

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritik

2.1.1 Biologi dan Taksonomi Tanaman Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor*) tanaman asli Afrika Timur di wilayah Abessinia, Ethiopia, dan sekitarnya yang kini menjadi tanaman kosmopolitan menyebar ke seluruh dunia. Sorgum yang menyebar ke India diperkirakan berasal dari Afrika Timur dan kemudian menyebarkan ke China (BPPTP 2013). Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan sereal utama keempat dunia dalam hal produksi setelah beras, jagung dan gandum (Ratnavathi & Patil 2013). Sorgum tanaman sereal yang sejak lama diusahakan petani di Indonesia meskipun dengan luasan yang relatif sempit (Irawan & Sutrisna 2011). Bahkan sorgum mengandung protein (8-12%) setara dengan terigu atau lebih tinggi dibandingkan dengan beras (6-10%), dan kandungan lemaknya (2-6%) lebih tinggi dibandingkan dengan beras (0,5-1,5%) (Widowati *et al.* 2010).

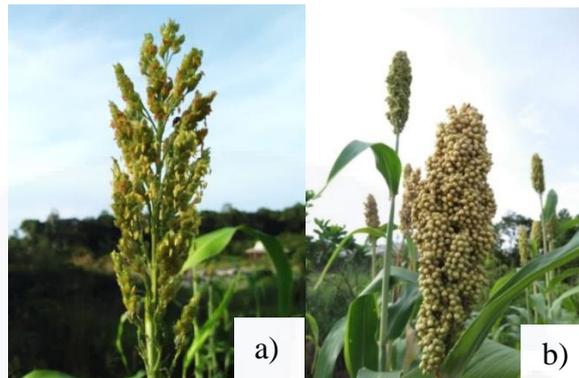
Taksonomi tanaman sorgum adalah sebagai berikut (BPPTP 2013):

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Poales
Family : Poaceae
Sub family : Panicoideae
Genus : *Sorghum*
Species : *Sorghum bicolor* (L.) Moench

2.1.2 Morfologi Sorgum (*Sorghum bicolor*)

Tanaman sorgum memiliki biji berkeping satu dengan sistem perakaran serabut, tidak membentuk akar tunggang perakaran hanya terdiri atas akar lateral (Andriani & Isnaini 2012). Biji sorgum berbentuk bulat, dengan ukuran 4-8 mm. Komposisi bagian biji sorgum terdiri atas kulit luar 8%, lembaga 10% dan

endosperm 82%. Warna biji sorgum sangat bervariasi mulai dari putih, kuning, merah, coklat dan ungu. Biji sorgum dapat dikelompokkan sebagai biji berukuran kecil (8-10 mg) , medium (12-24 mg) dan besar (25-35 mg). Rata-rata sorgum memiliki tinggi 2,6-4 meter (Rifa'i 2015) morfologi tanaman sorgum di sajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi tanaman sorgum a) bunga sorgum, b) biji sorgum

Tanaman sorgum mempunyai batang berbentuk silinder dengan diameter berkisar antara 0,5-5,0 cm, tingginya berkisar 0,5-4,0 m tergantung varietasnya, beruas-ruas (*internodes*) dan berbuku-buku (*nodes*). Permukaan ruas batang sorgum mirip dengan tanaman tebu, yaitu diselubungi oleh lapisan lilin yang tebal, kecuali pada ujung batang. Setiap ruas memiliki alur yang berselang-seling. Tinggi batang sorgum manis yang dikembangkan di China dapat mencapai 5 meter sehingga sangat ideal dikembangkan untuk pakan ternak dan penghasil gula (Iriany & Makkulau 2014).

Daun merupakan organ penting bagi tanaman karena tempat proses terjadinya fotosintesis. Sorgum mempunyai daun berbentuk pita, dengan struktur terdiri atas helai daun dan tangkai daun. Panjang daun sorgum rata-rata 1 m dengan penyimpangan 10-15 cm dan lebar 5-13 cm. Stomata berada pada permukaan atas dan bawah daun. Jumlah daun bervariasi antara 7-40 helai, dan berwarna hijau muda hingga hijau tua dengan permukaan mengkilap oleh lapisan lilin. Lapisan lilin tersebut menyebabkan tanaman sorgum mampu hidup dalam cekaman kekeringan (Hermawan 2015).

Tanaman sorgum memiliki bunga yang berbentuk malai bertangkai panjang, tegak lurus, dan berada pada pucuk batang. Bunga sorgum termasuk bunga sempurna memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah. Bentuk bijinya berbentuk oval hingga bulat dan warnanya bisa merah, putih, kuning, coklat atau warnanya. Jika hanya pericarp yang diwarnai, benih biasanya berwarna kuning atau merah (Plessis 2008). Bentuk tanaman sorgum secara umum hampir mirip dengan jagung yang membedakannya adalah tipe bunga dimana jagung memiliki bunga tidak sempurna sedangkan sorgum bunga sempurna (Nik *et al.* 2017).

Tanaman sorgum dapat dipanen tergantung dari varietas tanaman sorgum yang ditanam dan tergantung keperluan hasil panen. Panen biji untuk bahan pangan dilakukan setelah biji masak fisiologis yaitu mengandung tepung pecah apabila digigit. Umur panen sekitar 90-110 HST. Pada saat pemanenan sebaiknya pemotongan dilakukan pada pangkal tangkai atau malai buah sorgum dengan panjang sekitar 15-25 cm, lalu dikeringkan agar mudah dalam perontokan. Kadar air saat perontokan tidak lebih dari 15%. Panen tanaman sorgum (batang, daun dan biji) untuk bahan pakan ternak dilakukan pada umur tanaman 75-80 HST. Panen batang sorgum untuk diperas niranya dilakukan pada umur tanaman 90-105 HST. Hasil perasan batang sorgum yaitu nira digunakan untuk gula cair atau difermentasi menjadi bioetanol sebagai bahan bakar pengganti bensin (Bambang 2010).

2.1.3 Syarat Tumbuh Sorgum (*Sorghum bicolor*)

Areal yang berpotensi untuk pengembangan sorgum di Indonesia sangat luas, meliputi daerah beriklim kering atau musim hujannya pendek serta tanah yang kurang subur. Pengembangan sorgum juga tidak terlepas dari pengolahan tanah karena pengolahan tanah merupakan paket teknologi dalam kegiatan pembudidayaan sorgum (Rifa'i 2015).

Sorgum mampu beradaptasi pada kondisi kekeringan. Secara fisiologis, permukaan daun sorgum yang mengandung lapisan lilin dan sistem perakaran yang ekstensif, fibrous, dan dalam cenderung membuat tanaman lebih efisien dalam absorpsi dan pemanfaatan air (laju evapotranspirasi sangat rendah)

(Subagio & Suryawati 2012). Tanaman sorgum dapat tumbuh dan berproduksi di lahan yang kurang subur, air terbatas, dan berpasir dengan pH 5,0-7,5 dan suhu tanah $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

Tanaman sorgum akan tumbuh baik pada ketinggian 1–500 m di atas permukaan laut di Indonesia. Curah hujan yang ideal untuk keberhasilan produksi sorgum adalah 50-100 mm per bulan (Tabri & Zubachtirodin 2013). Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman sorgum berkisar antara $21-35^{\circ}\text{C}$, sedangkan kisaran suhu tanah minimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan adalah $15-18^{\circ}\text{C}$. Kebutuhan air tanaman sorgum untuk dapat berproduksi optimal adalah 400-450 mm, lebih rendah dibandingkan dengan jagung yang membutuhkan air 500-600 mm selama pertumbuhannya (Aqil & Bunyamin 2012). Waktu terbaik untuk menanam adalah ketika ada cukup air di tanah dan suhu tanah adalah 15°C atau lebih tinggi pada kedalaman 10 cm (Plessis 2008).

2.2 Karakteristik *Tailing* Pasir Pasca Pertambangan Timah

Aktivitas pertambangan timah yang terus berlangsung menyebabkan degradasi lahan dan kualitas tanah semakin menurun sehingga luas lahan kritis terus bertambah (Hamid *et al.* 2017). Lahan bekas tambang timah yang didominasi oleh *tailing* pasir memiliki fraksi pasir mencapai 80-95% (Inonu *et al.* 2010). Kegiatan tambang timah secara nyata menurunkan kualitas lahan baik sifat fisik maupun kimia tanah karena lahan yang ditinggalkan berupa hamparan *tailing* pasir.

Tailing merupakan sisa dari proses penggerusan batuan tambang yang mengandung biji material untuk diambil mineral berharganya (Sondakh *et al.* 2015). *Tailing* memiliki dua fraksi, yaitu *tailing* pasir yang memiliki tekstur kasar dan *tailing* slime yang didominasi oleh partikel halus (debu dan klei) dan memiliki struktur yang kompak. *Tailing* timah bersifat sangat porous, tekstur kasar (pasir) dengan kapasitas memegang air rendah serta kapasitas tukar kation tergolong sangat rendah, pH tanah sangat masam, kadar C-organik, hara N, P, K, dan kejenuhan basa sangat rendah, serta kadar besi cukup tinggi yang berpotensi meracuni tanaman (Hamid *et al.* 2017).

Menurut penelitian Asmarhansyah *et al.* (2017) bahwa karakteristik kimia tanah bekas penambangan timah di Pulau Bangka memiliki pH 4.7, C-Organic 0.13%, N-total 0.01%, Ca 0.11 cmol(+)/kg, Mg 0.04 cmol(+)/kg, K 0.01 cmol(+)/kg, Na 0.03 cmol(+)/kg, KTK 1.22, pasir 81%, Debu 11%, Liat 8% dan jenis tekstur tanah pasir. Pada pH tanah penambangan timah yang ditinggalkan adalah asam yang sangat kuat menurut klasifikasi reaksi tanah. Implikasi lahan dengan tekstur pasir adalah rendahnya kapasitas menahan air maupun kapasitas tukar kation (KTK) karena laju infiltrasi air dan perkolasi tergolong tinggi.

2.2.1 Sifat Fisik

Kegiatan penambangan timah berdampak secara nyata terhadap sifat fisik. Hasil penelitian Oktavia *et al.* (2015) melaporkan bahwa pada musim kemarau, suhu pada permukaan *tailing* pasir putih tergolong tinggi, yaitu 35,5-40,0°C. Kelembaban tanah lahan pasca tambang dan kelembaban udara di sekitar lahan pasca tambang menjadi lebih rendah, temperatur tanah lahan pasca tambang dan temperatur udara di sekitar lahan pasca tambang menjadi lebih tinggi. Menurut Sutono dan Nurida (2012), tekstur pasir *tailing* terdiri dari fraksi pasir sebanyak 92%, debu 5,5%, dan liat 2,5%.

2.2.2 Sifat Kimia

Asmarhansyah (2015) melaporkan bahwa kandungan logam berat Pb dan Hg dari *tailing* di Pulau Bangka, yaitu Pb berkisar dari 1,8-9,1 ppm dan untuk Hg berkisar dari 0,002-0,135 ppm. Pada pH *tailing* timah bekas penambangan timah berkisar dibawah pH 5,5 akan menentukan tinggi rendahnya unsur hpara yang diserap tanaman. Unsur hara akan mudah diserap akar pada kondisi pH normal.

Tingkat kesuburan *tailing* tergolong rendah karena memiliki pH tanah yang masam (pH 4,7), C-organik 0,13 (sangat rendah), N-total 0,01% (sangat rendah), kelas tekstur pasir. Oleh sebab itu, diperlukan penambahan kompos sebagai sumber hara awal untuk tanaman (Santi *et al* 2015). *Tailing* pasir pasca pertambangan timah mengandung C-Organik 0,64 %, KTK 6,91 meg/100 g, P 0,4 ppm, Ca 0,58 ppm (Pratiwi *et al.* 2012).

2.2.3 Sifat Biologi

Aktivitas penambangan timah menyebabkan hilangnya biodiversiti flora dan fauna alami, terhentinya kegiatan mikrobiologi tanah dan menurunnya kualitas dan produktivitas tanah (Adewole & Adesina 2011). Rendahnya kesuburan tanah ditunjukkan oleh pH tanah sangat masam sampai masam, kadar C-organik, hara N, P, K, KTK dan kejenuhan basa sangat rendah. Kadar besi dan kejenuhan Al yang tinggi berpotensi meracuni tanaman. Menurut penelitian Budianta *et al.* (2013), menyatakan bahwa *tailing* pasir memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah akibat hilangnya lapisan tanah atas dan penurunan kadar bahan organik tanah.

Populasi mikroba tanah merupakan salah satu komponen terpenting dari tanah. Bakteri mempunyai peranan penting dalam proses dekomposisi bahan organik, terutama pada saat tingkat kelembaban yang tinggi. Tanah lapisan atas yang hilang dan ditimbun, bakteri akan mati karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai (Erfandi 2017). Bakteri BPF adalah kelompok bakteri aerob dan anaerob fakultatif yang dapat hidup dengan atau tanpa oksigen. Di *tailing* pasir bakteri BPF masih dapat bertahan hidup karena pasir memiliki porositas yang tinggi, sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh BPF dapat masuk ke dalam tanah (Heliani 2010).

2.3 Kandungan Abu Boiler

Abu boiler merupakan limbah padat pabrik kelapa sawit hasil dari sisa pembakaran cangkang dan serat di dalam mesin boiler (Priyambada *et al.* 2015). Abu dari sisa boiler diketahui bersifat basa, mengandung mineral anorganik dan unsurunsur logam, yang merupakan unsur hara atau nutrisi yang diperlukan tanaman (Purwati 2007). Pemberian abu boiler pada tanah yang masam seperti tanah gambut dan ultisol dapat meningkatkan pH tanah, P tersedia dan K-tukar serta serapan P tanaman dan tidak berpengaruh kepada kadar C-organik tanah, N-total, tinggi tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, serta serapan N dan K tanaman. Perlakuan kontrol dan pemberian abu boiler meningkat pH tanah dari 5,24 menjadi 5,73, P-tersedia tanah dari 9,40 ppm menjadi 23,98 ppm, kalium

dapat dipertukarkan meningkat dari 0,51 me/100 menjadi 0,71 me/100 dengan dosis 27,3 g/pot (Elia *et al.* 2015).

Abu boiler banyak mengandung unsur hara yang sangat bermanfaat dan dapat diaplikasikan pada tanaman sawit sebagai pupuk tambahan atau pengganti pupuk anorganik. Unsur hara yang terkandung dalam abu boiler adalah N 0,74%, P₂O₅ 0,84%, K₂O 2,07%, Mg 0,62% (Astianto 2012). Bahan organik sebenarnya merupakan bahan pembenah tanah yang sudah relatif di masyarakat, meskipun umumnya petani memberikan bahan organik lebih ditujukan sebagai pupuk (Dariah *et al.* 2015). Abu boiler sebagai bahan organik yang mana bahan ini dikenal baik sebagai bahan yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Penambahan abu boiler dapat menaikkan pH tanah.

Abu boiler, abu jangjang dan sludge kelapa sawit memiliki kandungan hara yang dapat meningkatkan kesuburan kimia tanah. Hasil analisis laboratorium dalam penelitian Ramadhani *et al.* (2015) menunjukkan bahwa abu jangjang mengandung hara N-Total dan kalium (K) yang sangat tinggi dan sedang yaitu 3,64% dan 30% K₂O, kandungan unsur hara abu boiler adalah N 1,98%, P₂O₅ 0,67%, K₂O 4,13%. Berikut tabel 1. merupakan analisis kimia berbagai limbah pada kelapa sawit.

Tabel 1. Hasil Analisis pH H₂O dan unsur hara pada limbah kelapa sawit

Sifat Kimia	Limbah Kelapa Sawit		
	Abu Jangjang	Abu Boiler	Sludge
pH H ₂ O	12,30 (Alkalis)	9,30 (Alkalis)	5,23 (Masam)
N-Total (%)	3,64 (Sangat Tinggi)	1,98 (Sangat Tinggi)	1,12 (Sangat Tinggi)
P ₂ O ₅ (ppm)	1,40 (Sangat Rendah)	0,67 (Sangat Rendah)	0,51 (Sangat Rendah)
Kalium (K ₂ O)	30,0 (Sedang)	4,13 (Sangat Rendah)	2,82 (Sangat Rendah)

Sumber: Laboratorium PT Central Plantation Services Riau (2015); Ramadhani *et al.* (2015)

2.4 Hipotesis

1. Pemberian dosis abu boiler kelapa sawit berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum di media *tailing* pasir pasca penambangan timah.
2. Pemberian dosis abu boiler kelapa sawit 112,5 *g/polybag* merupakan perlakuan terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum di media *tailing* pasir pasca penambangan timah.

