

## KARAKTERISASI BIOCHAR DARI AMPAS TEBU DAN KEMAMPUAN PENYERAPAN NITROGEN SEBAGAI AMELIORAN PADA TANAH GAMBUT SECARA IN VITRO

**Warsidah<sup>1</sup>, Harlia<sup>1\*</sup>, Suparnawati<sup>1</sup>, Anthoni B. Aritonang<sup>1</sup>, Puji Ardiningsih<sup>1</sup>,  
Asri Mulya Ashari<sup>2</sup>, Mega S.J. Sofiana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, E-mail: [warsidah@fmipa.untan.ac.id](mailto:warsidah@fmipa.untan.ac.id)

<sup>2</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak

### **Info Artikel**

*Submitted* :19--04-2021

*Accepted* :26-04-2021

### **Keywords:**

Ameliorant, Biochar,  
Characterization,  
Kjedahl, SEM-EDX

### **Kata kunci:**

Amelioran, Biochar,  
Karakterisasi, Kjedahl,  
SEM-EDX

### **Abstract**

*Research has been carried out on the characterization of biochar pores produced from bagasse through a pyrolysis process at a temperature of 110°C for 4 hours, using the Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) method. The biochar of sugarcane pulp produced is then tested for its ability to absorb nitrogen content (% N-total), with the source of N is urea fertilizer through the Kjedahl method based on SNI (2801: 2010), and the source of nitrogen from a solution of ammonium sulfate (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> by the titrimetric method. The SEM measurement results showed that the biochar pores were uniform and micro-sized, while the peat pores were macro in size and irregular. EDX results show that biochar is composed of 100% carbon, while peat soil consists of carbon compounds (C), Oxygen (O) Silica (Si) and Aluminum (Al). Both of biochar and peat have moisture content of 0.38% and 11.79%, ash content of 2.42% AND 24.44%, volatile content of 0.53% and 5.23% of bound or fixed carbon (cf) of 97.02% and 58.53%. The results of the biochar capacity test applied to peat soils can increase the pH of the peat from 5 to 6.5 with the ability to absorb N-total from urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO and N-total fertilizer sources from ammonium sulfate (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution of 38% - 66%, and 56.5% -84.5%.*

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang karakterisasi pori biochar yang diproduksi dari ampas tebu melalui proses pirolisis suhu 110°C selama 4 jam, dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Biochar ampas tebu yang dihasilkan selanjutnya diuji kemampuannya terhadap penyerapan kadar nitrogen (%N-total) secara in vitro, dengan sumber N adalah pupuk urea melalui metode kjedahl berdasarkan SNI (2801:2010), dan sumber Nitrogen dari larutan amonium sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> melalui metode titrimetri. Hasil pengukuran SEM menunjukkan bentuk pori biochar yang seragam dan berukuran mikro sedangkan pori gambut berukuran makro dan tidak beraturan. Hasil EDX menunjukkan biochar tersusun atas 100% karbon, sedangkan tanah gambut terdiri dari senyawa karbon (C). Oksigen)

O, Silika (Si) dan Aluminium (Al). Biochar dan gambut masing-masing memiliki kadar air sebesar 0,38% dan 11,79%, kadar abu 2,42% DAN 24,44%, kadar zat volatil 0,53% dan 5,23% karbon terikat atau *fixed carbon* (cf) sebesar 97,02% dan 58,53. Hasil uji kapasitas biochar yang diaplikasikan pada tanah gambut yaitu dapat menaikkan pH gambut dari 5 menjadi 6,5 dengan kemampuan penyerapan N-total dari sumber pupuk urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  dan N-total dari larutan amonium sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  sebesar 38%-66%, dan 56,5%-84,5%.

## PENDAHULUAN

Lahan gambut di Kalimantan Barat mencapai 11,79% dari luas wilayah 146,807 km<sup>2</sup>, tergolong lahan marginal yang tidak memenuhi persyaratan sebagai lahan pertanian. Tanah gambut dengan tingkat keasaman yang tinggi, kejenuhan basa yang rendah, ketersediaan unsur hara mikro nutrisi dan makro nutrisi yang rendah serta mudah tercuci, disebabkan oleh terdapatnya banyak senyawa asam organik seperti asam fulvat dan asam humat. Kebutuhan pangan yang semakin meningkat, mengakibatkan pembukaan lahan gambut sebagai lahan pertanian tak dapat dihindarkan. Pemanfaatan lahan gambut sebagai lahan pertanian membutuhkan pembenahan dengan penambahan pupuk organik dan anorganik (Fitra S.J., dkk., 2019; Putri T.T.A., 2017; Salawati, dkk., 2016). Penggunaan pupuk dalam pembenahan tanah gambut belum memberikan hasil yang maksimal, karena tanah gambut tidak dapat meretensi unsur makro nutrisi (N, P dan K) sehingga biaya produksi menjadi tinggi. Untuk itu dibutuhkan bahan pembenahan tanah (*amelioran*) yang dapat meretensi unsur makro nutrisi sehingga penggunaan pupuk dapat diefisienkan.

Biochar adalah bahan pembenah tanah (*amelioran*) yang dapat diproduksi dari limbah organik yang mengandung karbon baik berasal dari daun, buah, batang, dan akar tanaman. Biochar adalah istilah untuk zat arang yang berasal dari bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai amelioran untuk memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologis tanah (Sarwono, 2016). Biochar dapat berbentuk bahan padat berupa karbon dari hasil pirolisis limbah organik. Biochar juga dikenal dengan nama charcoal berupa substansi arang yang berasal dari karbonisasi tumbuhan (Kurniawan, dkk., 2016). Proses pembentukan karbon dari suatu zat organik dapat dilakukan melalui pembakaran dengan menggunakan tanur hingga membentuk zat arang (Silaban, 2018). Pirolisis adalah proses pembakaran yang bertujuan untuk pembentukan arang atau karbon (biochar) baik berasal dari limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai *amelioran* pada lahan marginal. Proses pembakaran melalui pirolisis selain menghasilkan arang atau karbon juga menghasilkan produk samping berupa asap cair. Karbon yang dihasilkan berasal dari penyusutan komponen sampel yang dipanaskan melalui penguraian senyawa organik. Sedangkan asap cair berasal dari kondensasi uap selama pembakaran berlangsung (Nazif, R., dkk., 2016; Ridhuan, K., dkk., 2018).

Biochar dapat diproduksi dari beberapa limbah organik seperti limbah tempurung kelapa, sabut kelapa, tandan kosong sawit, tongkol jagung, dan limbah ampas tebu. Keuntungan penggunaan biochar dengan pengaplikasiannya ke tanah yaitu dapat meningkatkan kualitas tanah dengan adanya C-organik yang dapat membantu pembenahan tanah. Penggunaan biochar juga dapat mempercepat perkembangan mikroba yang berperan untuk penyerapan zat hara pada tanah.

Ampas tebu (*Saccharum officinarum* Linn) memiliki kandungan senyawa organik berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat dikonversi menjadi karbon (*biochar*) melalui proses pirolisis dari suhu 200<sup>o</sup>c sampai 700<sup>o</sup>c selama kurang lebih 1 sampai 4 jam (Purnawan, dkk., 2018).

Kualitas biochar hasil pirolisis *amelioran* dapat diketahui melalui karakterisasi menggunakan spektrofotometer SEM-EDX dan beberapa instrument lainnya.

Kurniawan A., dkk (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 V.A dan Sari, M, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi biochar dari ampas tebu dengan melihat porositas dan mengukur kemampuannya dalam mengikat unsur Nitrogen (N) secara invitro sebagai salah satu parameter kelayakan biochar sebagai bahan pembenah tanah gambut.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, dan dilakukan karakterisasi menggunakan alat Spektrofotometer *Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) di Laboratorium SEM FMIPA ITB dan pengujian kemampuan penyerapan unsur nitrogen (N) pada biochar dan gambut dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Tanjungpura Pontianak.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah ayakan mesh 40, 50 dan 60, alat pirolisis, peralatan gelas, hot plat, kondensor, labu destilasi, labu kjedhal, mortal dan alu, neraca analitik, oven, pH universal, shaker, spatula, stopwatch, tanur, termometer, alat instrumen SEM-EDX.

Bahan yang digunakan antara lain adalah limbah ampas tebu, akuades ( $H_2O$ ), asam borat ( $H_3BO_3$ ) 1%, asam klorida (HCl) 0,1 N, asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 0,1 N, indikator fenoltalein (PP), indikator conway, natrium hidroksida (NaOH) 40%, Natrium tiosulfat ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), pupuk urea ( $(NH_2)_2CO$ ), dan tanah gambut.

### Pirolisis

Ampas tebu dibersihkan, dikeringkan di bawah sinar matahari selama 48 jam, selanjutnya dirajang, dan ditimbang, dipirolisis pada suhu  $110^\circ C$  selama 4 jam. Biochar hasil pirolisis didinginkan pada suhu ruangan, digerus dan diayak dengan mesh 40, 50, dan 60. Rendemennya adalah (Aryani, dkk., 2019) :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{massa karbon (g)}}{\text{massa ampas tebu (g)}} \times 100$$

### Analisis Gravimetri Biochar Ampas Tebu dan tanah gambut

#### a. Kadar air

Sebanyak masing-masing 1 gram sampel biochar ampas tebu dan tanah gambut dimasukkan dalam kurs porselen yang telah diketahui massanya, dan dipanaskan dalam oven selama 3 jam pada suhu  $105^\circ C$ . Selanjutnya arang didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan samapai diperoleh massa konstan (Asyifa, D., dkk., 2019);

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{\text{Massa arang yang digunakan}} \times 100\%$$

#### b. Kadar abu

Sebanyak masing-masing 1 gram sampel biochar ampas tebu dan tanah gambut dimasukkan dalam kurs porselen yang telah diketahui massanya. Selanjutnya dipanaskan dalam oven selama 3 jam pada suhu  $105^\circ C$  dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Kemudian diabukan sampel dalam kurs porselen dimasukkan ke dalam tanur sampai membentuk abu pada suhu  $650^\circ C$  kurang lebih

selama 4 jam. Abu yang dihasilkan didinginkan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai mendapatkan massa konstan (Asyifa, D., dkk., 2019);

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{W1 - W2}{\text{Massa arang yang digunakan}} \times 100\%$$

#### c. Kadar zat mudah menguap (kadar volatil)

Sebanyak masing-masing 1 gram sampel biochar ampas tebu dan tanah gambut dimasukkan dalam kurs porselen yang telah diketahui massanya. Selanjutnya dipanaskan dalam oven selama 3 jam pada suhu 105 °C dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 650 °C selama 15 menit. Kemudian didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan sampai mendapatkan massa konstan (Asyifa, D., dkk., 2019);

$$\% \text{ Kadar volatil} = \frac{W1 - W2}{\text{Massa arang yang digunakan}} \times 100\%$$

#### d. Kadar karbon terikat

Jumlah kadar karbon terikat dapat ditentukan melalui perhitungan selisih persentase total dari jumlah persentase kadar air, kadar zat mudah menguap, dan kadar abu dari arang ampas tebu (Aryani, dkk., 2019; Asyifa, D., dkk., 2019);

$$\% \text{ Kadar karbon} = 100\% - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ kadar volatil})$$

#### Uji Serapan Biochar terhadap Kadar Nitrogen Total dari Pupuk Urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO

Uji serapan biochar terhadap kadar nitrogen total dari komposisi pupuk urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO yaitu mengacu pada pengukuran kadar nitrogen total dalam pupuk urea berdasarkan SNI (2801: 2010) sebagai berikut;

##### a. Destruksi pupuk urea (A), tanah gambut (B) dan biochar (C)

Pupuk urea, tanah gambut dan biochar yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 1 gram, dan masing-masing dimasukan dalam labu kjeldahl dengan ditambahkan 25 ml asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,1N. Kemudian ditambahkan 4 gram Natrium Tiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O), selanjutnya masing-masing sampel didestruksi dengan pemanasan pada suhu 300°C hingga gelembung habis selama 3 jam. Larutan hasil destruksi disaring, dan filtrat ditepatkan dengan akuades dalam labu ukur 500 ml.

##### b. Destruksi pupuk urea dan tanah gambut (D)

Pupuk urea dan tanah gambut yang telah dihaluskan masing-masing ditimbang sebanyak 0.5 gram, kemudian dicampur dan dimasukan dalam sebuah labu kjeldahl dengan ditambahkan 25 ml asam sulfat salisilat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,1N. Kemudian ditambahkan 4 gram natrium tiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O), dan didestruksi pada suhu 300°C hingga gelembung habis selama 3 jam. Larutan hasil destruksi disaring, dan filtrat ditepatkan dengan akuades dalam labu ukur 500 ml.

##### c. Destruksi pupuk urea, tanah gambut dan biochar (E)

Sampel pupuk urea, tanah gambut, dan biochar yang telah dihaluskan masing-masing ditimbang sebanyak 0.5 gram, dicampur dan dimasukan dalam labu kjeldahl, ditambahkan 25 ml asam sulfat salisilat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,1N, 4 gram natrium tiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O), dan destruksi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 360°C hingga gelembung habis selama 3 jam. Larutan hasil destruksi disaring, dan filtrat ditepatkan dengan akuades dalam labu ukur 500 ml.

##### d. Destilasi

Masing-masing filtrate hasil destruksi dipipet sebanyak 25 ml dan dimasukan ke dalam labu destilasi, ditambahkan 150 ml akuades (H<sub>2</sub>O), dan ditambahkan 10 ml larutan natrium hidroksida (NaOH) 40%. Kedalamnya dimasukan 2-3 buah batu didih dan proses destilasi dilakukan hingga mencapai 75 ml hasil penyulingan yang ditampung dalam erlenmeyer berisi asam borat 1% dan indikator conway.

##### e. Titrasi

Larutan hasil destilasi masing-masing dipipet sebanyak 10 ml kedalam erlenmeyer yang berbeda. Ditambahkan 3 tetes indikator fenolfalein (PP) dan dilakukan titrasi dengan larutan asam klorida

(HCl) 0,1 N yang telah dilarutkan dalam 500ml (H<sub>2</sub>O). Titrasi dilakukan secara triplo dan dilakukan prosedur yang sama terhadap larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,1 N yang telah dilarutkan dalam 500 ml akuades (H<sub>2</sub>O) sebagai blanko. Sehingga didapatkan nilai kadar Nitrogen total melalui perhitungan berikut ;

$$\% \text{Nitrogen (N)} = \frac{(\text{volume titrasi} - \text{volume blanko}) \times n \times 14}{\text{Massa sampel}} \times 100\%$$

### Uji Serapan Biochar Ampas Tebu terhadap Kadar Nitrogen dari Larutan Ammonium Sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ditimbang sebanyak 16,517 gram ammonium sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilarutkan dalam 250 ml akuades (H<sub>2</sub>O). Kemudian dipipet sebanyak 50 ml dimasukkan kedalam 3 buah erlenmeyer yang berbeda masing-masing berisi 1 gram sampel tanah gambut, biochar, tanah gambut dan biochar. Selanjutnya di shaker selama 2 jam dan disaring untuk memisahkan filtrat dengan residu. Filtrat dipipet sebanyak 10 ml dan dilakukan titrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Kemudian hasil titrasi ditentukan sebagai kadar nitrogen yang terserap.

## HASIL PEMBAHASAN

### Pirolisis

Penggunaan biochar dapat berfungsi untuk meningkatkan pH tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang dapat membantu proses dekomposisi senyawa asam-asam organik, selain itu juga membentuk senyawa khelat terhadap senyawa mikro dan makro nutrien yang dibutuhkan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Goenadi, D.H., dan Laksmi P.S., (2017) uji kemampuan biochar cangkang kelapa sawit yang dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) memberikan hasil yang positif terhadap kemampuan biochar dalam merentensi air, meningkatkan agregat tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK).

Biochar hasil pirolisis ampas tebu (*Saccharum officinarum* Linn) dalam penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk pembenahan lahan perkebunan dalam meningkatkan kandungan C-organik tanah, sehingga perlu dilakukan analisis mengenai karakteristik morfologi permukaan dari biochar tersebut dan kemampuannya dalam menyerap senyawa makro nutrien yang dibutuhkan dalam kesuburan tanah baik pada lahan marginal. Produksi biochar dilakukan melalui proses pirolisis selama 4 jam pada suhu 110<sup>0</sup>C. Proses pembakaran berlangsung dengan degradasi termal tanpa udara yang bertujuan untuk menghindari terbentuknya abu dan meningkatkan suhu dalam tabung pirolisis tiga kali lipat lebih tinggi dari temperatur di bagian luar tabung. Hasil akhir dari proses pirolisis tersebut adalah karbon sebanyak 5 kg dan asap cair sebanyak 600 ml. Menurut Goenadi, D.H., dan Laksmi P.S., (2017), proses pembakaran melalui pirolisis dapat berlangsung pada suhu yang tergolong rendah (< 700 °C) dan menghasilkan produk berupa padatan atau karbon (*Biochar*), cairan (*Biooil*), dan gas (*Syngas*). Pembakaran melalui pirolisis dengan konsep degradasi termal tanpa udara memberikan kemudahan dalam pembentukan karbon selama proses berlangsung (Herlambang, S., dkk., 2017). Perhitungan persen rendemen biochar limbah ampas tebu yang dihasilkan menggunakan metode *Agricultural Chemists International* sebagai berikut ;

$$\% \text{Rendemen} = \frac{5 \text{ kg}}{15 \text{ kg}} \times 100\% = 33,33\%$$

### Analisa Gravimetri

Analisis gravimetri dilakukan berdasarkan penimbangan bobot konstan komponen sampel dalam keadaan murni setelah melakukan proses pemisahan baik melalui pengeringan dan penguapan komponen sampel yaitu merujuk pada penelitian sebelumnya. Nilai persen kadar abu, air dan zat volatil yang terdapat pada sampel biochar ampas tebu dan tanah gambut menunjukkan perbedaan sangat signifikan. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh pembentukan tanah gambut yang merupakan

dekomposisi dari pelapukan tumbuhan dan mempunyai banyak kandungan air disertai asam-asam organik, sehingga kadar air, abu, zat volatil tergolong tinggi dan pH rendah (Fitra J.S. dkk., 2019). Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan hasil analisis gravimetri tersebut dapat ditinjau dari proses produksi biochar ampas tebu, yaitu diproduksi melalui metode pirolisis yang menyebabkan komponen air dan senyawa penyusunnya telah terurai dalam bentuk uap cair selama proses pirolisis berlangsung. Kadar air diperoleh melalui pemanasan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam dari masing-masing 1 gram sampel biochar ampas tebu dan tanah gambut ditunjukkan pada tabel 1. Kadar air tersebut menunjukkan bahwa biochar ampas tebu mempunyai potensi menyerap air dan menahan air baik ketika biochar ampas tebu tersebut diaplikasikan pada lahan gambut dan lahan kering. Biochar mempunyai kemampuan meretensi air yang sangat tinggi sehingga dapat menjaga kelembaban pada tanah (Asifa, D., dkk., 2019).

Jumlah kadar senyawa mineral anorganik yang mempengaruhi kemampuan biochar dalam meretensi air dan menyerap kadar air, dapat diketahui dari jumlah kadar abu. Sebagaimana kadar abu merupakan bahan anorganik yang tidak mengandung unsur karbon sehingga tidak terbakar selama proses pirolisis. Perbandingan jumlah kadar abu tersebut menunjukkan bahwa biochar limbah ampas tebu mempunyai kandungan senyawa mineral anorganik yang sedikit dibandingkan tanah gambut sehingga kualitas biochar limbah ampas tebu tersebut mempunyai kemampuan yang sangat baik dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan menyerap unsur hara seperti mineral-mineral (N, P, dan K) yang dapat mendukung kesuburan tanah baik untuk pembenahan lahan gambut atau lahan kering (Kurniawan A., dkk., 2016).

Tabel 1. Hasil analisis gravimetri biochar ampas tebu dan tanah gambut

Kadar	Biochar Ampas Tebu	Tanah Gambut
Abu (%)	2,42	24,44
Air (%)	0,38	11,79
Zat Volatil (%)	0,53	5,23
Karbon terikat	97,02	58,53
pH	7	5

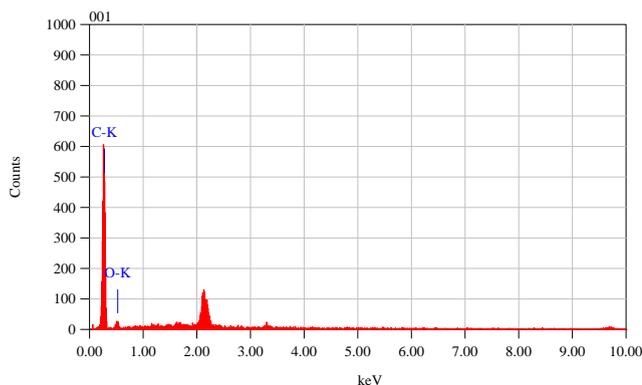
Jumlah kadar abu dalam biochar diketahui berasal dari senyawa anorganik berupa mineral oksida-oksida logam yang tidak menguap dan mempunyai sifat tidak mudah terbakar selama proses pirolisis. Sedangkan kadar abu dari tanah gambut dapat dipengaruhi oleh senyawa organik dan anorganik yang terbentuk berdasarkan faktor pengaruh lingkungan lokasi keberadaan tanah gambut, jenis tanah gambut berupa tingkat kematangan, dan ketebalan tanah gambut. Menurut Iskandar T., dan Umi R., (2017) semakin besar nilai kadar abu maka akan semakin banyak kadar senyawa anorganik yang terdapat dalam biochar sehingga dapat mempengaruhi kualitas biochar dengan membentuk penyumbatan pada pori biochar. Selain itu juga menyebabkan luas permukaan yang sempit dan mempengaruhi nilai kadar karbon yang terikat (*fixed carbon*), serta mempengaruhi kualitas fungsional biochar sebagai bahan pembenahan tanah serta energi alternatif.

#### **Karakterisasi Biochar Ampas Tebu dan Tanah Gambut**

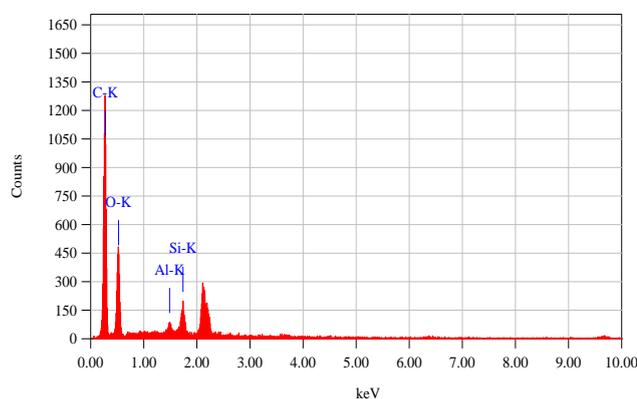
Karakterisasi bentuk pori pada permukaan sampel biochar dan tanah gambut menggunakan instrument SEM sedangkan penentuan kadar senyawa karbon menggunakan instrument EDX. Perbedaan karakteristik morfologi permukaan dan sejumlah kandungan senyawa dari biochar ampas tebu dan sampel tanah gambut dapat diketahui melalui analisis *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Prinsip kerja dari alat instrumen *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) yaitu melalui proses scan berkas elektron pada permukaan sampel dan dengan memanfaatkan energi sinar-x yang berhasil diolah dari intraksi fluoresensi sinar-x terhadap elektron dalam komponen sampel (Sari TA., dkk., 2014 ). Hasil karakterisasi *Scanning*

*Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) sampel biochar limbah ampas tebu dan tanah gambut adalah sebagai berikut :*

Gambar 1. Hasil karakterisasi EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) Biochar ampas tebu



Gambar 2. Hasil karakterisasi EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy sampel tanah gambut.



Hasil dari kedua karakterisasi tersebut menunjukkan perbedaan bahwa sampel biochar ampas tebu hanya mempunyai komposisi senyawa karbon (C), sedangkan sampel tanah gambut menunjukkan adanya senyawa selain karbon (C) (Tabel 2).

Tabel 2. Komponen penyusun tanah gambut dan biochar ampas tebu

Unsur	% Massa	
	Tanah gambut	Biochar
C	91.14	100
O	4.59	-
Al	1.13	-
Si	3.15	-
Total	100	100

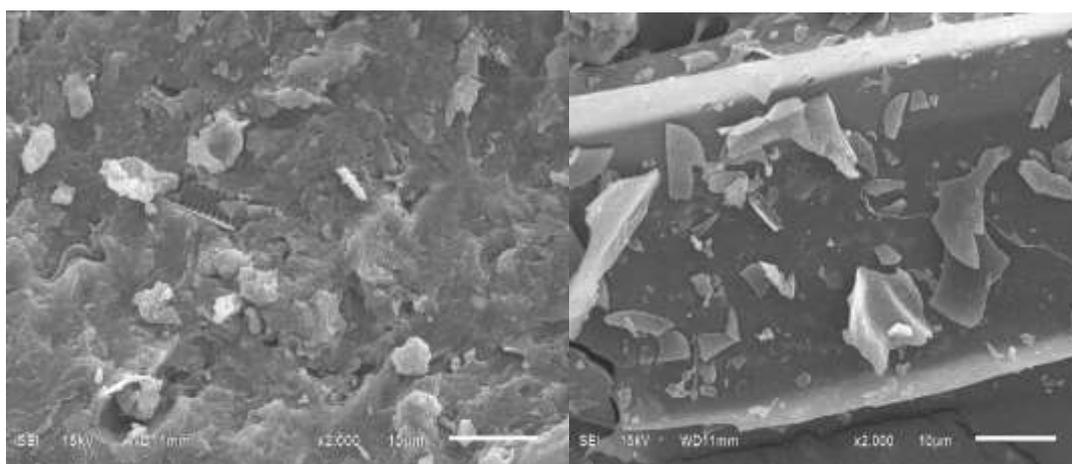
Tetra O.N., dkk., (2018) melaporkan bahwa karbon aktif tanah gambut mempunyai kandungan senyawa karbon 32,71%. Keberadaan beberapa unsur tersebut dalam tanah gambut dapat dipengaruhi oleh dekomposisi atau pengaruh lingkungan dari tanah gambut tersebut. Senyawa aluminium (Al) merupakan senyawa anorganik termasuk kation bersifat asam dan senyawa silika (Si) adalah senyawa

anorganik yang tergolong unsur hara mikro dan keberadaannya hanya sedikit diperlukan tanaman. Kedua senyawa silika (Si) dan aluminium (Al) tersebut merupakan mineral anorganik yang tergolong unsur hara mikro yang sedikit dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman.

Hasil pengukuran dengan instrument SEM menunjukkan adanya pori biochar ampas tebu dalam bentuk mikro pori dan tanah gambut dalam bentuk makro pori. Sebagaimana dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawan A., dkk., (2015) menyatakan bahwa tanah gambut dari hasil karakterisasi SEM-EDX mempunyai morfologi struktur yang tidak beraturan dan tidak tampak keberadaan distribusi pori. Fungsi keberadaan distribusi pori pada suatu material diketahui berperan sebagai celah atau rongga yang dapat mengikat kedua material untuk berinteraksi, sehingga memberikan keuntungan satu sama lain (Goenadi, D.H., dan Laksmi P.S., 2017 ; Tetra O.N., dkk., 2018).

Potensi biochar sebagai bahan amelioran pada tanah gambut dapat berfungsi sangat baik yang diindikasikan dari keberadaan pori dalam bentuk mikro pori yang terdapat pada permukaan biochar. Peranan pori pada biochar tersebut dapat mengisi pori gambut yang porositas sangat tinggi dengan pori dalam bentuk makro pori, sehingga dapat meningkatkan penyerapan air, zat hara dan material-material logam seperti , Mg, N, P, dan K serta senyawa yang mendukung kesuburan pada tanah gambut (Sarwono, R, 2016). Laju permeabilitas tanah gambut sangat cepat, karena komposisinya terdiri dari serat dan sisa pelapukan tumbuhan.

Perbandingan bentuk morfologi permukaan biochar ampas tebu dan tanah gambut dari hasil pengukuran SEM (*Scanning Electron Microscope*) dapat dilihat pada gambar berikut :



A. Gambut

B. Biochar

Gambar 3. Karakterisasi pori gambut (A) dan biochar (B) dengan instrument SEM (*Scanning Electron Microscope*)

#### **Uji Serapan Biochar terhadap Kadar Nitrogen Pupuk urea (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO dan Amonium Sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

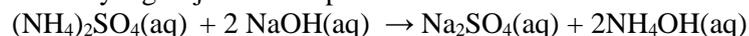
Uji kemampuan biochar dalam menyerap kadar nitrogen total dengan sumber nitrogen (N) dari pupuk urea berdasarkan SNI (2801:2010) yaitu menggunakan metode kjedahl sedangkan untuk sumber N dari amonium sulfat adalah dengan metode titrimetri. Kedua metode tersebut adalah metode yang umum digunakan untuk penentuan kadar suatu zat dalam senyawa tertentu. Penggunaan metode kjeldahl berfungsi untuk penentuan kuantitatif kadar protein kasar berupa senyawa nitrogen dalam bentuk %N-total. Sedangkan metode titrimetri adalah metode analisis kimia kuantitatif yang dapat

digunakan untuk penentuan konsentrasi dari suatu analit yang telah diketahui. Penggunaan pupuk urea dalam meningkatkan kesuburan lahan marginal menjadi hal yang sudah tidak asing lagi di kalangan para petani. Pupuk urea diketahui mempunyai kadar senyawa nitrogen yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan menunjang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan baik bagian batang, cabang dan daun karena unsur N dapat diserap

oleh tanaman dalam bentuk ion yang mudah terlarut dalam air, baik berupa amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) maupun sebagai nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Penggunaan pupuk urea tersebut akan lebih efektif apabila disertai dengan penambahan amelioran sebagai pengikat kadar nitrogen yang dapat mengurangi peruraian atau pelepasan N dalam bentuk ion nitrat dan amoniak yang mudah tercuci oleh air (Yumayanti dan Anjar P.A., 2019; Khotimah K., dan Anak Agung Ngurah G.S., 2020).

Opusunggu M., dan Yulia N., (2018), melaporkan bahwa pengaruh perlakuan adsorpsi dan waktu kontak pada residu biochar yang ditambahkan amonium sulfat dapat mempengaruhi serapan N-total dan pH tanah pada tektur tanah yang berbeda. Sedangkan menurut Lovihan F., dkk., (2019) kemampuan adsorpsi biochar tidak hanya dipengaruhi oleh lamanya waktu perendaman, akan tetapi tekstur dari biochar juga mempengaruhi daya adsorpsi.

Reaksi yang terjadi dalam proses titrasi filtrat larutan amonium sulfat adalah sebagai berikut :



Serapan biochar terhadap unsur N dari larutan amonium sulfat berkisar antara 56 -84 dari kadar awal amonium sulfat 0,5M 98,50% menunjukkan kemampuan adsorpsi biochar ampas tebu sangat baik. Kemampuan adsorpsi dari biochar dapat dipengaruhi oleh keberadaan pori pada permukaan, semakin banyak sebaran pori pada permukaan maka daya serap atau kemampuan adsorpsinya pun akan semakin tinggi (Tetra O.N., dkk., 2018; Opusunggu, M., dan Yulia N., 2018)

Berikut tabel hasil analisis kemampuan biochar ampas tebu dalam menyerap kadar nitrogen total dari komposisi pupuk urea dan serapan biochar terhadap nitrogen total dalam amonium sulfat ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ).

Tabel 2. Hasil uji serapan biochar ampas tebu terhadap nitrogen total dari urea ( $\text{NH}_2)_2\text{CO}$  dan amonium sulfat ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Sampel	% Nitrogen total yang terserap
Urea	28-56
Urea + Biochar	38-66
Urea + Tanah gambut	24-52
Urea + Tanah gambut + Biochar	30-60
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	42-70
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Tanah gambut	14-42
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Biochar	56.5-84.5
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Tanah gambut + Biochar	30-42

\*Kadar awal N-total dalam urea 0,06 M sebesar 80% dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,5 M sebesar 98,50%

Hasil uji serapan biochar terhadap nitrogen total dalam pupuk urea ( $\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) dan amonium sulfat ( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  pada tabel tersebut merupakan nilai %N-total yang terdapat pada filtrat. Sedangkan %N-total yang dapat diserap oleh biochar yaitu nilai %N-total yang terdapat pada residu. Kemampuan biochar ampas tebu dalam menyerap senyawa nitrogen berdasarkan perhitungan %N-total yang teradsorpsi oleh residu biochar yaitu sekitar 38%-66% dari kadar awal nitrogen total dalam pupuk urea

sebesar 80% dan sekitar 56,5%-84,5% dari kadar awal amonium sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) sebesar 98,50%. Data hasil pengukuran serapan biochar terhadap kadar nitrogen tersebut menunjukkan biochar ampas tebu dapat berfungsi sangat baik sebagai amilioran yang dapat mengikat senyawa nitrogen pada pupuk urea ketika diaplikasi pada tanah gambut. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Annisa W., dan Dedi N., (2015) Penggunaan pupuk urea dengan penambahan biochar sekam padi pada lahan sawah yang merupakan tanah masam dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dan dapat mengikat senyawa metana ( $\text{CH}_4$ ).

Pada uji serapan biochar terhadap nitrogen total dalam pupuk urea menunjukkan kadar nitrogen total yang terserap oleh biochar berkisar antara 38-66%, sedangkan kadar nitrogen pada tanah gambut dengan penambahan pupuk urea tanpa biochar yaitu berkisar 24%-52%, dan hasil pengukuran kadar nitrogen total dalam komposisi pada pupuk urea berkisar 28%-56%. Perhitungan persen massa nitrogen tersebut berdasarkan massa awal nitrogen dalam pupuk urea sebesar 80%. Kemampuan menyerap kadar nitrogen yang baik dari biochar dapat dipertimbangkan sebagai amelioran yang dapat mengefisiensikan penyerapan dan pelepasan unsur makro ke dalam media tanam tanah gambut.

Penggunaan biochar ampas tebu sebagai amelioran dalam penelitian ini berdasarkan hasil penyerapan kadar nitrogen dari komposisi pupuk urea yang digunakan sebagai pembenahan tanah gambut dapat berfungsi sangat baik, yaitu dapat mengefisiensi penggunaan pupuk urea berdasarkan penyerapan kadar nitrogen sebesar 38%-66% pada pupuk urea dan 56,5%-84,5% pada amonium sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Biochar ampas tebu dalam penelitian ini mempunyai nilai serapan nitrogen lebih tinggi, dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sudjana B., (2014) yaitu menyatakan bahwa biochar sekam padi mempunyai serapan nitrogen dari komposisi pupuk urea sebesar 33% dan biochar tongkol jagung sebesar 25%. Hal tersebut selain berdasarkan kemampuan biochar dalam mengikat kadar nitrogen dari pupuk urea yaitu juga dapat menetralkan pH tanah gambut sebelumnya pH 5 menjadi pH 6, dan setelah penambahan biochar menjadi pH

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan : 1) Berdasarkan karakterisasi pori menggunakan instrumen SEM menunjukkan pori biochar ampas tebu seragam dan berukuran mikro sedangkan pori gambut berukuran makro dengan bentuk yang tidak seragam, penentuan kandungan karbon dengan instrument DEX menunjukkan bahwa biochar terdiri dari 100% unsur karbon (C) sedangkan gambut terdiri dari karbon (C), oksigen (O), Silika (Si) dan Aluminium (Al). 2) Penggunaan biochar dapat meningkatkan pH gambut dari pH 5 ke pH 7 (netral). Dan 3) Kemampuan biochar dalam penyerapan nitrogen dari sumber pupuk urea dan ammonium sulfat termasuk dalam kategori baik, karena dapat meningkatkan kemampuan penyerapan nitrogen dari gambut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa W. dan Dedi N. 2016. Pengaruh Amelioran, Pupuk dan Sistem Pengelolaan Tanah Sulfat Masam terhadap Hasil Padi dan Emisi Metana. *Jurnal Tanah dan Iklim*. Vol.40(2). Hal: 135-145 ISSN:1410-7244
- Aryani, F., Fina M., dan Wartomo. 2019. Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Arang Arang Dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*), *Indonesia Journal of Laboratory*. Vol.1(2). ISSN : 2655 4887
- Asyifa D., Abdul G., dan Ratu Fazlia I.R.. 2019. Karakteristik Biochar Hasil Pirolisis Ampas Tebu (*Sacharum officinarum Linn*) dan Aplikasinya Pada Tanaman Seledri (*Apium Graveolens L.*), *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*. Vol.3(1). Hal: 15-20

- Azhari R., Nerty S., dan Yulia A. 2018. Pengaruh Pupuk Kompos Ampas Tebu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). Jurnal Agroecotania, Vol.; 1(2), p-ISSN; 2621-2846, e-ISSN; 2621-2856, hal: 49-57
- Fitra J.S., dan Sugeng P., dan Maswar. 2019. Pengaruh Pemupukan pada Lahan Gambut Terhadap Karakteristik Tanah, Emisi CO<sub>2</sub> dan Produktivitas Tanaman Karet. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, Vol.6(1), hal.;1145-1156 r-ISSN. 25499793
- Goenadi D.H., dan Laksmi P.S. 2017. Kontroversi Aplikasi dan Standar Mutu Biochar. Jurnal Sumberdaya Lahan, Vol.11(1), hal.; 23-32, ISSN. 1907-0799
- Herlambang S., AZ., Purwono BS., Susanti Rina dan Heru Tri Sutiono. 2017. Petunjuk Pembuatan Biochar dengan Sistem Selongsong Putar Universitas Pembangunan Nasional "VETERAN" Yogyakarta, ISBN 9786026248282
- Khotimah K., Anak Agung Ngurah G.S., dan I Wayan D.A. 2020. Dinamika Amonium dan Nitrat pada Lahan Sawah Semi Organik untuk Tanaman Padi Lokal dan Hibrida di Subakat Jatiluwih Kabupaten Tabanan. Jurnal AGROTROP. Vol. 10(1), hal: 39-48. e-ISSN; 2654-4008 p-ISSN; 2088-155X
- Kurniawan A., Budi H., Medha B., dan Setyono Y.T. 2016. Pengaruh Penggunaan Biochar pada Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Produksi Tanaman, Vol.4(2). Hlm:153-160
- Lovihan M., Taufik I., dan Wahyu D.P. 2019. Pengkayaan Biochar Tongkol Jagung, Sekam Padi dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Dengan Penambahan Amonium Nitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia, Vol.3(1), hal. 12-18, ISSN.; 2548771X
- Mentari, V.A., dan Seri M. 2018. Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>). Jurnal ST Conference series. Vol. 01 hal: 204-208 ISSN; 2624-7074
- Nazif R., Erlangga W., Halimatuddhaliana. 2016. Pengaruh Suhu Pirolisis Dan Jumlah Katalis Karbon Aktif Terhadap Yield Dan Kualitas Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Jenis Polipropilena. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol.5(3). Hal. 49-55
- Putri T.T.A. 2017. Pengelolaan Sumberdaya Lahan Gambut Di Kuburaya Klaimantan Barat Menuju Lahan Tanpa Bakar. Jurnal Penelitian AGROSAMUDRA. Vol. 4(2). Hal. 92-109
- Ridhuan K., Dwi I., Yulita Z., Nugroho A. 2018. Pengaruh Cara Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi Arang Dan Asap Cair yang Dihasilkan. Jurnal Seminar Nasional Teknologi Terapan, ISSN;2339-028X. hal. 141-150
- Ompusungu M., dan Yulia N. 2018. Pengaruh Residu Biochar Kotoran Ayam Diperkaya Amonium Sulfat Terhadap Sifat Kimia Tanah Serapan N dan Produksi Tanaman pada Tanah dengan Tekstur Berbeda. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan. Vol. 5(1). hal. 765-773. ISSN; 2549-9793
- Purnawan C., Tri M., Ima P.R. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Silika Abu Ampas Tebu Termodifikasi Arginin sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II). ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia. Vol. 14(2) hal.; 333-348
- Sari TA., Hamdi, dan Fatni Mufit. 2014. Identifikasi Mineral Magnetik Pada Guano di Gua Bau-Bau Kalimantan Timur Menggunakan Scanning Microscope (SEM). Jurnal Pillari of Physics Vol. 01, Hal. 97-104
- Sarwono, R. 2016. Biochar Sebagai Penyimpanan Karbon, Perbaikan Sifat Tanah dan Mencegah Pemanasan Global. Jurnal Kim.Terap. Indonesia. Vol.18(1) p-ISSN. 0853-2788. e-ISSN; 2527-7669. Accreditation number. 540/AU1/P2MI LIPI/06/2013.

- Silaban, D.P., 2018. Sintesis Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa Limbah Mesin Boiler Sebagai Bahan Penyetrap Logam Cd, Cu, dan Pb. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol.29(2). hlm. 119-127
- Salawati, Muhammad Basir, Indrianto Kadekoh dan Abd. Rahim Thaha. 2016. Potensi Biochar Sekam Padi Terhadap Perubahan pH, KTK, C organik dan P Tersedia pada tanah Sawah Inceptisol. *Jurnal Agroland*. Vol. 23(2). ISSN.0854-641X. EISSN.2407-7607
- Tetra O.N., Hermansyah A., Syukri, Bustanul A., Asih N. 2018. Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Dari Tanah Gambut Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor Berbahan Dasar Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Zarah*. Vol.6(2). Hlm. 47-45. p-ISSN. 2354-7162. e-ISSN. 2549-2217
- Widianto E., Kardiman, dan Najnudin F. 2018. Karakterisasi Pasir Besi Alam Pantai Samudera Baru Dan Pemanfaatannya Sebagai Filler Pada Sistem Penyaringan Elektromagnetik. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. Vol.2(1). e-ISSN;2549-9750, p-ISSN; 2579-9118
- Yusmayanti, M., dan Anjar P.A. 2019. Analisis Kadar Nitrogen pada Pupuk Urea, Pupuk Cair dan Pupuk Kompos dengan Metode Kjeldahl. *Jurnal AMINA*, Vol.1(1)