

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan. Kondisi alam tersebut memberikan peluang yang besar bagi masyarakat Indonesia untuk melakukan usaha di bidang pertanian. Salah satu hasil pertanian terbanyak di Indonesia adalah tanaman padi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2022), Indonesia memiliki luas panen padi sebesar 10,61 ha dengan total produksi padi sebesar 55,67 juta ton. Besarnya nilai hasil panen padi tersebut akan menghasilkan limbah seperti sekam padi dan jerami padi.

Ketersediaan limbah jerami padi mencapai kisaran 55 juta ton setahun namun baru sekitar 31-32% yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Setiarto, 2013) dan sisanya dibuang dan dibakar. Berdasarkan data tersebut, terdapat limbah jerami yang belum dimanfaatkan sehingga penulis berinovasi untuk meningkatkan nilai guna dari limbah tersebut menjadi karbon aktif yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan *amelioran*. *Amelioran* adalah bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah.

Karbon aktif banyak digunakan sebagai adsorben. Karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa kimia dengan daya serap yang cukup tinggi. Tingginya kemampuan menyerap ini disebabkan karena banyaknya pori-pori dalam karbon dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan. Aktivasi dapat dilakukan baik secara kimia maupun fisika. Aktivasi fisika dilakukan untuk memperluas pori karbon aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO₂ dan aktivasi kimia yaitu aktivasi menggunakan bahan kimia atau aktivator, seperti hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah, asam-asam anorganik (Triyanto, 2013). Karbon aktif dari biomassa terutama jerami padi dapat dibuat dengan cara dikarbonisasi terlebih dahulu dengan memanaskan jerami padi di dalam wadah tertutup seperti reaktor. Bahan tersisa di dalam reaktor hasil pembakaran disebut sebagai *biochar*.

Biochar adalah bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah (*amelioran*) yang dapat diproduksi dari limbah organik yang mengandung karbon baik berasal dari daun, buah, batang, dan akar tanaman. *Biochar* juga dikenal dengan nama *charcoal* berupa substansi arang yang berasal dari karbonisasi tumbuhan (Kurniawan, dkk., 2016). *Biochar* yang sudah diaktivasi dengan bahan kimia menjadi karbon aktif yang berasal dari bahan organik dapat dimanfaatkan sebagai *amelioran* untuk memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologis tanah.

Amelioran merupakan bahan-bahan alami yang dimasukkan ke dalam tanah yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Subatra, 2013). *Amelioran* dengan bahan alami belum cukup untuk memenuhi nutrisi tanah sehingga *amelioran* juga dapat dibuat dengan menambahkan pupuk NPK cair ke dalam karbon aktif sebagai pelengkap nutrisi tanah. Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *amelioran* dari karbon aktif jerami padi dengan penambahan NPK cair sebagai pelengkap nutrisi tanah.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh variasi rasio massa (*Biochar* : KOH) terhadap hasil karakteristik karbon aktif.
2. Mengidentifikasi *amelioran* terbaik dari keempat variasi *amelioran* berdasarkan hasil uji Nitrogen dan Fosfor.

1.3 Kerangka Pemikiran

Banyaknya limbah hasil pertanian yang kurang termanfaatkan dengan baik dan tidak memiliki nilai ekonomis akan mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan inovasi baru. Salah satu limbah hasil pertanian yang masih banyak belum termanfaatkan yaitu jerami padi. Limbah jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif dimana karbon aktif tersebut dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *amelioran*.

Proses pembuatan karbon aktif dilakukan dengan cara karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi merupakan proses pembentukan karbon dari bahan

baku dan sempurna pada suhu 300-600°C. Sedangkan aktivasi adalah proses pengubahan karbon dari daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi dengan bantuan aktivator berupa bahan kimia. Karbon aktif yang telah dikarbonisasi dan diaktivasi selanjutnya akan dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan *amelioran*. Pembuatan *amelioran* dengan karbon aktif dilakukan dengan cara mencampurkan pupuk NPK cair ke dalam karbon aktif. Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *amelioran* dari karbon aktif jerami padi dengan variasi perbandingan massa *biochar* terhadap aktivator KOH.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rasio massa (*Biochar* : KOH) berpengaruh terhadap hasil karakteristik karbon aktif.
2. Adanya pengaruh variasi *amelioran* berdasarkan rasio massa (*Biochar* : KOH) terhadap hasil *amelioran* terbaik dengan melakukan uji N dan P.

1.5 Kontribusi

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, yaitu:

1. Bagi penulis diharapkan dapat menambah wawasan tentang pemanfaatan limbah menjadi produk yang memiliki nilai guna serta dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapat selama penelitian dilakukan.
2. Bagi pendidikan diharapkan dapat menjadi sumber referensi dan informasi bacaan mengenai pemanfaatan limbah jerami padi menjadi karbon aktif yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan *amelioran*.
3. Bagi lingkungan diharapkan dapat menjadi solusi dan inovasi dalam pemanfaatan limbah jerami padi menjadi produk yang memiliki nilai jual.
4. Bagi masyarakat diharapkan dapat menjadi sarana edukasi untuk menambah wawasan dan informasi mengenai pemanfaatan limbah jerami padi menjadi karbon aktif yang dapat diaplikasikan dalam pembuatan *amelioran*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jerami Padi

Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2022), Indonesia memiliki luas panen padi sebesar 10,61 ha dengan total produksi padi sebesar 55,67 juta ton. Namun, hasil tanaman pangan di Indonesia menghasilkan banyak limbah hasil pertanian hingga mencapai jutaan ton setiap tahunnya. Jerami padi merupakan limbah hasil pertanian terbesar di Indonesia. Produksi jerami padi bisa mencapai 12-15 ton per ha/satu kali panen atau 4-5 ton bahan kering tergantung pada lokasi dan varietas yang digunakan (Yunilas, 2009). Hasil penelitian (Haryanto et al., 2002) menunjukkan bahwa produksi jerami segar setiap hektar mencapai 12-15 ton/ha/musim dan dapat menghasilkan 5-8 ton/ha setelah melalui proses fermentasi. Ketersediaan jerami mencapai kisaran 55 juta ton setahun namun baru sekitar 31-32% yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Setiarto, 2013) dan sisanya dibuang dan dibakar sehingga dapat merusak lingkungan dan keseimbangan hayati (Asy'ari et al., 2014). Jerami padi selain sebagai bahan pembuatan pupuk dan sumber pakan ternak (Pane et al., 2014) melalui sentuhan teknologi, jerami padi memiliki banyak potensi bagi kehidupan masyarakat salah satunya dapat diolah menjadi *biochar* yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif dapat dibuat dari batu bara dan bahan yang mengandung lignoselulosa. Bahan yang mengandung lignoselulosa salah satu diantaranya adalah jerami padi. Menurut (Srithongkham et al., 2012) jerami padi mengandung selulosa 30-35%, hemiselulosa 25-30%, lignin 15-28% dan abu 4-7%. Menurut (Syukri, 2014) komposisi kimia jerami padi terdiri dari selulosa 61,54%, lignin 14,21%, pentosan 15,04%, abu 4,15%, air 4,10%, dan 0,96%. Komponen utama penyusun jerami padi terdiri dari karbon (C) 48,16%, oksigen (O) 37,38%, hydrogen (H) 5,62%, nitrogen (N) 1,37%, dan sulfur (S) 0,19%.

2.2 *Biochar*

Biochar dapat diproduksi dari berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa, seperti kayu, sisa tanaman (jerami padi, sekam padi, tandan kosong kelapa sawit dan limbah sagu) dan pupuk kandang (Maguire et al., 2010). *Biochar* dihasilkan dari proses pemanasan atau pembakaran dalam kondisi oksigen yang terbatas.

Manfaat *biochar* untuk tanaman yaitu dapat memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produksi tanaman pada tanah yang kurang subur. Selain itu, kemampuan *biochar* untuk memegang air dan hara dalam tanah dapat membantu mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat aliran permukaan (*runoff*) dan pencucian (*leaching*) sehingga memungkinkan penghematan pupuk. Menurut (Kurniawan et al., 2016) menyatakan bahwa *biochar* mempunyai kemampuan untuk mempertahankan kelembaban dan memberikan peranan penting di saat musim panas atau periode kekeringan, yaitu dalam penyediaan nutrisi pada tanah yang kaya akan senyawa asam organik (*fulvat* dan *humat*) sehingga dapat menunjang pertumbuhan dan kesuburan tanaman, dan dapat meningkatkan kapasitas tukar kation dan meningkatkan pH, serta mengakumulasi karbon dalam jumlah yang banyak. *Biochar* sulit terdekomposisi dan mampu bertahan lama sebagai cadangan karbon dalam tanah (Mentari et al., 2018).

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah bahan yang terdiri dari sebagian besar karbon. Karbon aktif terdiri dari 87%-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan (Sudibandriyo, 2003). Karbon aktif berguna dalam pemurnian gas, katalisator, sebagai penyaring dan penghilang bau pada industri obat dan makanan, penyaringan air, penghilang bau dalam industri pengolahan air, sebagai pelarut yang bisa digunakan kembali, dan penyimpanan energi (Liou, 2010). Karbon aktif adalah karbon yang sudah mengalami aktivasi, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar karena jumlah porinya lebih banyak. Karbon aktif memiliki struktur *amorf* dengan luas permukaan 300-2000 m²/gr (Surest, 2008).

Umumnya karbon aktif dapat dibuat melalui proses aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan mengalirkan gas CO₂, N₂, uap air atau Argon ke dalam tungku. Sedangkan, aktivasi kimia dilakukan dengan merendam *biochar* ke dalam larutan aktivator. Penggunaan jenis larutan aktivator pada proses aktivasi kimia dapat memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Proses aktivasi menggunakan larutan aktivasi Kalium Hidroksida (KOH) menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan 3000 m²/g (Hsisheng et al., 1999). Dari hasil penelitian tersebut maka KOH merupakan salah satu larutan aktivator yang baik untuk digunakan pada pembuatan karbon aktif. Penggunaan bahan aktivasi yang baik diharapkan dapat menghasilkan daya adsorpsi besar pada pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben limbah logam berat.

Pada saat karbonisasi, luas permukaan telah terbuka tetapi penyerapan tersebut masih relatif rendah. Hal ini diakibatkan oleh adanya residu tar yang menutupi pori. Pada aktivasi kimia, tar akan larut saat dilakukan perendaman (Pambayun, 2013).

2.4 Amelioran

Amelioran adalah bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah. *Amelioran* dapat berupa bahan organik maupun anorganik. Beberapa bahan *amelioran* yang sering digunakan adalah pupuk buatan, pupuk kandang, kapur atau kombinasi dari semua pupuk tersebut. *Amelioran* merupakan bahan-bahan alami yang dimasukkan ke dalam tanah yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Subatra, 2013). *Amelioran* atau “pembenah tanah “ merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memperbaiki lingkungan akar bagi pertumbuhan tanaman. Pemberian *amelioran* dimaksudkan sebagai sumber hara, mengurangi kemasaman tanah dan sebagai sumber pengikat atau penjerap kation-kation yang tercuci akibat aliran air serta meningkatkan kesuburan tanah di lahan kering (Adimihardja, 2005).

2.5 Nutrisi Tanah

Nutrisi adalah substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari pertumbuhan suatu pohon. Nutrisi didapatkan dari makanan dan cairan yang selanjutnya diasimilasi oleh tubuh tumbuhan. Adapun nutrisi didalam tanah adalah berupa air dan mineral. Nutrisi tanah dikategorikan menjadi tiga bagian, antara lain, Nutrisi utama, yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium. Nutrisi sekunder, yaitu sulfur, kalsium, dan magnesium. Nutrisi minor, yaitu besi, mangan tembaga, seng, boron, molibden, dan klor. Tanah dan komposisi kimia tanah merupakan faktor utama yang menentukan jenis tumbuhan apa yang dapat tumbuh dengan baik pada suatu lokasi tertentu, apakah itu suatu ekosistem alam atau daerah pertanian tumbuhan yang tumbuh secara alamiah pada jenis tertentu dapat beradaptasi terhadap kandungan mineral dan struktur tanah yang mampu menyerap air dan mengekstraksi *nutrient essential* dari tanah menurut (Rahminazliah, 2011).

2.5.1 Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi tumbuhan yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun batang dan akar tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat penguapan dan pembuahan pada tanaman. Defisiensi menyebabkan kecepatan pertumbuhan sangat terganggu dan tanaman kurus kering. N merupakan unsur dalam molekul klorofil sehingga defisiensi N mengakibatkan daun menguning atau mengalami klorosis. Ini biasanya dimulai dari daun bagian bawah dan defisiensi yang kuat menyebabkan coklat dan mati.

Fungsi nitrogen pada tanaman sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
2. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan nitrogen menyebabkan *khlorosis* (pada daun muda berwarna kuning).
3. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan.
5. Meningkatkan berkembangbiaknya mikroorganisme didalam tanah (Sutejo, 1990).

2.5.2 Fosfor

Fosfor terdapat dalam bentuk *phitin*, *nuklein* dan *fostide* merupakan bagian dari proto plasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Pranata (2004) mengatakan bahwa kekurangan fosfor dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan tidak baik, pertumbuhan akar atau ranting meruncing, pemasakan buah terlambat, warna daun lebih hijau dari pada keadaan normalnya, daun yang tua tampak menguning sebelum waktunya serta hasil buah atau biji menurun.

Secara umum fungsi fosfor sebagai berikut:

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai.
2. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
3. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah biji atau gabah.
4. Dapat meningkatkan produksi biji-biji (Sutejo, 1990).

2.5.3 Kalium

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium diserap dalam bentuk K^+ monovalensi dan tidak terjadi transformasi K dalam tanaman. Bentuk utama dalam tanaman adalah K^+ monovalensi, kation ini unik dalam sel tanaman. Unsur K sangat berlimpah dan mempunyai energi hidrasi rendah sehingga tidak menyebabkan polarisasi molekul air. Jadi unsur ini dapat berinterferensi dengan fase pelarut dari kloroplas. Sutejo (1990) menyatakan bahwa peranan kalium pada tanaman adalah sebagai berikut:

1. Membentuk protein dan karbohidrat.
2. Mengeraskan jerami dan bagian bawah kayu dari tanaman.
3. Meningkatkan retensi tanaman terhadap penyakit.
4. Meningkatkan kualitas biji/buah.

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Bahan baku	Aktivator	Konsentrasi	Pemanasan	Hasil	Sumber
Sekam padi	KOH	KOH 10%	Karbonisasi: 600°C Pengerinan: 110°C	Kondisi optimum diperoleh pada suhu 600°C selama 90 menit	(Rohmah et al., 2014)
Bambu betung	KOH	(Bahan prakarbonsasi: KOH): 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1	Karbonisasi: 200°C Pengerinan: 105°C	Variasi perbandingan massa bambu dan KOH terbaik adalah 1:1	(Hutapea et al., 2017)
Tempurung Siwalan	KOH	KOH (0,1 M; 0,5 M; dan 1 M)	Aktivasi: 110°C	Kondisi optimum diperoleh pada KOH 1 M	(Lano et al., 2020)
Sekam Padi	KOH	KOH (0,25 M; 0,5 M; 0,75 M; 1 M; 1,25 M)	Karbonisasi: 300°C Aktivasi: 100°C Pengerinan: 110°C	Konsentrasi KOH terbaik adalah KOH 1,25 M	(Satriawan et al., 2021)
Daun Jati	KOH	KOH (0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M)	Karbonisasi: 300°C Aktivasi: 100°C Aktivasi: 100°C	Kondisi Optimum diperoleh pada KOH 2,5 M	(Hydhayat et al., 2022)