Biochar |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| 1               | 3.03              | 5.34               |
| 5               | 7.32              | 15.53              |
| 10              | 7.98              | 16.89              |



Gambar 6. Bagan Tinggi Tanaman pada Minggu Pertama Setelah Tanam

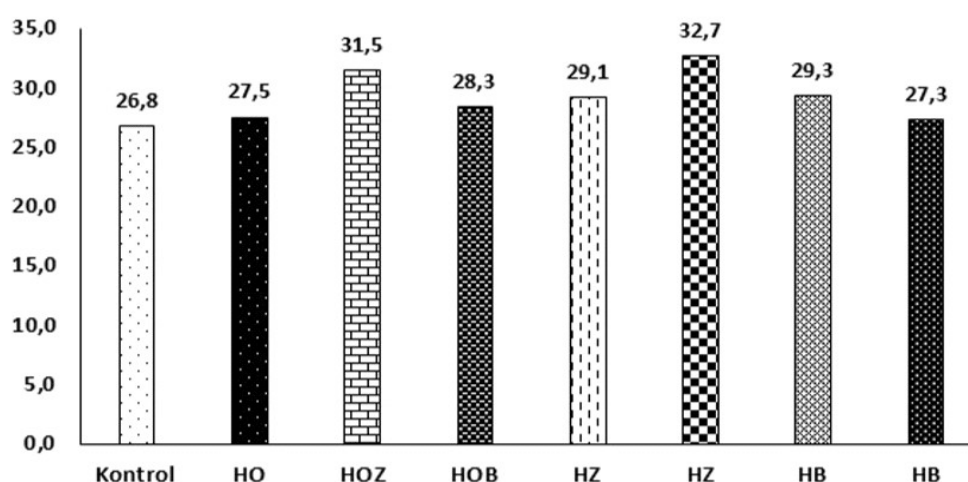
senyawa humat. Menurut (Piccolo et al., 2023) disosiasi proton dari gugus fungsional yang bersifat asam tersebut melemahkan ikatan hidrogen dan meningkatkan muatan gugus fungsional senyawa humat tersebut.

Besaran nilai jerapan biochar terhadap senyawa humat pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai absorsi biochar terhadap senyawa humat lebih tinggi bila dibandingkan dengan zeolit. Hal ini dikarenakan jumlah total volume pori yang tinggi pada biochar, data ini juga sejalan dari hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* yang mana terlihat bentuk permukaan biochar memiliki pori-pori yang jelas yang berguna sebagai absorben. Menurut Satriawan & Handayanto, 2015 persentase penyerapan air lebih banyak jika dilakukan pemberian biochar tempurung kelapa dibandingkan dengan biochar dari bahan baku lainnya. Penambahan biochar dapat meningkatkan kemampuan dalam penyerapan air. Hal ini sesuai dengan penelitian Taer, et al., 2015

bahwa ukuran karbon aktif atau biochar mempengaruhi besar kecilnya daya serap.

### 3.5 Pengaruh Pemberian Senyawa Humat Carrier Zeolit dan Biochar terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Pengaruh pemberian bahan humat terhadap tinggi tanaman jagung pada minggu pertama setelah tanam (MST) dapat dilihat pada Gambar 6. pertumbuhan tinggi tanaman jagung akibat aplikasi senyawa humat carier zeolit dan biochar memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tinggi tanaman mulai dari perlakuan H0 sampai HB2. Pertumbuhan tertinggi tanaman jagung terdapat pada perlakuan HZ2 (Humat Zeolit dengan dosis 25 l/ha). Dilihat dari pola pertumbuhan pengamatan minggu kedua, dimana pada minggu kedua terjadi peningkatan persentase perkembangan lebar daun pada perlakuan HB2 (Humat Biochar 25 l/ha) yaitu dari 3,67 cm menjadi 5,00 cm. sedangkan



Gambar 7. Bagan Tinggi Tanaman pada Minggu Kedua Setelah Tanam

Tabel 5. Rata-rata Lebar Daun dan Jumlah Daun pada Minggu Pertama dan kedua Setelah Tanam

| Perlakuan | Pengamatan ke- 1 MST |                     | Pengamatan ke- 2 MST |                     |
|-----------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|           | Lebar Daun (cm)      | Jumlah Daun (helai) | Lebar Daun (cm)      | Jumlah Daun (helai) |
| Kontrol   | 3,00                 | 1,20                | 4,33                 | 1,70                |
| HO        | 3,67                 | 1,27                | 4,00                 | 1,50                |
| HOZ       | 3,67                 | 1,33                | 4,67                 | 3,67                |
| HOB       | 3,67                 | 1,23                | 4,67                 | 1,27                |
| HZ        | 4,00                 | 1,33                | 4,00                 | 1,23                |
| HZ        | 4,00                 | 1,37                | 5,00                 | 2,00                |
| HB1       | 4,00                 | 1,43                | 5,00                 | 1,77                |
| HB2       | 3,67                 | 1,30                | 5,00                 | 1,87                |

pada perlakuan HZ1 minggu pertama dan minggu kedua tidak terjadi peningkatan perkembangan lebar daun. Sementara perlakuan lainnya semua terjadi peningkatan perkembangan lebar daun.

Pertumbuhan jumlah daun akibat perlakuan senyawa humat terdapat perbedaan jumlah daun, dimana jumlah daun antar perlakuan, dimana daun terbanyak terdapat pada perlakuan HB1 (Humat Biochar 15 l/ha) sedangkan pada minggu kedua perlakuan H0Z (humat zeolite) yang menunjukkan jumlah daun terbanyak, artinya terjadi peningkatan pertumbuhan yang berkali lipat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Respon tanaman terhadap senyawa humat zeolit lebih baik dan dapat meningkatkan jumlah daun yang lebih banyak pada waktu yang bersamaan.

Rata-rata pengamatan jumlah daun pada minggu pertama yang terbanyak terdapat pada HB1 dengan dosis aplikasi sebanyak 15 l/ha dengan jumlah daun sebanyak 1,43 helai, sedangkan yang terendah terdapat pada Pada H0B dengan jumlah daun sebanyak 1,27 helai.

#### 4. KESIMPULAN

Kemampuan adsorpsi biochar terhadap senyawa humat lebih tinggi bila dibandingkan dengan zeolit. Besaran adsorpsi biochar terhadap senyawa humat adalah 16.89 %. Absorpsi optimum zeolit dan biochar terhadap senyawa humat terdapat pada perlakuan 5 ml senyawa humat/10 gram zeolit dan biochar. Pemberian senyawa humat carrier zeolit dan biochar berpengaruh positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan). Pemberian senyawa humat carrier zeolit dengan dosis 25 liter/ha (HZ2) cenderung paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung ditandai dengan stimulasi lebar daun, dan jumlah daun yang lebih baik.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih berisi ucapan terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan hibah DRTPM yang telah membiayai penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

Basinas, P., Rusín, J., Chamrádová, K., & Kaldis, S. P. 2023. Pyrolysis of the anaerobic digestion solid by-product: characterization of digestate

decomposition and screening of the biochar use as soil amendment and as additive in anaerobic digestion. *Energy Conversion and Management*, 277, 116658.

Bekier, J., Jamroz, E., Walenczak, B., K., & Uœci³a, M. 2023. Soil Organic Matter Composition in Urban Soils: A Study of Wroc³aw Agglomeration, SW Poland. *Sustainability*, 15(3), 2277.

Chen Y, Nobili MD, Aviad T. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: Magdoff F, Weil RR, editor. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. Florida (US): CRC Press.

Cheng, N., Wang, B., Wu, P., Lee, X., Xing, Y., Chen, M., & Gao, B. 2021. Adsorption of emerging contaminants from water and wastewater by modified biochar: A review. *Environmental Pollution*, 273, 116448.

Ginting A Br, Anggreni D, Indaryati S, Kriswarini R. 2007. Karakterisasi komposisi mineral kimia, luas permukaan pori, dan sifat termal dari zeolit Bayah, Tasikmalaya, dan Lampung. *J Tekn.* 3(1):1907–2635

Haider, F. U., Coulter, J, A. Liqun, C. A. I, Hussain. S, Cheema, S. A, Jun, W. U, & Zhang, R. 2022. An overview on biochar production, its implications, and mechanisms of biochar-induced amelioration of soil and plant characteristics. *Pedosphere*, 32(1), 107-130.

Hayes, M. H., & Swift, R. S. 2020. Vindication of humic substances as a key component of organic matter in soil and water. *Advances in Agronomy*, 163, 1-37.

Jílkova, V., & Angst, G. 2022. Biochar and compost amendments to a coarse-textured temperate agricultural soil lead to nutrient leaching. *Applied Soil Ecology*, 173, 104393.

Lu, Y, Liang, Y, Liu, F, Wang, Z, Shi, Z. Nano Scale Visualization of Enhanced Adsorption and Distribution of Humic Acid on Hematite: Effect of Pb(II) Ions. *Chemical Geology*, 2020, 541, 119573.

Maguey, G, Nava. R., Gómez, R. Ángeles, M. D. L., Solís-Cruz, B., Hernández-Patlán, D, & Méndez-Albores, A. 2023. Humic Acids preparation, characterization, and their potential adsorption capacity for aflatoxin B1 in an in vitro poultry digestive model. *Toxins*, 15(2), 83.

Muscolo, A., Pizzeghello, D., Francioso, O., Sanchez Cortes, S., & Nardi, S. 2020. Effectiveness

- of humic substances and phenolic compounds in regulating plant-biological functionality. *Agronomy*, 10(10), 1553
- Nardi, S., Schiavon, M., & Francioso, O. 2021. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules*, 26(8), 2256.
- Ngapa, Y. D. 2017. Kajian pengaruh asam-basa pada aktivasi zeolit dan karakterisasinya sebagai adsorben pewarna biru metilena. *JKKP (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 2(2), 90-96
- Novak, J. M. Busscher, W. J. Watts, D. W. Amonette, J. E. Ippolito, J. A. Lima, I. M. Schomberg, H. 2012. Biochars impact on soil-moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Science*, 177(5), 310-320.
- Piccolo, A. García-Díaz, C., Cozzolino, V., Drosos, M., Scopa, A., & Valentini, M. 2023. Varying the hydrophobicity of humic matter by a phase-transfer-catalyzed O-alkylation reaction. *Chemosphere*, 313, 137599.
- Rahmi, E., & Satriawan, H. 2022. Soil amelioration using several types of humic substances extracted from andisol, spodosol, peat and lignite to increase the growth of corn plants (*Zea mays*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1115, No. 1, p. 012089). IOP Publishing.
- Rashad, M., Hafez, M., & Popov, A. I. 2022. Humic substances composition and properties as an environmentally sustainable system: A review and way forward to soil conservation. *Journal of Plant Nutrition*, 45(7), 1072-1122.
- Ren, H., Islam, M. S., Wang, H., Guo, H., Wang, Z., Qi, X & Li, B. 2022. Effect of humic acid on soil physical and chemical properties, microbial community structure, and metabolites of decline diseased bayberry. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 14707.
- Sahoo, S. S., Vijay, V. K., Chandra, R., & Kumar, H. 2021. Production and Production and characterization of biochar produced from slow pyrolysis of pigeon pea stalk and bamboo. *Cleaner Engineering and Technology*, 3, 100101.
- Satriawan, B.D., dan Handayanto, E., 2015, Effects of Biochar and Crop Residues Application on Chemical Properties of A Degraded Soil of South Malang, and Uptake By Maize, *Journal of Degraded and Mining Lands*, vol. 2, no. 2, pp. 271-281.
- Sharma, V., Javed, B., Byrne, H., Curtin, J., & Tian, F. 2022. Zeolites as carriers of nano-fertilizers: From structures and principles to prospects and challenges. *Applied Nano*, 3(3), 163-186.
- Shixian, Q. Xuerong, Z. Yukui, F. Biao, S. Huchuan, Y. Zhexin, C. Qian, S. Haoyang, Y. Lei, & Q. Cui L. 2023. Biochar-compost as a new option for soil improvement: Application in various problem soils. *Science of The Total Environment*. Vol. 870. 162024.
- Sohi S, Lovez CE, Krull E, Bol R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. *CSIRO land and water science Report series*. pp 1834-6618.
- Sun, L., Li, S, Gong, P, Song, K, Zhang, H, Sun, Y & Xue, Y. 2022. Stabilization of zinc in agricultural soil originated from commercial organic fertilizer by natural zeolite. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (3), 1210.
- Subowo, G. 2010. Strategi efisiensi penggunaan bahan organik untuk kesuburan dan produktivitas tanah melalui pemberdayaan sumberdaya hayati tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 4(1).
- Suwardi. 2012. Zeolit sebagai karier bahan humat untuk peningkatan produksi tanaman pangan dan perkebunan. Prosiding Kongres Nasional HITI X. 2012 Des 6-8. Surakarta, Indonesia. Surakarta (ID).
- Taer, E., Aiman, S., Sugianto, S., dan Taslim, R., 2015, Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa Sebagai Alat Kontrol Kelembapan, Prosiding Seminar Nasional Fisika, Pekanbaru, vol. 4, pp. 89-92.
- Zijun, Z., Effeney, G., Millar, G. J., & Stephen, M. 2021. Synthesis and cation exchange capacity of zeolite W from ultra-fine natural zeolite waste. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101595.
- Zhang, X., Li, L., & Xu, F. 2022. Chemical characteristics of wood cell wall with an emphasis on ultrastructure: A mini-review. *Forests*, 13(3), 439.