

**APLIKASI BIOCHAR SEKAM PADI TERHADAP  
PENINGKATAN PH TANAH LAHAN PASANG SURUT DI  
DESA TANJUNG BUKA SP 8**

**SKRIPSI**



**OLEH :  
JULKANIOR  
NPM 202131004**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS KALTARA  
TANJUNG SELOR  
2024**

## DAFTAR ISI

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                       | <b>i</b>  |
| <b>I. PENDAHULUAN.....</b>                   | <b>1</b>  |
| 1.1. Latar Belakang .....                    | 1         |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                   | 3         |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                  | 3         |
| 1.4. Hipotesis .....                         | 4         |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>            | <b>5</b>  |
| 2.1. Profil Desa Tanjung Buka .....          | 5         |
| 2.2. Lahan Pasang Surut.....                 | 6         |
| 2.3. Biochar .....                           | 9         |
| 2.3.1 Pengertian Biochar .....               | 10        |
| 2.3.2 Fungsi Biochar .....                   | 11        |
| 2.3.3 Kandungan Biochar.....                 | 13        |
| 2.3.4 Karakteristik Biochar Sekam Padi ..... | 15        |
| 2.3.5 Manfaat Biochar.....                   | 17        |
| 2.3.6 Cara Pembuatan Biochar Sekam Padi..... | 20        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                  | <b>22</b> |

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Teknologi pertanian telah berkembang sangat lama, bahkan sejak munculnya pertanian itu sendiri. Teknologi penggunaan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang telah diterapkan sejak 2300 tahun SM (Fitzpatrick et al., 2005). Salah satu inovasi yang semakin populer dalam pertanian modern adalah biochar—hasil pirolisis biomassa yang telah digunakan dalam berbagai sistem pertanian tradisional. Di Lembah Amazon, misalnya, penerapan biochar menghasilkan tanah hitam (*terra preta*), yang dikenal mampu meningkatkan kesuburan tanah yang kurang subur (Barrow, 2012). Teknologi serupa ditemukan pula di berbagai wilayah seperti Baltik Jerman dan Sub-Sahara Afrika (Thiele-Bruhn et al., 2014; Solomon et al., 2016).

Biochar, atau yang dikenal juga dengan biomassa charcoal, merupakan arang berpori yang dihasilkan melalui proses konversi bahan organik seperti kayu atau limbah pertanian, dengan metode pembakaran tidak sempurna atau melalui pembatasan suplai oksigen (pirolisis). Biochar dapat didefinisikan sebagai bahan organik padat yang dihasilkan melalui pemrosesan termo-kimia biomassa dalam kondisi terbatas oksigen (Gonzaga et al., 2017). Berbeda dengan arang yang digunakan sebagai bahan bakar atau filter, biochar sengaja diterapkan pada tanah untuk meningkatkan sifat fisik dan kimianya (Lehmann & Joseph, 2009). Biochar memiliki komposisi kaya karbon yang sangat stabil dan tidak mudah terdegradasi. Selain itu, komponen anorganiknya mengandung mineral seperti kalsium (Ca),

magnesium (Mg), kalium (K), dan karbonat anorganik yang tergantung pada jenis bahan bakunya (Rajaphaksa et al., 2016).

Penerapan biochar dalam pertanian tidak hanya terbatas pada daerah-daerah tersebut, tetapi juga telah dikenal sebagai kearifan lokal di beberapa negara. Di Sub-Sahara Afrika, petani menambahkan berbagai limbah organik seperti abu, arang, dan sisa-sisa dari pengolahan minyak sawit untuk meningkatkan kualitas tanah (Solomon et al., 2016). Penggunaan biochar yang berasal dari pembakaran kayu secara terkendali, atau sebagai produk sampingan dari kegiatan memasak, telah diterapkan lebih dari 150 tahun di Dunia Barat (Schmidt et al., 2021).

Seiring berjalannya waktu, pemanfaatan biochar untuk perbaikan kualitas tanah terus berkembang, baik dari segi metode pembuatan maupun formulasi bahan baku yang digunakan. Penerapan biochar untuk lahan pertanian memberikan manfaat dalam meningkatkan pH tanah dan memperbaiki sifat-sifat tanah lainnya yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Banyak penelitian yang melaporkan bahwa aplikasi biochar berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang sekaligus memberikan dampak positif terhadap produksi tanaman pada tahun berjalan (Schmidt et al., 2021).

Salah satu jenis biochar yang sering digunakan untuk pembenahan tanah adalah biochar dari sekam padi. Pemberian biochar sekam padi pada tanah Ultisol, khususnya pada tanah dengan jenis Typic Kanhapludult, dengan dosis tinggi telah terbukti memberikan dampak positif. Perlakuan ini dapat menurunkan berat isi dan berat jenis tanah, meningkatkan ruang pori total (RPT), serta meningkatkan pori air tersedia (PAT). Selain itu, dosis tinggi biochar sekam padi juga meningkatkan

kandungan karbon organik tanah seiring dengan bertambahnya jumlah biochar yang diterapkan (Widyantika & Priyono, 2019).

Di Indonesia, salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh petani adalah pengelolaan tanah pada lahan pasang surut yang sering kali memiliki pH tanah yang rendah. Lahan seperti ini memerlukan perhatian khusus agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan biochar sekam padi sebagai solusi untuk meningkatkan pH tanah pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8. Diharapkan bahwa aplikasi biochar akan memberikan kontribusi dalam meningkatkan produktivitas pertanian di daerah tersebut.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh aplikasi biochar sekam padi terhadap peningkatan pH tanah pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8?
2. Apa dampak pemberian biochar sekam padi terhadap sifat fisik tanah, seperti tekstur, berat jenis, dan kapasitas menahan air pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8?
3. Sejauh mana dosis biochar sekam padi mempengaruhi perubahan pH tanah pada lahan pasang surut?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar sekam padi terhadap peningkatan pH tanah pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8.
2. Untuk menganalisis dampak pemberian biochar sekam padi terhadap perubahan sifat fisik tanah, seperti tekstur, berat jenis, dan kapasitas menahan air pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8.
3. Untuk mengetahui dosis optimal biochar sekam padi yang dapat meningkatkan pH tanah pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8.

#### **1.4. Hipotesis**

Berikut beberapa hipotesis penulis mengenai penelitian yang akan dilakukan :

1. Aplikasi biochar sekam padi dapat meningkatkan pH tanah pada lahan pasang surut di Desa Tanjung Buka SP 8.
2. Pemberian biochar sekam padi dapat memperbaiki sifat fisik tanah, seperti tekstur, berat jenis, dan kapasitas menahan air pada lahan pasang surut.
3. Dosis tertentu biochar sekam padi dapat memberikan pengaruh optimal dalam meningkatkan pH tanah pada lahan pasang surut.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Profil Desa Tanjung Buka**

Tanjung Buka adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Tanjung Palas Tengah, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara, Indonesia. Desa ini merupakan salah satu daerah transmigrasi yang ada di Bulungan.

#### **Batas Wilayah :**

Desa Tanjung Buka memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Utara: Desa Salimbatu
- Timur: Laut Sulawesi
- Selatan: Kecamatan Tanjung Selor
- Barat: Desa Salimbatu dan Kecamatan Tanjung Selor

Pada awalnya, Tanjung Buka merupakan bagian dari Desa Salimbatu. Kemudian, sejumlah pendatang dari suku Bugis di Sulawesi Selatan datang dan membuka pemukiman di Pulau Buka dan bekerja sebagai nelayan. Karena kesulitan dalam mendapatkan kebutuhan pokok, mereka kemudian pindah dan mendirikan pemukiman di Pulau Tamangga/Salangketo dan Pulau Sabuda Panjang. Pada tahun 1956, pemukiman ini menjadi salah satu RT di Desa Salimbatu. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, desa ini memenuhi syarat untuk berdiri sebagai desa definitif. Akhirnya, pada tahun 1959, desa ini resmi berdiri dengan nama Desa Tanjung Buka.

Pada tahun 2003, dibuka lahan untuk program transmigrasi, dengan penempatan pertama yang dilakukan pada bulan Desember tahun tersebut di UPT Tanjung Buka SP1. Namun, karena akses menuju desa induk (Tanjung Buka) cukup

jauh dan tidak ada jalan darat, UPT Tanjung Buka SP1 akhirnya menginduk ke Selimau, Kecamatan Tanjung Selor. Pada bulan Desember 2006, sebanyak 300 kepala keluarga dipindahkan ke UPT Tanjung Buka SP2. Sebagian besar dari mereka berasal dari Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Tarakan, dengan sebagian kecil dari warga lokal, yang mayoritas berasal dari Dusun Salangketo, Dusun Sabuda, serta sebagian warga Dusun lainnya di Desa Tanjung Buka.

## **2.2. Lahan Pasang Surut**

Lahan pasang surut adalah lahan yang ketersediaan airnya dipengaruhi oleh pergerakan air di permukaan sungai yang dipengaruhi oleh gerakan bulan. Lahan jenis ini banyak ditemukan di tiga pulau besar Indonesia, yakni Papua, Sumatera, dan Kalimantan, serta sebagian kecil di Sulawesi dan Maluku (Ritung et al., 2015). Secara keseluruhan, lahan pasang surut memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan produksi pangan di Indonesia (Alihamsyah, 2004; Ritung et al., 2015). Peningkatan produksi pangan ini dapat dicapai dengan mengoptimalkan pemanfaatan pasang surut (Masganti, 2013; Masganti et al., 2015). Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar lahan pasang surut masih tergolong lahan suboptimal (Widjaja-Adhi et al., 1992; Las et al., 2008; Mulyani et al., 2011).

Meski memiliki potensi besar sebagai sumber pangan masa depan, pengembangan lahan pasang surut di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang perlu diatasi (Haryono, 2013; Masganti, 2013). Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan lahan rawa pasang surut antara lain adalah degradasi kesuburan tanah, pH tanah yang asam, pengelolaan air yang kurang

optimal, indeks pertanaman yang rendah, pemilihan komoditas dan varietas yang tidak tepat, serta model pertanian yang diterapkan belum maksimal (Masganti dan Arifin, 1994; Masganti dan Yuliani, 2009; Masganti, 2013). Selain itu, perubahan iklim yang tidak diantisipasi dengan baik juga turut memperburuk kondisi tersebut (Masganti dan Arifin, 1994; Masganti dan Yuliani, 2009). Akibatnya, pendapatan petani di lahan pasang surut masih terbilang rendah (Sudana, 1988; Wayan, 2005).

Lahan rawa pasang surut umumnya terletak pada topografi datar yang sering kali terendam dan tergenang air secara berkala. Berdasarkan jangkauan pasang surut air, Widjaja-Adhi et al. (1992) membagi lahan pasang surut menjadi dua zona, yaitu: (1) zona pasang surut payau/salin, dan (2) zona pasang surut air tawar. Kedua zona ini memiliki ciri khas yang berbeda, sehingga dalam pemanfaatannya perlu mempertimbangkan keterkaitan antara aspek lahan (tipologi lahan) dan aspek air (tipe luapan), yang masing-masing memiliki karakteristik khusus.

Zona pasang surut air payau memiliki tipologi lahan salin, yang ditandai dengan kadar unsur natrium (Na) tukar yang cukup tinggi ( $>8$  me/100g tanah) dan terletak dekat dengan pantai. Lahan ini umumnya sudah dimanfaatkan untuk pertanian, seperti usaha tani padi, yang sering dikombinasikan dengan tanaman kelapa pada sistem pertanian surjan atau tukungan.

Sementara itu, zona pasang surut air tawar memiliki lebih banyak tipologi lahan dibandingkan dengan zona air payau. Pengelompokan tipologi lahan di zona air tawar didasarkan pada kedalaman bahan suflat, tingkat oksidasi pirit, dan ketebalan gambut. Berdasarkan hal ini, ditemukan delapan tipologi lahan, yang

meliputi: (1) lahan sulfat masam aktual (SMA), (2) lahan sulfat masam potensial (SMP), (3) lahan sulfat masam bergambut (SMPG), (4) lahan potensial (P), (5) lahan gambut dangkal (GDK), (6) lahan gambut sedang (GSD), (7) lahan gambut dalam (GDL), dan (8) lahan gambut sangat dalam (GSDL) (Abdurachman et al., 1999).

Selain tipologi lahan, tipe luapan air juga berperan penting dalam menentukan kesesuaian wilayah untuk pertanian. Berdasarkan tipe luapan air pasang, lahan rawa pasang surut dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori sebagai berikut:

- 1 Tipe luapan A, yaitu wilayah yang dapat terluapi oleh air pasang, baik pada pasang besar maupun pasang kecil.
- 2 Tipe luapan B, yaitu wilayah yang hanya terluapi oleh air pasang besar, sedangkan pada pasang kecil air tidak meluap ke lahan pertanian.
- 3 Tipe luapan C, yaitu wilayah yang tidak terluapi oleh air pasang, tetapi air pasang mempengaruhi kedalaman muka air tanah, dengan kedalaman kurang dari 50 cm dari permukaan tanah.
- 4 Tipe luapan D, yaitu wilayah yang tidak terpengaruh oleh air pasang, meskipun air pasang mempengaruhi kedalaman muka air tanah pada kedalaman lebih dari 50 cm dari permukaan tanah.

Tipe luapan A dan B sering disebut sebagai pasang surut langsung, sedangkan tipe C dan D disebut sebagai pasang surut tidak langsung.

Pada era otonomi daerah, sesuai dengan UU No. 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah dan UU No. 25 Tahun 1999 tentang Perimbangan Keuangan

Pusat dan Daerah, daerah diberi kewenangan untuk mengelola tata ruang dan pemanfaatan lahan rawa di wilayahnya demi kesejahteraan masyarakat. Namun, pengelolaan ini harus tetap memperhatikan kelestarian sumber daya lahan, lingkungan, dan kepentingan wilayah lain. Lahan rawa memiliki keragaman sifat yang tinggi dan saling terkait antar wilayah, sehingga kerusakan di satu wilayah dapat berdampak pada wilayah lainnya. Oleh karena itu, pengelolaan lahan rawa harus dilakukan secara terpadu, mempertimbangkan aspek agroekologi secara keseluruhan, dengan koordinasi antar wilayah yang terkait. Penggunaan lahan rawa untuk pertanian perlu difokuskan pada prinsip keberlanjutan, yang mencakup pewilayahan kesesuaian lahan, pemetaan rinci, pengembangan komoditas unggulan sesuai tata ruang, serta pembenahan sistem tata air, pengembangan teknologi spesifik lokasi, peningkatan kapasitas masyarakat, dan penguatan kelembagaan agribisnis, semuanya dengan memperhatikan kelestarian lingkungan (UU No. 22/1999; UU No. 25/1999).

Pembangunan pertanian di lahan pasang surut sering kali mengabaikan aspek lingkungan, yang dapat menyebabkan kerusakan. Misalnya, drainase yang berlebihan pada lahan gambut dapat menyebabkan degradasi lahan dan pelepasan gas rumah kaca (GRK) yang berlebihan, serta memperburuk kualitas tanah dengan munculnya lapisan bawah tanah yang beracun bagi tanaman (Agus dan Subiksa, 2008; Masganti et al., 2014; Wahyunto et al., 2014). Penggunaan pestisida dan insektisida yang tidak terkendali juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Tim Sintesis Kebijakan, 2007).

### **2.3. Biochar**

### **2.3.1 Pengertian Biochar**

Biochar adalah bahan padat kaya karbon yang terbentuk melalui proses pembakaran bahan organik atau biomassa pada suhu tinggi (250-500°C) dengan sedikit atau tanpa oksigen, yang dikenal dengan nama pirolisis. Biochar berbeda dari bahan organik biasa karena stabil dalam tanah selama ratusan hingga ribuan tahun dan dapat menyekuestrasi karbon dalam tanah (Lehmann, 2007; Renner, 2007; Fraser, 2010). Kualitas biochar dipengaruhi oleh sifat kimia dan fisiknya, yang bergantung pada jenis bahan baku (seperti kayu lunak, kayu keras, atau sekam padi) dan metode karbonisasi (seperti jenis alat pembakaran dan temperatur yang digunakan), serta bentuk biochar itu sendiri (padat, serbuk, atau karbon aktif) (Ogawa, 2006).

Pembakaran pada suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan biochar yang lebih sedikit namun meningkatkan kadar karbon tetap (fixed carbon) (Tanaka, 1963). Proporsi abu dalam biochar juga memengaruhi pH-nya. Menurut Kuwagaki dan Tamura (1990), ada tujuh kriteria yang dapat digunakan untuk menilai kualitas biochar, yaitu: (1) pH, (2) kandungan bahan mudah menguap, (3) kadar abu, (4) kapasitas memegang air, (5) kepadatan bulk (BD), (6) volume pori, dan (7) luas permukaan spesifik. Penelitian oleh Nurida et al. (2009) menunjukkan bahwa pembakaran limbah pertanian selama 1, 2, dan 3,5 jam menghasilkan perbedaan persentase biochar, abu, asap cair, dan kemampuan retensi air, dengan produksi tertinggi dicapai pada pembakaran selama 3,5 jam. Alat pembakaran yang umum digunakan adalah kiln stainless steel dengan kapasitas 40 L pada suhu 250-350°C. Di sisi lain, penggunaan alat pembakaran

yang lebih ramah lingkungan, seperti retort kiln, dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, dengan hasil emisi 641 g.kg<sup>-1</sup> dibandingkan dengan 1.370 g.kg<sup>-1</sup> pada pembakaran biasa (Adam, 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan perbedaan bahan baku dan proses produksi biochar

Table 1. Estimasi jumlah biomas pertanian dan potensinya sebagai bahan baku biochar.

| Biomass Pertanian      | Jumlah (T/Th) | Asumsi Proporsi Biomass yang bisa dikonversi (%) | Potensi Biomass yang dapat dikonversi menjadi Biochar (T/Th) | Rasio Biochar/Biomass | Potensi Biochar (T/Th) | Proporsi (%) |
|------------------------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------|
| Sekam Padi             | 13.612.343    | 50                                               | 6.806.172                                                    | 0,26                  | 1.769.605              | 56,48        |
| Tempurung Kelapa       | 539.644       | 50                                               | 269.822                                                      | 0,25                  | 67.456                 | 2,15         |
| Tempurung Kelapa Sawit | 6.400.000     | 30                                               | 1.920.000                                                    | 0,5                   | 960.000                | 0,03         |
| Kulit buah Kakao       | 1.208.553     | 50                                               | 604.277                                                      | 0,33                  | 199.411                | 6,35         |
| Tongkol Jagung         | 3.652.375     | 50                                               | 1.095.712                                                    | 0,13                  | 142.443                | 4,54         |
| Total                  | 25.412.912    |                                                  | 10.695.982                                                   |                       | 3.138.914              | 100,00       |

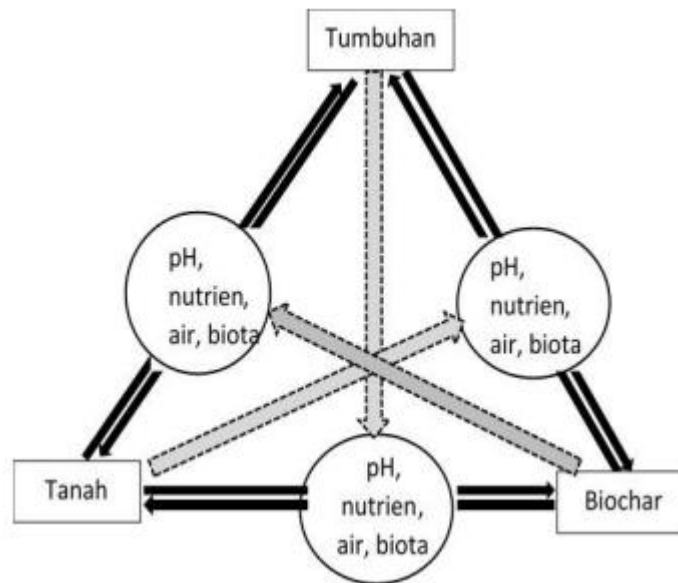
Sumber : Sarwani *et al.* (2013)

### 2.3.2 Fungsi Biochar

Aplikasi biochar pada tanah memberikan berbagai manfaat, seperti peningkatan sifat fisik (porositas, kapasitas menahan air, dan agregasi tanah), sifat kimia (peningkatan pH, kapasitas tukar kation, karbon organik tanah, serta retensi dan ketersediaan unsur hara), dan sifat biologis tanah (mikroba serta cacing tanah). Peningkatan sifat-sifat ini pada akhirnya akan mempengaruhi

performa agronomis tanaman, termasuk pertumbuhan dan hasil panen (Hussain et al., 2017). Interaksi antara biochar, tanah, dan tanaman membentuk sebuah hubungan segitiga, di mana pengaruh biochar dipengaruhi oleh tanah dan tanaman (panah padat), serta bagaimana biochar mempengaruhi interaksi antara keduanya (panah putus). Kekuatan pengaruh ini bervariasi berdasarkan jenis tanah, tanaman, dan biochar, serta dalam ruang dan waktu yang berbeda (Lehmann et al., 2015).

Selain sebagai pembenah tanah, biochar juga berperan dalam isu perubahan iklim, pemanasan global, dan lingkungan. Biochar membantu dalam sekuestrasi dan stabilisasi karbon, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta remediasi polutan tanah. Proses konversi bahan organik menjadi biochar meminimalkan emisi CO<sub>2</sub> yang terjadi saat dekomposisi bahan organik di tanah. Selain itu, aplikasi biochar juga mengurangi emisi gas rumah kaca lainnya seperti nitrat, nitrit oksida, dan metana (Haider et al., 2022). Biochar juga dapat mengadsorpsi dan mengimobilisasi polutan, sehingga mencegah pencemaran air dan keracunan pada tanaman, sebagaimana dilaporkan oleh Tan et al. (2015) dan Kang et al. (2022). Penambahan biochar pada tanah umumnya meningkatkan produktivitas permukaan tanah, hasil panen, biomassa mikroba tanah, nodulasi rhizobia, serta konsentrasi unsur hara seperti kalium (K), fosfor (P), nitrogen (N), karbon total (C), dan pH tanah, jika dibandingkan dengan kondisi kontrol (Biederman and Harpole, 2013).



Gambar 1. Sketsa konseptual pengaruh biochar, tumbuhan dan tanah  
(Sumber: (Lehmann *et al*, 2015)

### 2.3.3 Kandungan Biochar

Biochar adalah bahan padat kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa, seperti kayu, pupuk kandang, daun, dan serasah, di bawah suhu tinggi dan kondisi kekurangan oksigen. Biochar digunakan dalam pertanian sebagai bahan pembenah tanah (soil amendment) (Oni et al., 2019; Lehmann & Joseph, 2015). Proses pembuatan biochar serupa dengan pembuatan arang, yang merupakan salah satu teknologi industri bahan energi tertua, namun biochar dikhususkan untuk aplikasi pertanian. Istilah "biochar" lebih tepat dibandingkan "arang pertanian", karena mencakup penggunaan arang untuk pertanian serta isu lebih luas seperti rehabilitasi lahan, sekuestrasi karbon, dan mitigasi perubahan iklim. Selain itu, istilah biochar menekankan asal bahan biologisnya, yang membedakannya dari bahan non-biologis seperti

plastik atau bahan fosil. Sementara itu, "black carbon" adalah istilah yang lebih umum yang mencakup segala jenis residu kaya karbon yang dihasilkan dari proses api atau panas, termasuk bahan bakar fosil seperti batubara, gas, bensin, serta biomassa (Lehmann & Joseph, 2015).

Proses produksi biochar umumnya dilakukan melalui pirolisis lambat (slow pyrolysis), yang dikenal sebagai karbonisasi konvensional. Proses ini menghasilkan biochar dengan memberikan panas pada biomassa dalam kondisi rendah oksigen, yang memerlukan waktu yang cukup lama, bisa mencapai satu hari. Misalnya, dengan menggunakan sekam padi sebagai bahan baku, pada suhu pirolisis rendah (300°C), biochar yang dihasilkan memiliki kandungan karbon yang rendah (49-70%), sementara pada suhu tinggi (600°C), kandungan karbon bisa mencapai 85-93% (Oni et al., 2019). Metode pembuatan biochar menggunakan tungku bercerobong dari kulit kopi memerlukan waktu sekitar satu hari (Hanisah et al., 2020), sedangkan pembuatan arang dengan metode tradisional menggunakan tanah pit bisa memakan waktu 5-6 hari (Iskandar & Santoso, 2005).

Untuk menurunkan biaya, bahan baku biochar sering kali berasal dari limbah pertanian, seperti jerami padi, tongkol jagung, kulit kopi, kulit kakao, limbah kayu, pelepah kelapa, tandan kosong sawit, ampas tebu, dan limbah ternak (kotoran kambing dan sapi). Sifat fisik dan kimia biochar sangat bergantung pada bahan baku yang digunakan, suhu dan lama pirolisis, serta perlakuan setelah pirolisis. Misalnya, semakin tinggi suhu pirolisis, kandungan

fosfor (P) dalam biochar akan meningkat, kandungan kalium (K) sedikit meningkat, namun kandungan nitrogen (N) akan menurun, karena sejumlah besar nutrisi seperti N, K, dan sulfur (S) hilang melalui penguapan pada suhu yang lebih tinggi. Untuk meningkatkan kandungan nutrisi biochar, bisa dilakukan reaksi lebih lanjut atau pencampuran bahan baku yang berbeda untuk menghasilkan produk yang lebih sesuai dengan kebutuhan tanaman dan tanah yang berbeda (Lehmann & Joseph, 2015).

#### **2.3.4 Karakteristik Biochar Sekam Padi**

Karakteristik utama biochar, jika dibandingkan dengan arang biasa, adalah dominasi karbon aromatik yang stabil. Berbeda dengan karbon dalam bahan baku pirolisis, karbon dalam biochar tidak mudah terlepas kembali ke atmosfer sebagai CO<sub>2</sub> (Sandhu et al., 2017). Hal ini tetap berlaku meskipun dalam kondisi lingkungan dan biologis yang mendukung, seperti yang ditemukan di dalam tanah. Beberapa sifat penting dari biochar adalah luas permukaan yang tinggi, banyaknya gugus fungsional, kandungan nutrisi yang kaya, serta kemampuannya sebagai pupuk slow-release (Ding et al., 2016). Biochar juga memiliki sifat fisik yang membantu retensi nutrisi dalam tanah. Penggunaannya memberikan dampak yang signifikan terhadap kualitas tanah dan mendukung keseimbangan komunitas organisme tanah serta fungsinya.

Aplikasi biochar di lahan pertanian, baik pada lahan kering maupun basah, dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan hara, memperbaiki tekstur tanah, mengurangi penguapan air, serta menghambat perkembangan

penyakit tanaman tertentu. Selain itu, biochar juga menciptakan habitat yang mendukung mikroorganisme simbiotik (Nurida et al., 2015). Meskipun biochar bukan pupuk organik karena tidak menambah unsur hara, kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi pada biochar memungkinkan pengikatannya terhadap kation tanah yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Elviwirda, 2020). Untuk penyediaan unsur hara tanah, pemupukan dengan pupuk organik maupun anorganik tetap diperlukan. Penggunaan biochar sebagai pembenah tanah, bersama dengan pupuk organik dan anorganik, dapat meningkatkan produktivitas pertanian serta retensi dan ketersediaan hara bagi tanaman (Gani & Anischan, 2009).

Tabel 2. Karakteristik sifat fisik-kimia biochar

| Karakteristik                     | Sekam Padi | Kulit Buah Kakao | Tempurung Kelapa | Tempurung Kelapa Sawit | Sampah Organik Kota | Ranting Legume Pohon | Cangkang Kelapa Sawit |
|-----------------------------------|------------|------------------|------------------|------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| pH                                | 8,3        | 10,8             | 9,9              | 8,2                    | 9,60                | 9,4                  | Td                    |
| C-Total(%)                        | 30,76      | 33,04            | 80,59            | 49,18                  | 31,41               | 18,11                | 25,62                 |
| N                                 | 0,05       | 0,83             | 0,34             | 1,61                   | 1,67                | 0,58                 | 1,32                  |
| P                                 | 0,23       | 0,33             | 0,10             | 0,25                   | 0,72                | 0,1                  | 0,07                  |
| K                                 | 0,06       | 11,25            | 8,4              | 0,04                   | 0,93                | 1,11                 | 0,08                  |
| KTK                               | Td         | Td               | 11,78            | Td                     | 23,87               | 7,05                 | 4,58                  |
| Kapasitas Memegang air            | 40,0       | 50,5             | Td               | 62,6                   | Td                  | Td                   | 25,3                  |
| Suhu Pembakaran (C <sup>0</sup> ) | 250-350    | 250-350          | 190-280          | 230-350                | 300-400             | Td                   | 500                   |

Sumber : Nurida *et al* (2009); Sukartono dan Utomo (2012; Widowati *et al.*

(2012); Dariah *et al.*(2013); Santi dan Goenadi (2012)

Tabel tersebut membandingkan karakteristik beberapa bahan organik, seperti sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, sampah

organik kota, ranting legume pohon, dan cangkang kelapa sawit berdasarkan pH, kandungan C-total, unsur hara (N, P, K), kapasitas tukar kation (KTK), kemampuan menahan air, serta suhu pembakarannya. Kulit buah kakao memiliki kandungan C-total dan kapasitas menahan air tertinggi, menjadikannya potensial sebagai sumber bahan organik. Sampah organik kota memiliki kandungan nitrogen tertinggi, sedangkan ranting legume pohon memiliki kandungan fosfor tertinggi. Tempurung kelapa sawit menunjukkan pH tertinggi, sementara cangkang kelapa sawit memerlukan suhu pembakaran tertinggi (500°C). Data ini dapat digunakan menjadi acuan untuk mengevaluasi potensi bahan organik dalam penelitian yang akan penulis lakukan mengenai aplikasi biochar

### **2.3.5 Manfaat Biochar**

Biochar, sebagai hasil pirolisis biomassa, telah dikenal luas sebagai bahan yang memberikan banyak manfaat dalam peningkatan kualitas tanah dan produktivitas pertanian. Penerapan biochar pada tanah telah terbukti memiliki efek positif dalam berbagai aspek pertanian, mulai dari peningkatan kesuburan tanah hingga pengelolaan hara dan pengendalian emisi gas rumah kaca. Beberapa manfaat utama biochar yang paling signifikan dalam pertanian antara lain adalah peningkatan pH tanah, peningkatan kapasitas tukar kation (KTK), peningkatan retensi air, dan perbaikan struktur tanah.

#### **1. Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Ketersediaan Hara**

Salah satu manfaat utama dari aplikasi biochar adalah kemampuannya dalam meningkatkan kesuburan tanah. Biochar dapat meningkatkan kapasitas tukar

kation (KTK) tanah, yang memungkinkan tanah untuk mengikat dan menyimpan nutrisi lebih banyak. Hal ini penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman, karena biochar dapat mengikat kation-kation penting seperti kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) yang dapat dilepaskan perlahan ke tanaman sesuai kebutuhan (Elviwirda, 2020). Selain itu, biochar juga berfungsi sebagai pupuk slow-release yang dapat menyediakan nutrisi secara bertahap dalam jangka panjang, membantu menjaga keseimbangan hara tanah dan mengurangi kebutuhan untuk pemupukan konvensional (Ding et al., 2016).

## 2. Meningkatkan pH Tanah

Biochar dapat meningkatkan pH tanah, terutama pada tanah asam, yang seringkali menjadi masalah di banyak jenis tanah tropis. Peningkatan pH ini disebabkan oleh sifat alkalis dari biochar yang dapat menetralkan keasaman tanah. Penurunan keasaman ini dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman dan mengurangi keracunan logam berat yang mungkin terjadi pada pH yang sangat rendah (Lehmann & Joseph, 2009). Oleh karena itu, penggunaan biochar sangat berguna untuk memperbaiki kualitas tanah di lahan yang memiliki pH rendah, seperti pada lahan pasang surut atau tanah Ultisol di Indonesia.

## 3. Memperbaiki Struktur Tanah dan Meningkatkan Porositas

Biochar memiliki struktur berpori yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah, seperti meningkatkan aerasi, drainase, dan memperbaiki kegemburan tanah. Peningkatan porositas tanah akan memudahkan pergerakan udara dan air di

dalam tanah, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan akar tanaman dan mengurangi risiko tergenangnya air di lahan pertanian (Widyantika & Prijono, 2019). Selain itu, biochar dapat membantu memperbaiki tanah yang kompak, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih baik bagi perkembangan akar tanaman.

#### 4. Meningkatkan Retensi Air Tanah

Biochar juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air, yang bermanfaat di daerah yang mengalami kekeringan atau kurangnya pasokan air irigasi. Sifat porositasnya memungkinkan biochar untuk menyerap air seperti spons dan melepaskannya secara perlahan, yang membantu tanaman bertahan lebih lama selama periode kekeringan (Nurida et al., 2015). Dengan meningkatkan retensi air tanah, biochar membantu menjaga kelembaban tanah yang optimal untuk pertumbuhan tanaman.

#### 5. Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca

Selain manfaat langsung pada tanah dan tanaman, biochar juga berperan dalam mitigasi perubahan iklim. Penggunaan biochar dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK), terutama metana ( $\text{CH}_4$ ) dan nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ), yang sering kali dihasilkan oleh tanah pertanian. Biochar dapat mengikat karbon dalam tanah dalam bentuk yang sangat stabil, mengurangi pelepasan  $\text{CO}_2$  ke atmosfer. Dengan cara ini, biochar berperan dalam pengurangan dampak perubahan iklim melalui penyimpanan karbon jangka panjang (Lehmann & Joseph, 2009).

### **2.3.6 Cara Pembuatan Biochar Sekam Padi**

Biochar adalah produk hasil dari proses pirolisis biomassa, yang dilakukan pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen. Proses ini dapat digunakan untuk mengubah bahan organik seperti sekam padi menjadi biochar yang kaya karbon dan stabil. Sekam padi, sebagai limbah pertanian yang melimpah, merupakan salah satu bahan baku yang banyak digunakan dalam pembuatan biochar. Proses pembuatan biochar dari sekam padi melibatkan beberapa tahapan yang penting untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik.

Proses pembuatan biochar dari sekam padi dimulai dengan pemilihan bahan baku yang berkualitas, yaitu sekam padi yang sudah dikeringkan. Sekam padi yang basah atau lembab akan mempengaruhi efisiensi proses pirolisis. Selanjutnya, sekam padi dipanaskan pada suhu antara 300°C hingga 700°C dalam reaktor pirolisis. Pada suhu ini, sekam padi mengalami proses dekomposisi termo-kimia di mana sebagian besar kandungan air dan volatile organik terlepas, meninggalkan karbon yang sangat stabil. Proses ini juga mengubah struktur fisik sekam padi, sehingga menghasilkan produk biochar yang memiliki luas permukaan yang tinggi, serta porositas yang bermanfaat dalam meningkatkan kualitas tanah (Lehmann & Joseph, 2009).

Suhu dan durasi pirolisis sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari biochar yang dihasilkan. Pirolisis pada suhu rendah (250°C - 400°C) cenderung menghasilkan biochar dengan kandungan karbon yang lebih rendah dan lebih banyak mengandung unsur volatil. Sebaliknya, suhu yang lebih tinggi (500°C -

700°C) menghasilkan biochar dengan kandungan karbon yang lebih tinggi dan lebih stabil (Gonzaga et al., 2017). Selain itu, kecepatan pemanasan juga dapat mempengaruhi kualitas biochar, di mana proses pirolisis yang lebih lambat menghasilkan biochar dengan sifat yang lebih baik untuk aplikasi tanah (Rajaphaksa et al., 2016).

Sekam padi yang telah diubah menjadi biochar memiliki beberapa keuntungan sebagai bahan pembenah tanah. Biochar dari sekam padi cenderung memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, kemampuan untuk meningkatkan pH tanah, serta memperbaiki struktur fisik tanah, termasuk peningkatan ruang pori yang mendukung aerasi tanah dan perkolasi air. Ini menjadikan biochar dari sekam padi sebagai bahan yang efektif dalam meningkatkan kualitas tanah, terutama pada tanah dengan pH rendah atau tanah yang memiliki kadar unsur hara yang terbatas (Widyantika & Prijono, 2019).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, E., et al. (1999). Tipologi lahan rawa pasang surut di Indonesia. *Jurnal Pertanian Tropika*, 12(1), 8-15.
- Biederman, L. A., & Harpole, W. S. (2013). "Biochar and soil fertility." *Global Change Biology*, 19(2), 406-415.
- Ding, Z., Wang, Y., Li, X., & Xu, S. (2016). Effects of biochar on the chemical and physical properties of soil and plant growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(22), 21919–21929. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7082-x>
- Elviwirda, F. (2020). Pengaruh biochar terhadap kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan ketersediaan hara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 103–115. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.12>
- Gonzaga, M. I. S., Mackowiak, C. L., Comerford, N. B., Moline, E. F. da V., Shirley, J. P., & Guimaraes, D. V. (2017). Pyrolysis methods impact biosolids-derived biochar composition, maize growth and nutrition. *Soil & Tillage Research*, 165, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.07.011>
- Haider, G., et al. (2022). "Role of biochar in mitigating greenhouse gas emissions." *Environmental Science & Technology*, 56(8), 5283-5291.
- Hanisah, R., et al. (2020). "Production of biochar from agricultural waste using a simple furnace." *Jurnal Agrotropika*, 19(3), 101-108.
- Hussain, Q., et al. (2017). "Impact of biochar on soil properties and plant growth." *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(2), 361-370.
- Iskandar, S., & Santoso, H. (2005). "Charcoal production using soil pit method." *Journal of Sustainable Agriculture*, 14(2), 25-32.
- Kang, S., et al. (2022). "Environmental benefits of biochar applications." *Environmental Pollution*, 270, 116-125.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2009). *Biochar for environmental management: Science and technology* (1st ed.). Earthscan Publications Ltd.
- Lehmann, J., et al. (2015). "Biochar's impact on plant-soil interactions." *Nature Communications*, 6, 6679.

- Masganti, M., Arifin, Z., & Yuliani, M. (2015). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Kesuburan Tanah Pasang Surut dan Produktivitas Padi. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 18(3), 45-54.
- Nurida, N., Budisatria, I. G. P., & Santoso, B. (2015). Manfaat biochar untuk meningkatkan kualitas tanah dan produksi pertanian. *Jurnal Ilmu Tanah*, 16(2), 145–152. <https://doi.org/10.20473/jit.v16i2.145-152>
- Oni, O. M., et al. (2019). "Biochar production and its effects on soil fertility." *Environmental Science & Pollution Research*, 26, 13756-13768.
- Rajaphaksa, A. U., Mohan, D., Igalavithana, A. D., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2016). Definitions and fundamentals of biochar. In *Biochar production, characterization, and applications* (pp. 1–27). CRC Press.
- Ritung, S., Sudana, M., & Suryadi, D. (2015). Optimalisasi Lahan Pasang Surut untuk Pertanian Padi. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 28(4), 45-50.
- Suharyatun, S., Warji, Haryanto, A., & Anam, K. (2021). Pengaruh kombinasi biochar sekam padi dan pupuk organik berbasis mikroba terhadap pertumbuhan dan produksi sayuran. *TEKNOTAN*, 15(1), 21–28. <https://doi.org/10.24198/jt.vol15n1.4>
- Tan, Z., et al. (2015). "Biochar for environmental remediation." *Journal of Environmental Management*, 151, 74-82.
- Wahyunto, W., Agus, F., & Subiksa, I. G. (2014). Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Tanah*, 15(3), 210-218.
- Widjaja-Adhi, H., et al. (1992). Pengelompokan lahan rawa pasang surut dan tipologi lahan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2(2), 12-20.
- Widyantika, S. D., & Prijono, S. (2019). Pengaruh biochar sekam padi dosis tinggi terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada Typic Kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan (JTSL)*, 6(1), 1157–1163. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.14>