

# REKAYASAN TANAH UNTUK PERBAIKAN TANAMAN REKLAMASI PASCA PENAMBANGAN BATUBARA



YUSANTO NUGROHO  
SUYANTO



LPPM Universitas Lambung Mangkurat

2021

# **REKAYASA TANAH UNTUK PERBAIKAN TANAMAN REKLAMASI PASCA PENAMBANGAN BATUBARA**

Yusanto Nugroho  
Suyanto

Desain Cover dan Layout;  
Yusanto Nugroho

## PRAKATA

Buku ini merupakan merupakan salahsatu studi kasus yang ada di perusahaan tambang batubara yang berkedudukan di Desa Hajak Kecamatan Teweh Baru Kabupaten Barito Utara-Muara Teweh Kalimantan Tengah. Studi ini sebagai upaya untuk pelibatan perguruan tinggi dalam penerapan pengetahuan agar memberikan banyak masukan dalam kegiatan perbaikan tanaman reklamasi lahan pasca penambangan batubara, agar pemulihan lingkungan dan keberhasilan reklamasi lahan cepat terwujud.

Buku ini merupakan hasil studi tanaman reklamasi pada berbagai umur tanaman, evaluasi pertumbuhan tanaman dan evaluasi terhadap kondisi tanah serta evaluasi sistem reklamasi lahan yang dilakukan. Dalam buku ini kami menyajikan kondisi tanaman secara aktual di lapangan dan upaya perbaikan tanaman reklamasi agar mampu mencapai keberhasilan tanaman sesuai dengan aturan keberhasilan reklamasi baik dari kementerian maupaun dari pemangku dinas terkait (Dinas Kehutanan ataupun BPDAS HL Barito).

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada banyak pihak yang telah membantu dan berperan hingga buku ini dapat diterbitkan.

1. Perusahaan yang telah memberikan fasilitas selama pengambilan data di lapangan
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat ULM yang memberikan izin kepada kami (Yusanto Nugroho dan Suyanto) untuk melaksanakan tugas pengambilan data di lapangan
3. Banyak pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas saran dan masukannya demi perbaikan buku ini.

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
Prakata	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
I existing Tanaman reklamasi.....	1
II Teknis Studi .....	5
III Hasil Evaluasi dan Perbaikan Tanaman.....	8
3.1. Persen tumbuh tanaman reklamasi .....	9
3.2. Komposisi jenis dan Pertumbuhan tanaman .....	11
3.2.1. Komposisi Jenis .....	11
3.2.2. Pertumbuhan tanaman .....	17
A. Analisis Pertumbuhan Tanaman.....	17
B. Tebal Tanah Pucuk.....	18
C. Penataan Sistem Draenase Tanah.....	22
D. Analisis Hara di Dalam Tanah.....	26
3.3. Rekomendasi Perbaikan Tanaman Reklamasi.....	32
3.4. Persemaian.....	34
3.5. Rekomendasi Perbaikan Persemaian.....	38
Lampiran.....	40

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Data Curah Hujan Kabupaten Barito Utara .....	3
2 Persen Tumbuh Tanama .....	9
3 Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman .....	17
4 Tebal tanah pucuk masing-masing pertumbuhan .....	18
5 Tekstur tanah lahan reklamasi .....	23
6 Kedalaman tanah jenuh air .....	25
7 Hasil beberapa analisis laboratorium pada berbagai lokasi pengamatan .....	26

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Lokasi tambang .....	2
2 Peta titik-titik pengamatan .....	7
3 Pola Eksisting kegiatan Tanaman Reklamasi.....	12
4 Skema pertama pola tanaman reklamasi 4 x 4 m tanaman fast growing dengan sisipan mata empat (4 x 4 m) tanaman lokal .....	13
5 Skema kedua pola tanaman reklamasi campuran beberapa jenis fast growing dengan sisipan mata empat (4 x 4 m) tanaman lokal .....	14
6 Skema pertama pola tanaman reklamasi 3 x 3 m dengan pencampuran tanaman Sengon Laut dengan tanaman lokal .....	15
7 Skema kedua pola tanaman reklamasi 3 x 3 m dengan pencampuran tanaman fast growing (Sengon Laut/Mahoni/Ampupu/Angsana dll) dengan tanaman lokal.....	15
8 Skema pola tanaman reklamasi 3 x 4 m dengan pencampuran tanaman <i>fast growing</i> (Sengon Laut/Mahoni/Ampupu/Angsana dll) dengan tanaman lokal.....	16
9 Contoh tebal tanah dengan kedalaman top soil yang tipis (0-30 cm).....	20
10 Contoh tebal tanah dengan kedalaman top soil yang dalam (40-60 cm).....	21
11 Tebal tanah pucuk pada lahan original (150-200 cm).....	22
12 Perbedaan pertumbuhan masing-masing sistem draenase tanah .....	24
13 Contoh tanah pada kedalaman 10 cm sudah jenuh air.....	25
14 Tanah dengan tanaman LCC (a) dan Tanah tanpa LCC (b).....	29
15 Tanaman pokok yang terlilit LCC perlu dilakukan perawatan dengan pembebasan vertical.....	30
16 Persemaian .....	36
17 Media saph di lapangan .....	37
18 Media yang terlalu lembab .....	38

**I.**  
**EXISTING TANAMAN REKLAMASI**

Lokasi penelitian merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang kegiatan pertambangan batubara. Perusahaan ini beroperasi di Kalimantan Tengah yang secara administrasi lokasi kegiatan berada di Jl. Negara KM 24 Desa Hajak Kecamatan Teweh Baru Kabupaten Barito Utara-Muara Teweh Kalimantan Tengah. Pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi berdasarkan Keputusan Bupati Barito Utara yang berlaku untuk periode 18 tahun terhitung sejak tanggal 28 Desember 2009. Wilayah IUP Operasi Produksi berlokasi di Hajak, Teweh Baru, Kabupaten Barito Utara dengan luas 4.298 hektar.



Gambar 1. Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan penelitian terletak sekitar  $\pm 250$  km ke Timur dari Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Selanjutnya untuk mencapai lokasi terdapat 2 jalur alternatif menuju muara teweh dari Palangka Raya yaitu sebagai berikut:

- a. Melalui jalur darat, dapat ditempuh selama  $\pm 8$  jam dengan menggunakan kendaraan roda empat melalui rute Palangka Raya –Buntok - Muara Teweh.
- b. Melalui jalan udara, pesawat langsung dari Palangka Raya ke Muara Teweh, dengan waktu penerbangan selama  $\pm 45$  menit.

Secara geografis terletak di desa Hajak, Kecamatan Teweh Baru, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Letak lokasi berada pada garis Bujur Timur



115°01' 40" sampai 115° 04' 44,56" dan garis Lintang Selatan 00° 58'31,42" sampai 01° 03' 22,06". Kesampaian lokasi berada pada jarak± 29 km arah Tenggara dari kota Muara Teweh

Daerah ini termasuk daerah yang beriklim tropis, dimana musim penghujan berlangsung atau diperkirakan terjadi pada bulan September sampai bulan April. Pada musim penghujan besarnya curah hujan tertinggi mencapai 258 mm, suhu udara di daerah penyelidikan berkisar dari 24° - 33° C dan kelembaban 65 – 80%. (berdasarkan Data Curah Hujan Stasiun Meteorologi Beringin, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Barito Utara). Data curah hujan Kecamatan Teweh Baru Kabupaten Barito Utara dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Curah Hujan Kabupaten Barito Utara

<b>Tahun/Bulan</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Januari</b>	186	433	245	268	147
<b>Februari</b>	280	338	484	80	392
<b>Maret</b>	182	249	321	208	420
<b>April</b>	338	296	521	242	455
<b>Mei</b>	260	168	394	380	516
<b>Juni</b>	292	202	115	142	129
<b>Juli</b>	92	52	121	492	128
<b>Agustus</b>	127	158	153	392	48
<b>September</b>	32	6	236	55	
<b>Oktober</b>	88	45	341	178	
<b>Nopember</b>	295	565	352	631	
<b>Desember</b>	441	546	207	353	
<b>Jumlah</b>	2.613	3.058	3.490	3.421	2.235
<b>Rata-rata</b>	217	254	290	285	279

Berdasarkan data curah hujan tersebut, bahwa rata-rata hujan setiap tahun mencapai di atas 2.000 mm/tahun, hal ini menunjukkan bahwa hutan hampir terjadi sepanjang tahun, tidak pernah terjadi dalam satu bulan tidak terjadi hujan, hal ini sangat penting dalam kegiatan reklamasi tanaman pasca penambangan. Perusahaan saat ini melakukan operasional pada 2 pit aktif yaitu Pit pertama dengan luas sebesar 8,4 Ha dan Pit kedua dengan luas sebesar 31,8 Ha. Produksi batubara perusahaan tidak melebihi dari 5 juta MT per tahun. Pasca kegiatan penambangan dilakukan kegiatan reklamasi yang berjalan secara kontinyu, setelah kegiatan perbaikan lahan reklamasi selanjutnya langsung ditanami dengan jenis tanaman

utama Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) dan tanaman pencampur berupa tanaman lokal seperti Plajau, Ulin, Kujanjing, Kajajumpi dll.

Kegiatan reklamasi dan revegetasi tanaman pasca kegiatan penambangan telah berjalan dengan baik artinya proses pelaksanaan reklamasi dilakukan sesuai teknis yang telah dianjurkan dalam dokumen lingkungan (Amdal) yang dimiliki oleh Perusahaan. Namun demikian berdasarkan hasil evaluasi tanaman seluas 126,1 ha tanaman reklamasi terdapat variasi pertumbuhan tanaman dengan 2 klasifikasi yaitu tanaman dengan pertumbuhan baik sebanyak 78,9 ha (62%), dan sisanya ialah tanaman dengan pertumbuhan kurang baik, hal ini menyebabkan pengaruh dalam penilaian dari kementerian terkait pengembalian jaminan reklamasi lahan yang kurang optimal. Oleh karena itu diperlukan berbagai upaya untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman reklamasi dalam jangka pendek agar memberikan pertumbuhan tanaman secara optimal.

-----

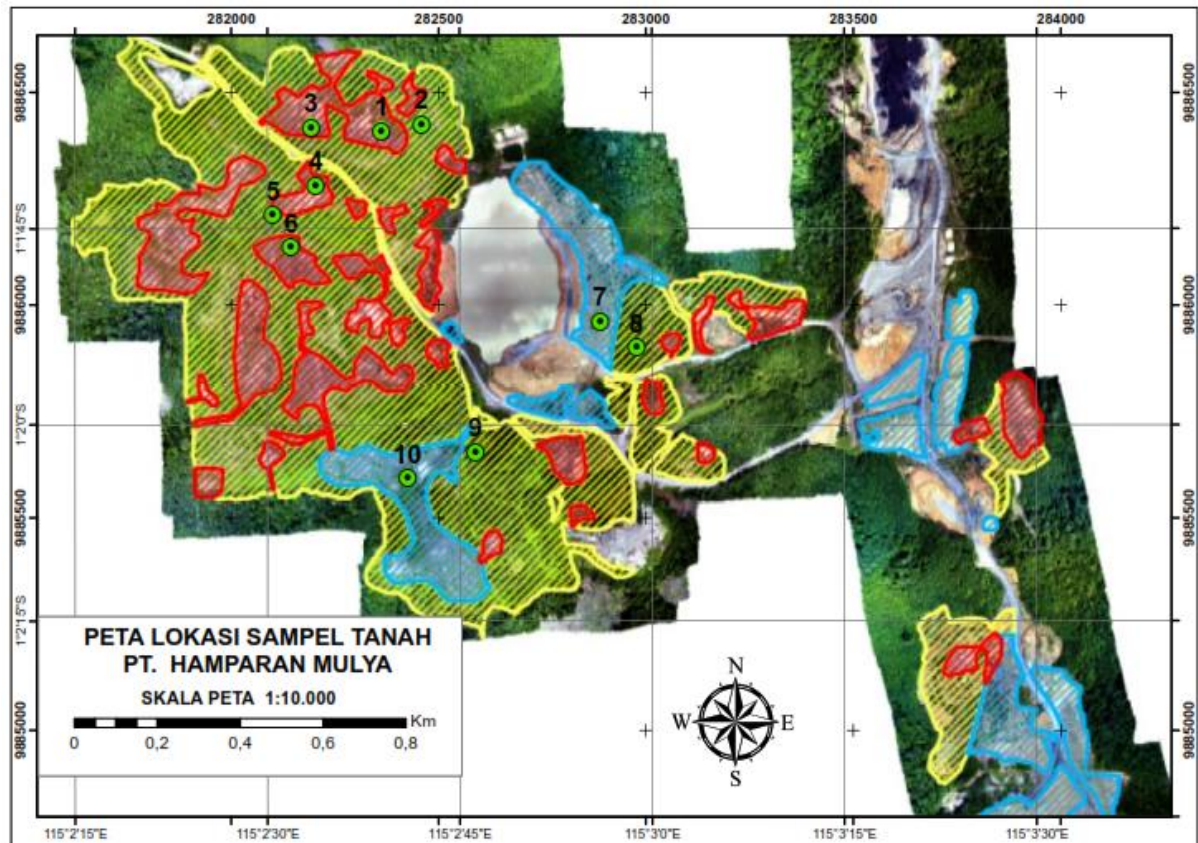
## **II. TEKNIS STUDI**

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan September tahun 2021, dengan mengamati area-area reklamasi yang telah dilakukan oleh perusahaan terutama pada luasan 126,1 ha maupun area reklamasi umur 1 tahun. Metode kerja yang dilakukan adalah sesuai dengan tahapan studi meliputi:

1. Identifikasi & evaluasi keragaman pertumbuhan tanaman dan karakteristik lahan (tanah).  
Identifikasi dan evaluasi keragaman dilakukan dengan mengukur pertumbuhan tanaman seluas 126,1 ha dengan menggunakan petak ukur berbentuk lingkaran yang ditetapkan dengan menggunakan sistem *Purposif Sampling*. Dasar penentuan petak ukur di lapangan dengan membagi lahan berdasarkan hasil citra dron, untuk yang pertumbuhan baik, pertumbuhan sedang dan pertumbuhan lambat. Plot ukur yang digunakan ditetapkan sebagai petak ukur permanen, berbentuk lingkaran dengan jari-jari plot 7,98 m ( $\pm 200 \text{ m}^2$ ), tersebar di area reklamasi sesuai dengan kelas pertumbuhan tanaman.  
Evaluasi karakteristik lahan dilakukan dengan menggunakan kartu selidik tanah, dengan melihat 7 komponen kualitas lahan yaitu rejim temperatur (komponen iklim mikro sesaat), ketersediaan air, media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, toksisitas dan terrain. Masing-masing komponen kualitas lahan akan di selidiki kondisi parameter lahan, sehingga akhirnya dapat menyimpulkan kondisi lahan area reklamasi secara aktual.
2. Melakukan pengambilan & uji sampel tanah.  
Pengambilan sampel tanah merupakan satu bagian dalam mengkaji karakteristik lahan, sampel tanah diambil pada petak ukur kelas pertumbuhan tanaman, maka jumlah sampel tanah akan sama dengan petak ukur pertumbuhan yang buat, seandainya ada karakteristik lahan yang sama maka sampel tanah akan dikurangi sesuai kebutuhna kesamaan sifat lahan di lapangan.
3. Evaluasi & kondisi nurseri.  
Evaluasi ini didasarkan dengan menggunakan rekam data kegiatan persemaian yang dimulai dari kualitas benih, media tabur, media semai, media saph dan media adaptasi serta bibit siap tanam. Selain itu dilakukan evaluasi terhadap komponen persemaian dan kelengkapan persemaian.
4. Memberikan rekomendasi untuk memperbaiki performa lahan reklamasi dan revegetasi serta menyusun langkah-langkah penyempurnaan agar pertumbuhan tanaman optimal sesuai dengan Permenhut 60/2009 dan Kepmen ESDM No. 1827.K/30/MEM/2018.
5. Rekomendasi teknologi yang tepat dalam reklamasi.

Rekomendasi akan dijabarkan dalam bentuk panduan teknik reklamasi, sesuai dengan karakteristik lahan dan hasil evaluasi tanaman, upaya perbaikan tanaman akan dicantumkan untuk memperbaiki kondisi tanaman yang, selain panduan dapat digunakan juga untuk reklamasi di area lain yang masih dalam karakteristik lahan yang sama.

Peta titik pengamatan di lakukan pada area reklamasi dan area original disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Peta titik-titik pengamatan

6. Pendampingan baik secara langsung maupun secara daring dalam bentuk diskusi dalam lingkup kegiatan reklamasi.
7. Setelah kajian selesai dilakukan dengan menghasilkan berbagai rekomendasi dan panduan dalam pelaksanaan reklamasi lahan, selanjutnya secara simultan akan dilakukan pendampingan secara kontinyu baik secara langsung maupun daring untuk memantau perkembangan upaya perbaikan tanaman reklamasi.

**III.  
HASIL EVALUASI DAN UPAYA  
PERBAIKAN TANAMAN**

### 3.1. Persen tumbuh tanaman reklamasi

Tanaman reklamasi yang digunakan untuk pemulihan lahan pasca kegiatan penambangan batubara menggunakan tanaman pokok berupa Sengon Laut (*Paraserinthes falcataria*), selanjutnya untuk pencampur tanaman menggunakan jenis tanaman lokal seperti Plajau, Ulin, Kujanjing, Kajajumpi dll. Tanaman sengon laut merupakan jenis tanaman yang adaptif terhadap lingkungan lahan bekas kegiatan penambangan batubara, dari berbagai perusahaan yang menggunakan sengon laut sebagai tanaman reklamasi menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik bahkan pada lahan marginal. Namun demikian area reklamasi yang dilakukan penanaman sengon laut menunjukkan variasi pertumbuhan tanaman yang cukup signifikan, hasil penilaian dari kementerian menunjukkan bahwa sebagian tanaman reklamasi memberikan respon pertumbuhan yang kurang baik (38 %).

Berdasarkan analisis data lapangan yang diambil dari berbagai plot pengamatan menggunakan plot ukur lingkaran dengan jari-jari lingkaran sebesar 9,8 m (atau dengan luasan area plot  $\pm 200 \text{ m}^2$ ). Menurut Permenhut No. 60 Tahun 2009 mengenai penilaian keberhasilan tanaman reklamasi maka di dalam lahan reklamasi untuk mendapatkan skor maksimal (skor 5) maka jumlah tanaman di lahan reklamasi lebih besar atau sama dengan 625 tanaman per hektar. Jumlah tanaman ini apabila dikonversi dalam jarak tanam maka minimal jarak tanam di lahan berukuran 4 x 4 meter dengan persen hidup tanaman 100 %. Hasil pengamatan persen tumbuh tanaman di lapangan berdasarkan plot pengamatan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Persen Tumbuh Tanaman

No	Klasifikasi	Rata-rata jumlah tanaman aktual (tanaman)	Persen tumbuh (%)	Jumlah sebenarnya dalam plot (minimal)	Input tambahan minimal (tanaman)	Jumlah tambahan tanam minimal (tanaman/ha)
1	Baik	14	100	13	0	0
2	Kurang baik	7	54	13	5	250

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa pada petak-petak yang memberikan pertumbuhan tanaman kurang baik memerlukan input tanaman 250 tanaman/ha, hal ini karena persen tumbuh tanaman hanya mencapai 54 %. Penggunaan jarak tanam di lapangan saat ini terdapat 8 x 4 meter untuk tanaman Sengon laut dengan sisipan tanaman lokal pada

jalur 8 x 4 meter sehingga penggunaan tanaman sebenarnya ialah 4 x 4 atau 625 tanaman per ha. Penggunaan jarak tanam 4 x 4 m atau 8 x 4 m dengan sisipan 8 x 4 m maka berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan No.60/2009 tanaman reklamasi diwajibkan memiliki persen hidup tanaman sebesar 100 %. Hal ini dengan asumsi bahwa untuk mendapatkan skor 5 (skor maksimal) maka tanaman tersedia minimal sebanyak 625/ha harus tertanam di lahan, apabila kurang dari jumlah tersebut berarti penilaian tidak akan mendapatkan skor yang maksimal.

Penggunaan jarak tanaman yang lebar 4 x 4 meter memang di lapangan akan memberikan banyak keuntungan yaitu:

1. Lebih efisien dalam hal penggunaan jumlah semai yang disiapkan untuk kegiatan penanaman
2. Biaya yang disediakan untuk kegiatan penanaman lebih kecil yaitu upah terhadap jumlah lubang tanam, upah penanaman dan upah pemeliharaan pemupukan.

Namun demikian penggunaan jarak tanam 4 x 4 m atau 8 x 4 m dengan sisipan tanaman lokal 8 x 4 m juga memiliki kekurangan yang perlu diperhatikan seperti:

1. Tidak mentoleransi adanya kematian tanaman (tanaman wajib hidup 100 %)
2. Biaya perawatan untuk pengendalian gulma menjadi bertambah, karena jarak tanam yang lebar lebih cenderung menciptakan ruang terbuka untuk gulma (alang-alang, rumput-rumputan dll) tumbuh dan berkembang.
3. Gulma yang tumbuh dalam lahan terbuka akan cepat menjadi pesaing bagi tanaman untuk mendapatkan nutrisi di dalam tanah, walupun kehadiran gulma juga menguntungkan untuk mensuplai bahan organik ataupun menurunkan suhu tanah.

Untuk memacu persen hidup tanaman reklamasi maka segera dilakukan perbaikan tanaman dengan memberikan input tanaman minimal 250 tanaman /ha diupayakan dengan jenis tanaman *fast growing* (cepat tumbuh) lain seperti Mahoni (*Swietenia mahagoni* atau *Swietenia macrophylla*), Angsana (*Pterocarpus Indicus*), Eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*), Jabon (*Antocephalus cadamba*), Kayu putih (*melaleuca leucaderon*) dll, jenis-jenis tersebut mampu beradaptasi pada lingkungan kurang subur atau lahan marginal seperti lahan pasca tambang. Penggunaan tanaman *fast growing* tersebut dengan ukuran bibit minimal 1 meter yang sudah dilakukan adaptasi tanaman di persemaian sehingga tanaman tidak akan mengalami stress saat di tanam pada daerah dengan suhu tinggi di lahan reklamasi.

Penggunaan bibit dengan ukuran yang tinggi akan menguntungkan terutama untuk mempercepat lahan-lahan yang terlihat kurang persen tumbuhnya dapat segera dipenuhi oleh tanaman yang adaptif sehingga persen hidup tanaman akan meningkat dengan cepat.



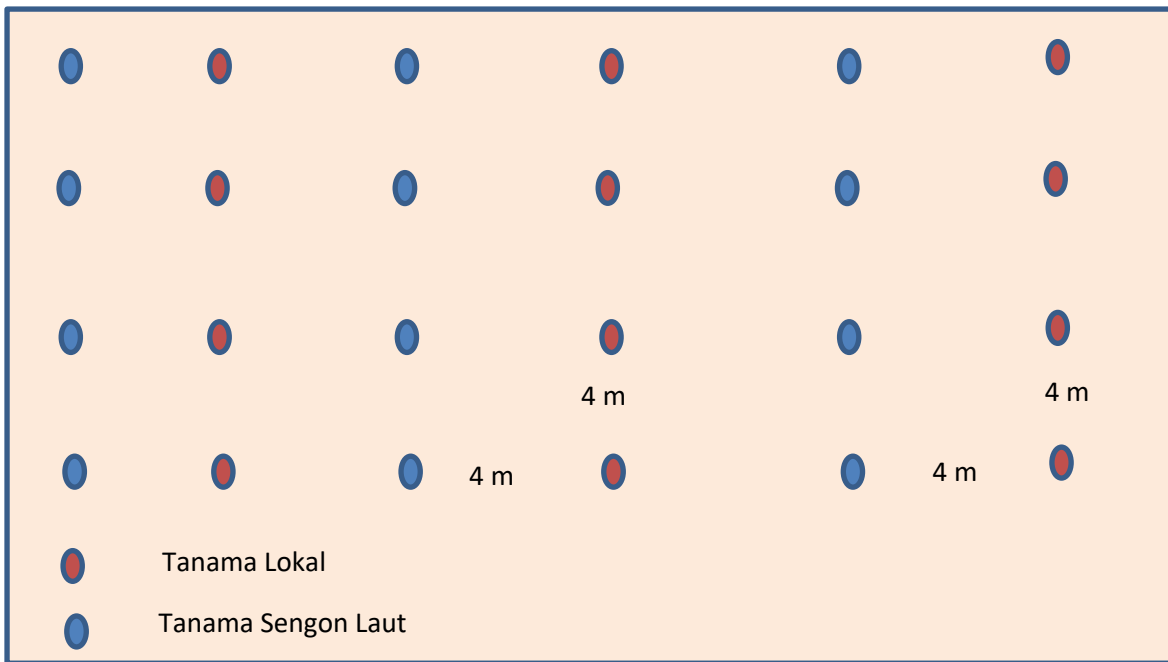
Bibit dengan ukuran yang tinggi dan sudah dilakukan adaptasi apabila di tanam di lahan reklamasi maka tanaman akan cepat berkembang karena sistem perakaran tanaman sudah terbentuk sempurna, seperti jenis Mahoni, Eucalyptus dan Angsana. Jenis-jenis tersebut sangat mudah didapatkan karena jenis-jenis tersebut mudah dikembangbiakkan terutama Mahoni dan Eucalyptus dengan menggunakan biji dan Angsana dengan menggunakan bahan vegetatif seperti stek batang.

Untuk kegiatan reklamasi baru sebaiknya dilakukan penanaman menggunakan jarak tanam sebesar 3 x 3 m, hal ini untuk memacu persen hidup tanam agar mendapatkan skor maksimal sebesar 5. Jarak tanam 3 x 3 m ini akan memberikan toleransi terhadap tanaman yang mati, oleh karena pada saat penilaian harus memenuhi syarat minimal 625 pohon/ha dengan jarak tanam 3 x 3 ini dapat mudah terpenuhi walaupun terjadi kematian di lahan hingga 20 %. Selain itu jarak tanam yang rapat akan mempercepat tajuk bersinggungan sehingga masing-masing tanaman akan berpacu meningkatkan pertumbuhannya. Lebih cepat lahan tertutupi oleh tanaman maka gulma di lahan akan dapat ditekan serta kondisi iklim mikro di bawah tegakan akan mempercepat suksesi tanah reklamasi yang menyebabkan tanaman lebih cepat beradaptasi, tumbuh dan berkembang.

### **3.2. Komposisi jenis dan Pertumbuhan tanaman**

#### **3.2.1. Komposisi Jenis**

Komposisi jenis tanaman merupakan salah satu faktor penilaian keberhasilan reklamasi, tanaman yang menggunakan campuran tanaman lokal lebih dari atau sama dengan 40 % akan mendapatkan nilai maksimal dengan skor 5 Di lapangan telah menerapkan penanaman jenis tanaman lokal seperti Plajau, Kajajumpu, Meranti yang ditanam berselang lajur dengan tanaman pokok berupa Sengon laut. Hal ini dapat dijelaskan bahwa jarak tanam pokok Sengon Laut 8 x 4 m selanjutnya di tengahnya ditengahnya pada jarak 4 meter di tanami lajur tanaman jenis lokal, sehingga jarak tanaman di lapangan menjadi 4 x 4 m seperti Gambar berikut:

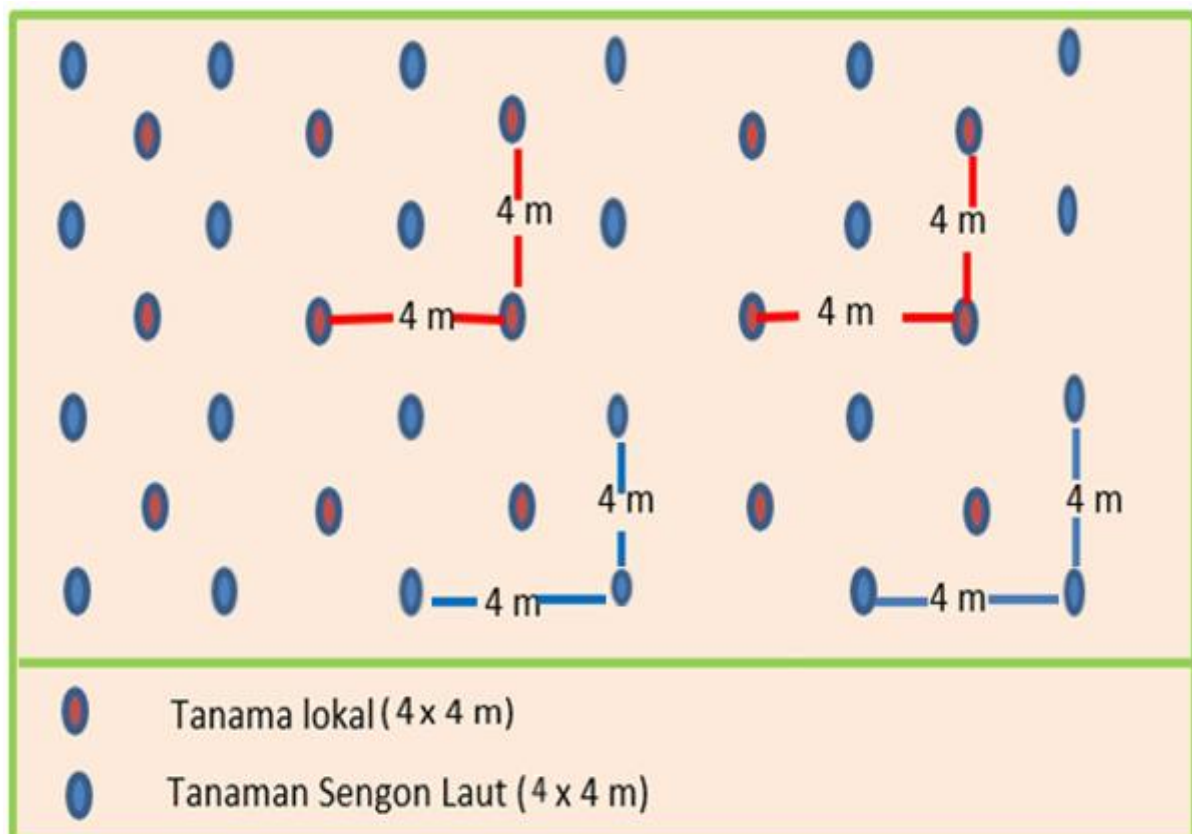


Gambar 3. Pola Eksisting kegiatan Tanaman Reklamasi

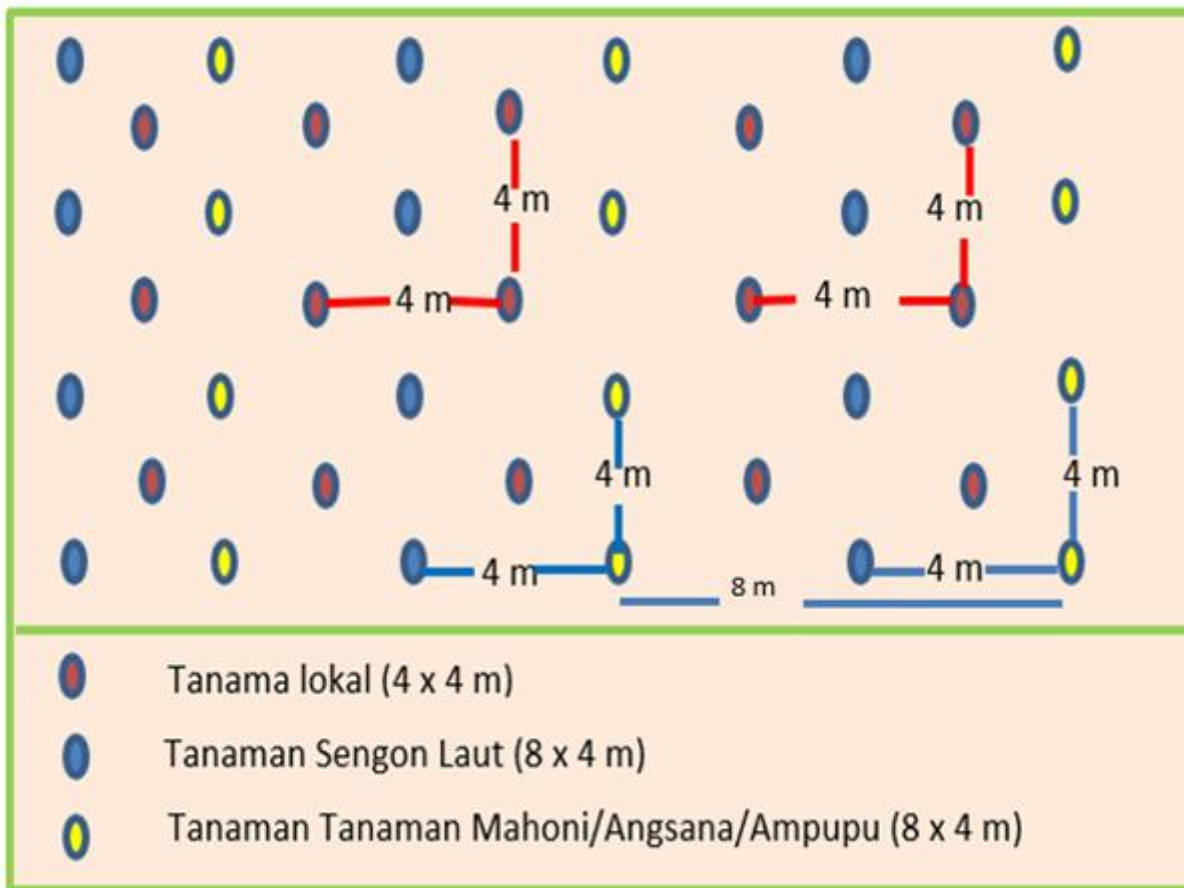
Pola eksisting tanaman yang dilakukan sebagian besar menggunakan pola seperti Gambar 3 yaitu jumlah tanaman 625 tanaman per ha dengan komposisi 50 % tanaman lokal dan 50 % tanaman Sengon Laut (*fast growing species*). Pola tanaman ini sebenarnya tidak salah tetapi dengan pola ini tanaman diharapkan 100 % hidup dan tumbuh dengan baik karena syarat untuk mendapatkan skor tertinggi dalam penilaian keberhasilan tanaman (Permenhut 60/2009) wajib minimal 625 tanaman per ha. Jarak tanam yang lebar memungkinkan tanaman kurang mengalami persaingan tajuk, sehingga pola ini menyebabkan pertumbuhan tanaman meninggi kurang begitu cepat, hal ini berdasarkan teori silvikultur bahwa rumus pertumbuhan tinggi merupakan fungsi dari jarak tanam, artinya bahwa apabila jarak tanaman rapat maka tanaman akan dipacu pertumbuhan meninggi karena adanya persaingan tajuk sedangkan apabila jarak tanam lebar maka pertumbuhan meninggi dan perkembangan diameter akan dipacu secara bersamaan, kondisi ini menyebabkan pertumbuhan tidak mutlak mengejar pertumbuhan tinggi. Oleh karena itu di lapangan dengan jarak tanam yang lebar secara aktual banyak pertumbuhan tanaman yang kurang optimal.

Berdasarkan pola penanaman eksisting maka dapat dilakukan perbaikan pola penanaman dengan campuran jenis *fast growing species* (species cepat tumbuh) umumnya jenis tanaman eksotik (dari luar) dan *Slow growing species* (spesies lambat tumbuh) yang pada umumnya jenis tanaman lokal (*indegeneus*). Untuk meningkatkan pertumbuhan dan peningkatan komposisi tumbuhan eksotik dan indigeneus maka terdapat skema:

1. Menggunakan jarak tanam 4 x 4 m dengan jenis tanaman *fast growing spesies* baik secara murni ataupun campuran tanaman fast growing seperti pencampuran sengon laut, mahoni (*Swietenia mahagoni* atau *Swietenia macrophylla*), atau ampupu/eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) keduanya akan saling memacu pertumbuhan tanaman sehingga lahan lebih cepat tertutupi oleh tanaman. Kemudian pada mata empat (di tengah tanaman fast growing disisipkan tanaman lokal seperti Kajajumpi, Alaban, Meranti dll, secara bersama-sama maka lahan akan terjadi persaingan tajuk karena jarak tanam menjadi sekitar 2 x 2 meter, hal ini dapat menekan tumbuhnya gulma. Tajuk tanaman fast growing akan lebih cepat menutupi lahan, hal ini akan memberikan ruang iklim mikro bagi tanamn *slow growing spesies* untuk tumbuh dan berkembang. Dengan pola ini maka jumlah tanaman *fast growing* akan mencapai 625 tanaman/ha (50 %) dan penambahan *slow growing spesies* sebanyak 625 (50 %) sehingga total tanaman 1.250 tanaman.

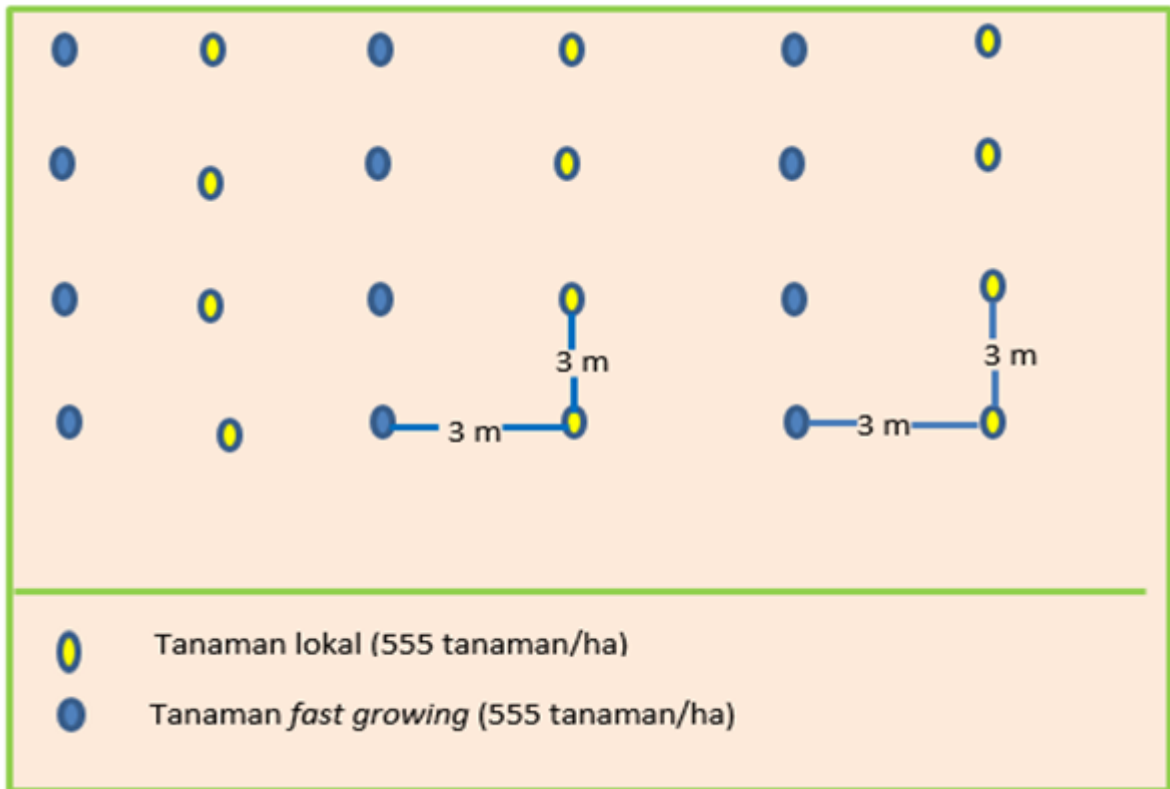


Gambar 4. Skema pertama pola tanaman reklamasi 4 x 4 m tanaman fast growing dengan sisipan mata empat (4 x 4 m) tanaman lokal

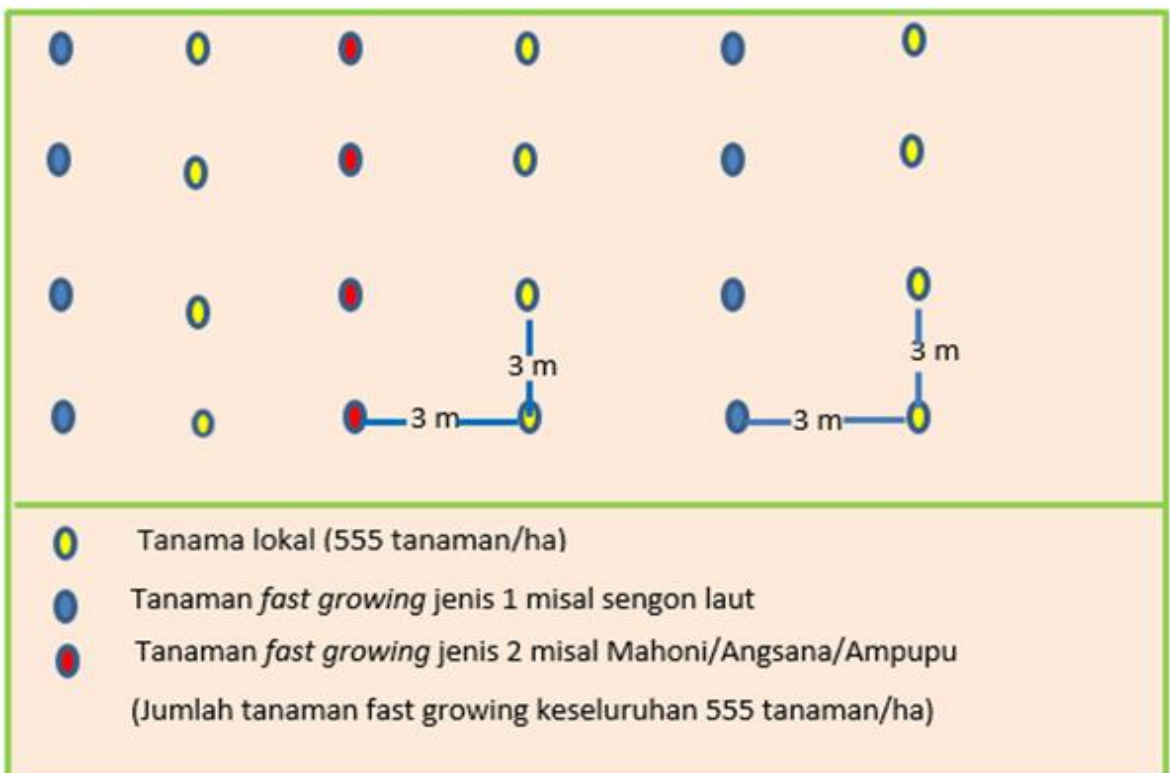


Gambar 5. Skema kedua pola tanaman reklamasi campuran beberapa jenis *fast growing* dengan sisipan mata empat (4 x 4 m) tanaman lokal

2. Penggunaan pola jarak tanam 3 x 3 m, pola ini akan menghasilkan tanaman di lahan dengan total tanaman 1110 tanaman/ha. Jarak tanaman rapat ini akan menghasilkan kecepatan tumbuh lebih optimal dibandingkan dengan jarak tanaman yang lebih lebar, maka pola pencampuran tanaman ini terdapat dua skema yaitu pola pertama tanaman *fast growing* dengan jenis murni seperti Sengon Laut dan pencampurnya adalah tanaman lokal. Pola kedua tanaman *fast growing* (Sengon Laut, Mahoni, Ampupu, Angsana) dilakukan pencampuran tanaman dan digabungkan dengan tanaman *slow growing species*, jarak tanam yang rapat memungkinkan untuk tanaman *slow growing* untuk tumbuh dan berkembang. pola ini akan menghasilkan tanaman *fast growing* sebanyak 555 (50%) dan tanaman lokal sebanyak 555 (50%). Dua pola tanaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

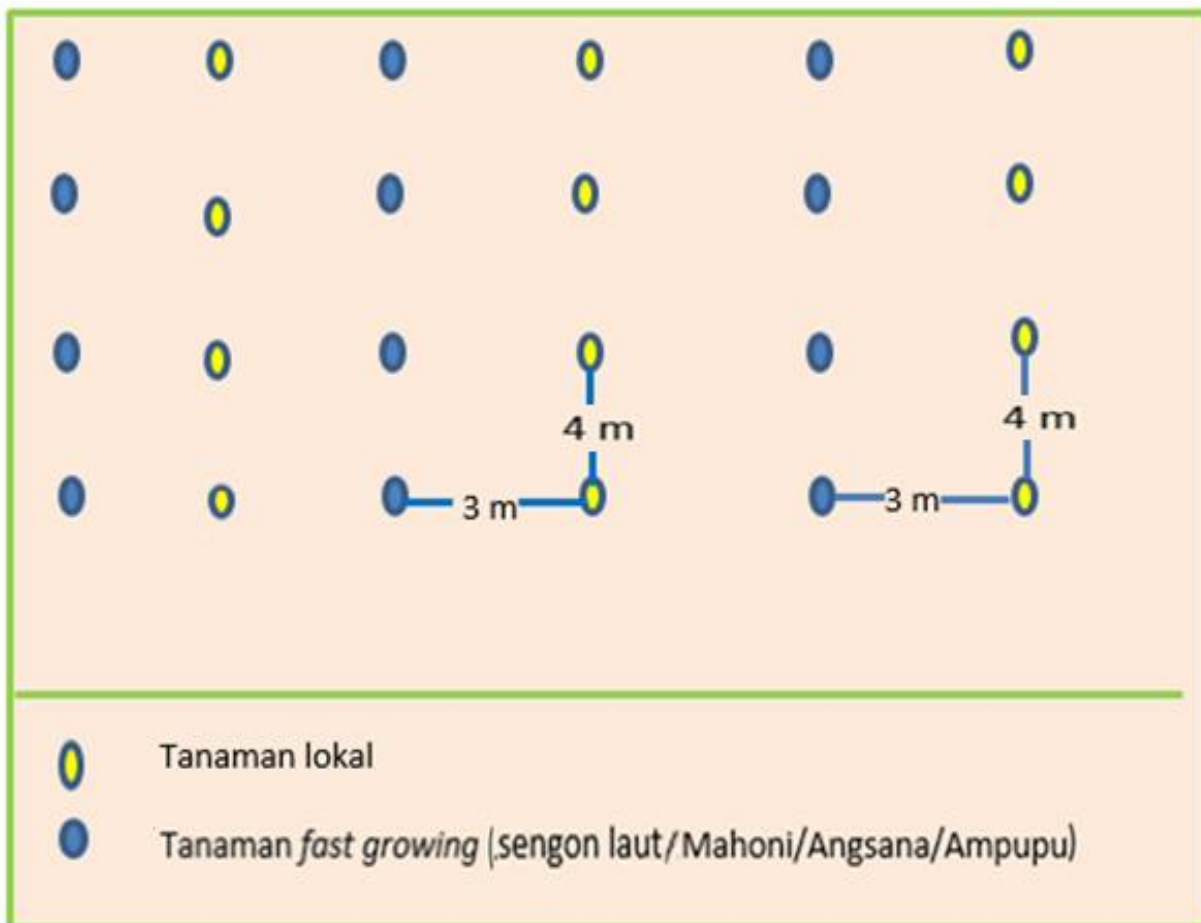


Gambar 6. Skema pertama pola tanaman reklamasi 3 x 3 m dengan pencampuran tanaman Sengon Laut dengan tanaman lokal



Gambar 7. Skema kedua pola tanaman reklamasi 3 x 3 m dengan pencampuran tanaman *fast growing* (Sengon Laut/Mahoni/Ampupu/Angsana dll) dengan tanaman lokal

3. Penggunaan pola jarak tanam 3 x 4 m, pola ini akan menghasilkan tanaman di lahan dengan total tanaman 830 tanaman/ha. Jarak tanaman ini masih cukup lebar untuk perbaikan tanah di lahan reklamasi, namun demikian lebih rapat dibandingkan 4 x 4 m, jarak tanam ini juga masih lebih toleran terhadap kematian hingga 20 % di lapangan. Pilihan jarak tanam ini digunakan apabila biaya penanaman dengan jarak tanam 3 x 3 dirasakan tinggi. Penggunaan jarak tanam 3 x 4 menggunakan pola pencampuran tanaman tanaman *fast growing* dengan jenis murni atau campuran seperti Sengon Laut, mohoni dll dengan tanaman tanaman lokal. Pola tanaman ini akan menghasilkan tanaman *fast growing* sebanyak 415 (50%) dan tanaman lokal sebanyak 415 (50%). Dua pola tanaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Skema pola tanaman reklamasi 3 x 4 m dengan pencampuran tanaman *fast growing* (Sengon Laut/Mahoni/Ampupu/Angsana dll) dengan tanaman lokal

### 3.2.2. Pertumbuhan tanaman

#### A. Analisis Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman merupakan penambahan ukuran, baik dalam ukuran tinggi maupun ukuran diameter. Tanaman yang pertumbuhannya baik pada waktu awal memiliki pertumbuhan meninggi (vertical) lebih cepat, selanjutnya diikuti dengan pertumbuhan horizontal atau perkembangan diameter tanaman. Hal untuk menjamin agar batang mampu menyangga tajuk tanaman. Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman reklamasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman

No	Area Pengamatan	Rata-rata tinggi (m)	Rata-rata diameter (cm)
1	Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik	14,38	14,0
2	Pertumbuhan tanaman reklamasi kurang baik	4,82	5,99
3	Area tanaman umur 1 tahun	4,75	5,00
4	Area tanaman reklamasi 2017	16,75	19,99
5	Area Reklamasi 2015	21,50	18,89

Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik memiliki pertumbuhan tinggi dan diameter relatif seimbang, tinggi hingga rata-rata mencapai 14,38 m dengan diameter rata-rata 14 cm. Seharusnya untuk pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi kurang baik dapat mencapai pertumbuhan yang optimal seperti Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik dengan syarat bahwa faktor pembatas pertumbuhan tanaman dapat diatasi. Keterlambatan pertumbuhan tinggi mencapai 73 % dan keterlambatan pertumbuhan diameter mencapai 57 % dari klasifikasi pertumbuhan baik. Beberapa dugaan faktor keterlambatan pertumbuhan ini berkaitan dengan ketidaktepatan penataan lahan serta kondisi unsur hara tanah yang mengalami kekahatan. Beberapa penataan lahan yang menyebabkan pembatas lahan diantaranya adalah tebal tanah pucuk yang kurang memadai, sistem draenase lahan reklamasi yang kurang baik, pola tanaman terutama jarak tanam dan komposisi tanaman, manajemen LCC yang tidak merata di lahan dan kekahatan nutrisi tanah.

## B. Tebal Tanah Pucuk

Pertumbuhan tanaman selain dipengaruhi oleh jarak tanam, juga dipengaruhi dominan oleh kondisi tanah. Lahan reklamasi merupakan lahan yang sudah terganggu dan mengalami tekanan terhadap kualitas nutrisi di dalam tanah, oleh karena itu perlu energi yang cukup besar untuk menanam di area reklamasi dibandingkan dengan lahan yang masih asli belum terganggu kegiatan penambangan batubara. Berbagai *treatment*/perlakuan yang dilakukan oleh perusahaan untuk menjaga agar tanah reklamasi tidak banyak berubah dari tanah aslinya dengan cara:

1. Penyimpanan tanah pucuk (top soil/lapisan perakaran) pada suatu tempat sehingga tanah pucuk ini terjaga nutrisi maupun sifat-sifat tanahnya. Tanah pucuk ini nantinya akan digunakan untuk menutupi over burden pada lahan reklamasi sebelum kegiatan penanaman.
2. Memperlakukan tanah pucuk di tempat penyimpanan dengan penanaman *cover crop* agar tidak mengalami erosi yang menyebabkan berkurangnya nutrisi tanah pucuk.

Namun demikian pada kenyataan di lapangan kondisi pertumbuhan masih banyak yang belum mencapai pertumbuhan optimal, oleh karena itu dugaan kurang optimalnya pertumbuhan ini dapat diakibatkan oleh kondisi tanah, baik sifat fisik tanah maupun sifat kimia tanah. Kondisi sifat fisik tanah yang paling dominan untuk mendukung pertumbuhan tanaman ialah tebal tanah pucuk yang dihampar di lahan reklamasi untuk menutupi *over burden* (OB). Tanah pucuk ini merupakan tanah asli permukaan tanah yang dikupas sebelum pengupasan *over burden* atau penggalian batubara, pada umumnya tebal tanah pucuk ini mencapai 2 meter dari permukaan tanah. Tanah pucuk inilah yang sangat berperan sebagai media perkembangan akar tanaman, sehingga tebal tanah pucuk sangat menentukan persen hidup serta pertumbuhan tanaman reklamasi. Tabel berikut menunjukkan tebal tanah pucuk yang ada di lapangan berdasarkan penggalian dengan bor tanah.

Tabel 4. Tebal tanah pucuk masing-masing pertumbuhan

No	Area Pengamatan	Tebal tanah pucuk (cm)
1	Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik	40-50 cm
2	Pertumbuhan tanaman reklamasi kurang baik	0-30 cm
3	Area tanaman umur 1 tahun	0-30 cm
4	Area tanaman reklamasi 2017	50-60 cm



No	Area Pengamatan	Tebal tanah pucuk (cm)
5	Area Reklamasi 2015	50-60 cm
6	Original	150-200

Berdasarkan data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa tebal topsoil sebagai penutup overburden berbeda-beda, tanaman dengan pertumbuhan kurang baik memiliki lahan dengan tebal tanah pucuk paling tipis, hal ini juga bervariasi mulai dari 0 cm tanah pucuk hingga 30 cm tanah pucuk. Dari data tersebut menunjukkan bahwa penataan lahan sebelum kegiatan penanaman pada area reklamasi berdampak *signifikan* terhadap pertumbuhan tanaman reklamasi, hal ini menunjukkan bahwa tanaman reklamasi dengan tebal tanah pucuk diatas 50 cm menunjukkan performa pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Pada pertumbuhan yang baik dengan tebal tanah pucuk sedikit mengalami peningkatan sudah menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih baik begitu juga dengan reklamasi tahun 2015 maupun 2017 yang memiliki tebal tanah pucuk melebihi 50 cm.

Tanah pucuk merupakan tanah asli yang relatif subur, walaupun terjadi perubahan sifat tanah akibat pemberaian tanah selama pengupasan, penyimpanan ataupun penghamparan kembali di lahan reklamasi, tetapi tanah pucuk akan mempercepat tanaman beradaptasi kembali untuk pertumbuhan. Berbeda dengan *overburden* (OB) yang memerlukan pedogenesis tanah untuk dapat memberikan pertumbuhan yang optimal bagi tanaman, karena *overburden* ini sebenarnya adalah bahan induk tanah yang sedikit atau belum mengalami pelapukan, sehingga belum mampu memberikan ruang tumbuh bagi tanaman di atasnya. Melihat fenomena ini bahwa keberadaan tanah pucuk yang tebal (minimal 75 cm-100 cm) akan meningkatkan kecepatan adaptasi dan pertumbuhan tanaman di lahan reklamasi, hal ini dapat dijelaskan bahwa tanaman memerlukan ruang *rizosfer akar* agar persebaran akar merata dan cepat di lahan. Berikut berbagai contoh tebal tanah pucuk di lokasi pengamatan



Gambar 9. Contoh tebal tanah dengan kedalaman top soil yang tipis (0-30 cm)



Gambar 10. Contoh tebal tanah dengan **kedalaman top soil** yang dalam (40-60 cm)

Sesuai dengan kondisi lapangan bahwa pemberian tanah pucuk yang lebih tebal berbanding lurus dengan peningkatan pertumbuhan tanaman artinya bahwa hasil penyelidikan di lapangan pada tanaman reklamasi yang memiliki pertumbuhan kurang baik pada umumnya penataan lahan yang dilakukan dengan pemberian tanah pucuk lebih tipis (0-30 cm), sedangkan pertumbuhan yang menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih bagus di dominasi oleh lahan yang diberikan dengan pemberian tanah pucuk lebih tebal (40-60 cm).

Oleh karena itu untuk mempercepat persen hidup tanaman reklamasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman maka disarankan pada waktu penataan lahan diupayakan untuk penempatan tanah pucuk diatas overburden dapat mencapai setebal minimal 75 cm, karena dengan tebal ini adaptasi tanaman reklamasi akan cepat, ruang *rizosfer* akar lebih mudah berkembang dan mendapatkan nutrisi untuk pertumbuhan. Selain itu tanah

pucuk yang tebal secara tidak langsung memberikan bentuk tanah menyerupai tanah sebelum kegiatan penambangan (tanah original). Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan bahwa solum tanah (tebal tanah pucuk) original (sebelum kegiatan) penambangan pada umumnya tebal lebih dari 100 cm, bahkan mencapai 150-200 cm. apabila dilakukan pemberaian tanah ini mengalami peningkatan volume karena pemberian akan meningkatkan pori tanah, walupun proses pengupasan dan penempatan tanah pucuk dengan menggunakan *bulldozer* dan *excavator* akan memadatkan tanah, tetapi seharusnya dengan tebal tanah pucuk asli mencapai 150-200 cm maka untuk mendapatkan penataan lahan reklamasi dengan tebal tanah pucuk 75-100 cm seharusnya akan mampu dilakukan. Proses penataan lahan dengan penempatan tanah pucuk secara ideal ini sangat penting karena proses penataan lahan ini akan menentukan keberhasilan tanaman reklamasi dalam waktu cepat.



Gambar 11. Tebal tanah pucuk pada lahan original (150-200 cm)

### C. Penataan Sistem Draenase Tanah

Lahan reklamasi merupakan lahan yang dibentuk baru dalam waktu cepat, hal ini berbeda dengan sistem terbentuknya tanah secara alami dengan proses pedogenesis secara berlahan membentuk lapisan-lapisan tanah yang stabil. Lahan reklamasi memerlukan penataan lahan yang baik agar sistem jenjang dan lereng menjadi stabil serta sistem pengaliran atau draenase tanah berjalan baik. Sistem pengaliran dan draenase yang baik mutlak diperlukan dalam penataan lahan di area reklamasi, hal dapat diartikan bahwa air di lahan reklamasi tidak tertahan lama untuk menyimpan air karena akan membahayakan dalam

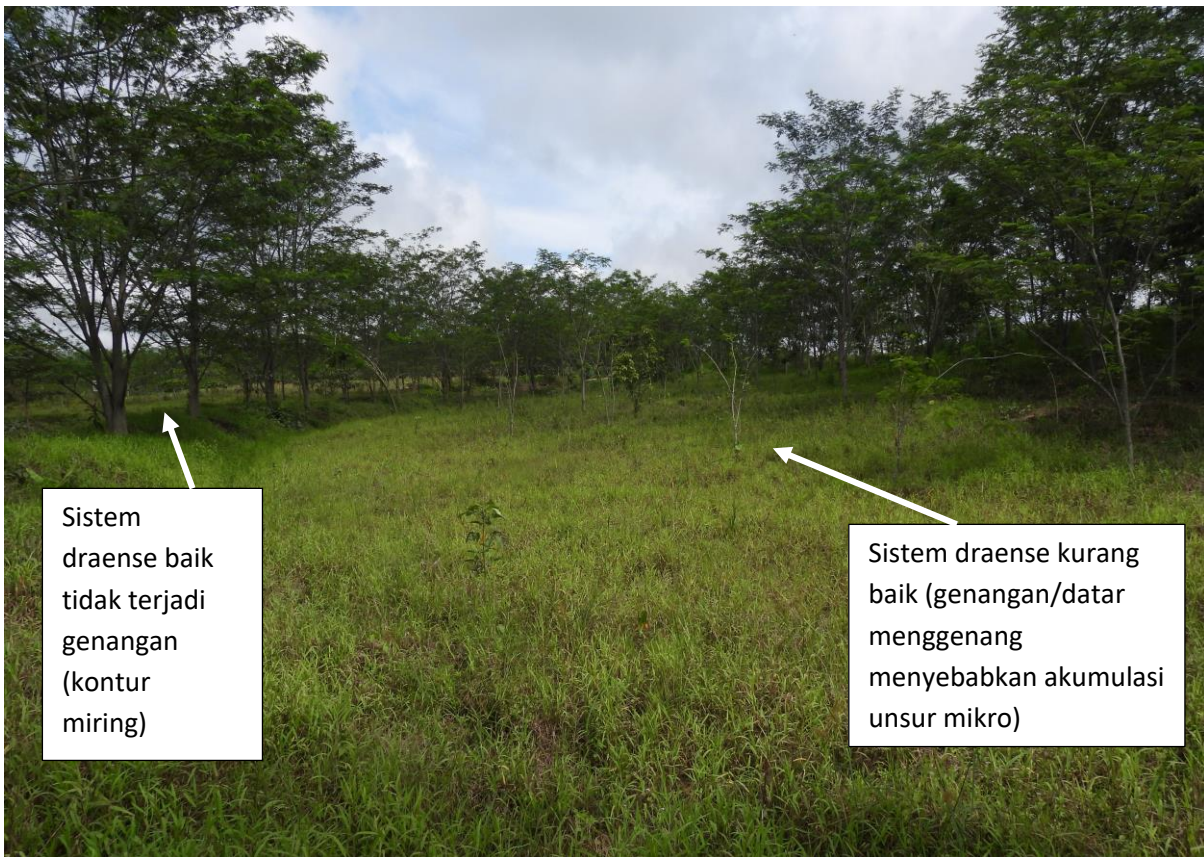
kesetabilan lereng yang menyebabkan longsor, air yang jenuh saat hujan dapat menyebabkan energi kinetik untuk pergerakan tanah, apalagi kondisi lahan dengan kandungan debu yang tinggi apabila terjadi jenuh air akan mudah terjadi pergerakan tanah.

Pada area reklamasi berdasarkan hasil analisis tanah kandungan debu dan liat relatif tinggi hal ini menyebabkan sistem draenase tanah menjadi kurang begitu baik, oleh karena itu penataan sistem pengaliran lahan dan sistem draenase harus dikondisikan optimal, air diupayakan tidak tergenang di lahan karena akan menyebabkan terakumulasinya unsur-unsur hara mikro yang dapat meracuni tanaman.

Tabel 5. Tekstur tanah lahan reklamasi

No	Klafisikasi Pertumbuhan	Kisaran	Kisaran	Kisaran	Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
1	Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik	2,66- 26,38	21,62- 51,07	46,12- 54,26	Berliat dan Liat berdebu
2	Pertumbuhan tanaman reklamasi kurang baik	2,49- 13,16	26,01- 33,80	54,69- 61,88	Liat sangat halus dan berliat
3	Area tanaman umur 1 tahun	1,23- 16,85	28,12- 40,15	54,40- 61,38	Berliat
4	Area tanaman reklamasi 2017	18,78- 38,70	28,12- 24,50	35,48- 52,10	Berliat
5	Area Reklamasi 2015	30,51- 39,63	15,41- 19,99	43,43- 48,10	Berliat dan lempung berliat
6	Original	35,09- 37,46	22,62- 26,74	34,09- 40,69	Berliat dan lempung berliat

Berdasarkan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa pada pertumbuhan dengan klasifikasi kurang baik memiliki kadar debu dan liat yang lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan baik atau lokasi reklamasi yang lain. Berdasarkan hasil data dilapangan lokasi pertumbuhan tanaman yang baik berada pada kemiringan atau daerah yang memiliki sistem draenase tanah lebih baik. Gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan sebagai akibat perbedaan sistem draenase tanah, gambar ini berdasarkan pengamatan di lapangan.



Gambar 12. Perbedaan pertumbuhan masing-masing sistem draenase tanah

Fungsi awal penataan lahan dalam sistem draenase akan sangat menentukan kejenuhan air di dalam tanah, pada area reklamasi tanah sudah mengalami perubahan, tanah reklamasi memiliki pH cenderung asam hal ini juga terdapat dominasi unsur-unsur hara mikro di lahan. Sistem pengaliran lahan yang kurang baik akan menahan air hujan di dalam lahan hingga membentuk genangan, genangan ini mengakibatkan akumulasi unsur-unsur hara mikro yang dapat meracuni tanaman. Oleh karena itu pada daerah–daerah yang tergenang air pertumbuhan tanaman sengon laut mengalami penghambatan pertumbuhan bahkan terjadi kematian dengan persentase yang cukup besar. Selain itu akar sengon laut tidak tahan

terhadap lapisan tanah yang jenuh air, menurut Nugroho (2006) menyatakan bahwa akar sengon laut akan mengalami busuk apabila di dalam tanah bertemu dengan lapisan tanah yang jenuh air, hal ini menyebabkan pertumbuhan sengon laut kerdil bahkan mengering dan mati. Hasil data di lapangan terhadap lahan yang jenuh air pada berbagai klasifikasi pertumbuhan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kedalaman tanah jenuh air

No	Klasifikasi pertumbuhan	Kedalaman jenuh air
1	Pertumbuhan tanaman reklamasi dengan klasifikasi baik	Sampai lapisan 50-60 cm tidak ditemukan lapisan jenuh air
2	Pertumbuhan tanaman reklamasi kurang baik	Sebagian area pada kedalaman 10 cm sudah terdapat lapisan jenuh air
3	Area tanaman umur 1 tahun	Sebagian area pada kedalaman 10 cm sudah terdapat lapisan jenuh air
4	Area tanaman reklamasi 2017	Sampai lapisan 50-60 cm tidak ditemukan lapisan jenuh air
5	Area Reklamasi 2015	Sampai lapisan 50-60 cm tidak ditemukan lapisan jenuh air
6	Original	Sampai lapisan 50-60 cm tidak ditemukan lapisan jenuh air

Contoh tanah pada kedalaman 10 cm sudah terdapat genangan pada pertumbuhan tanah kurang baik.



Gambar 13. Contoh tanah pada kedalaman 10 cm sudah jenuh air

Untuk mengatasi sistem draenase di lahan reklamasi terdapat 2 strategi yang harus dilakukan:

1. Bagi area yang sudah ditanami pada luasan 126,1 ha (sudah dilakukan penilaian) maka untuk meningkatkan pertumbuhan maka dilakukan perbaikan draenase dengan pembuatan saluran air pada kedalaman 75-100 cm pada area tergenang dan area yang tidak terdapat sistem draenase agar lahan tidak mengalami jenuh air.
2. Bagi lahan-lahan yang masih taraf penataan maka lahan reklamasi wajib terdapat saluran draenase agar air hujan tidak tertahan di lahan, sistem draenase ini untuk menjamin tidak terjadi genangan yang menyebabkan pH tanah menjadi asam dan terakumulasi hara-hara mikro.

#### D. Analisis Hara di Dalam Tanah

Unsur hara merupakan nutrisi yang ada di dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman, unsur tersebut dapat berupa unsur hara makro dan unsur mikro. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak seperti Unsur C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg dan Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang kecil seperti unsur Zn, Fe, Cl dll. Unsur hara dapat berasal dari pelapukan batuan induk tanah ataupun peruraian bahan organik, unsur hara tanah ini akan berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, artinya jika terjadi kekahatan di dalam tanah maka pertumbuhan tanaman akan terganggu, disamping itu apabila tersedia berlebih dapat menimbulkan racun bagi tanaman seperti unsur-unsur hara mikro.

Dalam pendugaan keterlambatan pertumbuhan tanaman reklamasi maka akan disajikan beberapa unsur hara pokok yang dapat digunakan untuk deteksi penyebab pertumbuhan tanaman reklamasi yang tidak optimal. Beberapa Nutrisi tanah hasil analisis Laboratorium adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil beberapa analisis laboratorium pada berbagai lokasi pengamatan

No	Klasifikasi pertumbuhan	Lokasi pengamatan area reklamasi					Lokasi Original
		Pertumbuhan Baik	Pertumbuhan Kurang Baik	Umur 1 th	Tanaman 2017	Tanaman 2015	
1	N-Total (%)	SR	SR	SR	R	R	R
2	C-Organik (%) lapisan 5 cm	R-S	R	R	S	R	S
3	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	SR	SR	SR	SR	SR	SR



No	Klasifikasi pertumbuhan	Lokasi pengamatan area reklamasi					Lokasi Original
		Pertumbuhan Baik	Pertumbuhan Kurang Baik	Umur 1 th	Tanaman 2017	Tanaman 2015	
4	K2O (mg/100g) lapisan 5 cm	R	R	R	R	R	R
5	Kejenuhan Basa (%) lapisan 5 cm	SR	R-T	SR-R	S	SR	S

#### D.1. N-Total (%)

Nitrogen merupakan unsur yang penting dalam proses pertumbuhan tanaman, unsur nitrogen dapat berasal dari:

1. Peruraian bahan organik, ini merupakan sumber N yang paling utama di dalam tanah, oleh karena itu untuk peningkatan N adalah dengan penambahan bahan organik di dalam tanah
2. Pengikat oleh mikroorganisme dari N udara, Jenis sengon laut memiliki kemampuan untuk mengikat N udara melalui bintil akar atau jenis-jenis leguminosae seperti LCC juga mampu mengikat N dari udara
3. Pemupukan, jenis pupuk yang mengandung N seperti ZA, urea dll
4. Air Hujan

Salah satu cara yang dilakukan dalam peningkatan N ialah dengan penanaman *cover crop* yang merupakan jenis tanaman *leguminosae*, yaitu tanaman yang mengandung bintil akar atau *rhizobium*. Namun demikian di lapangan tidak semua jenis *leguminosae* tumbuh bagus karena terkalahkan dengan alang-alang, hal ini dikarenakan pemberian LCC mengalami keterlambatan, walaupun pada saat ini yang berumur satu tahun sudah langsung diberikan LCC seblum kegiatan penanaman. Hal ini sudah sangat tepat, artinya bahwa pemberian LCC ini sangat tepat setelah penilaian penataan lahan dari tim reklamasi maka segera dilakukan penanaman LCC agar bibit LCC dapat masuk kedalam tanah dan segera tumbuh. Untuk sistem ini perlu terus dilakukan agar lahan cepat tertutupi oleh *cover crop*.

Berdasarkan data Hasil analisis N (nitrogen) menunjukkan bahwa pada area reklamasi dengan pertumbuhan baik dan kurang baik masih menunjukkan kandungan hara nitrogen dengan kelas sangat rendah, artinya bahwa untuk pertumbuhan sengon laut faktor unsur nitrogen di dalam tanah dengan kelas sangat rendah masih mampu memberikan pertumbuhan tanaman yang baik, namun pada tanaman Sengon Laut dengan pertumbuhan

yang kurang baik dapat disebabkan oleh faktor lain seperti yang telah dikupas sebelumnya. Nitrogen yang berasal dari sumber utama peruraian bahan organik telah meningkat pada area reklamasi 2015 dan 2017, hal ini membuktikan bahwa kondisi tanaman reklamasi yang sudah berumur 7-8 tahun sudah berkontribusi memberikan peningkatan nilai kandungan nitrogen mendekati hutan original dengan klasifikasi rendah.

Dengan kondisi ini pengelolaan LCC terhadap lahan perlu terus ditingkatkan, walaupun dengan klasifikasi N-Total sangat rendah tanaman sudah mampu tumbuh dengan baik, namun demikian untuk mendapatkan kondisi seperti hutan alam dengan (klasifikasi N-total rendah) perlu peningkatan kuantitas dan kualitas LCC sebagai penyuplai utama N di dalam tanah. Selain itu untuk memacu pertumbuhan tanaman reklamasi dapat diberikan penambahan bahan organik ataupun dengan penggunaan pupuk sintetis ZA atau urea dengan dosis terkendali.

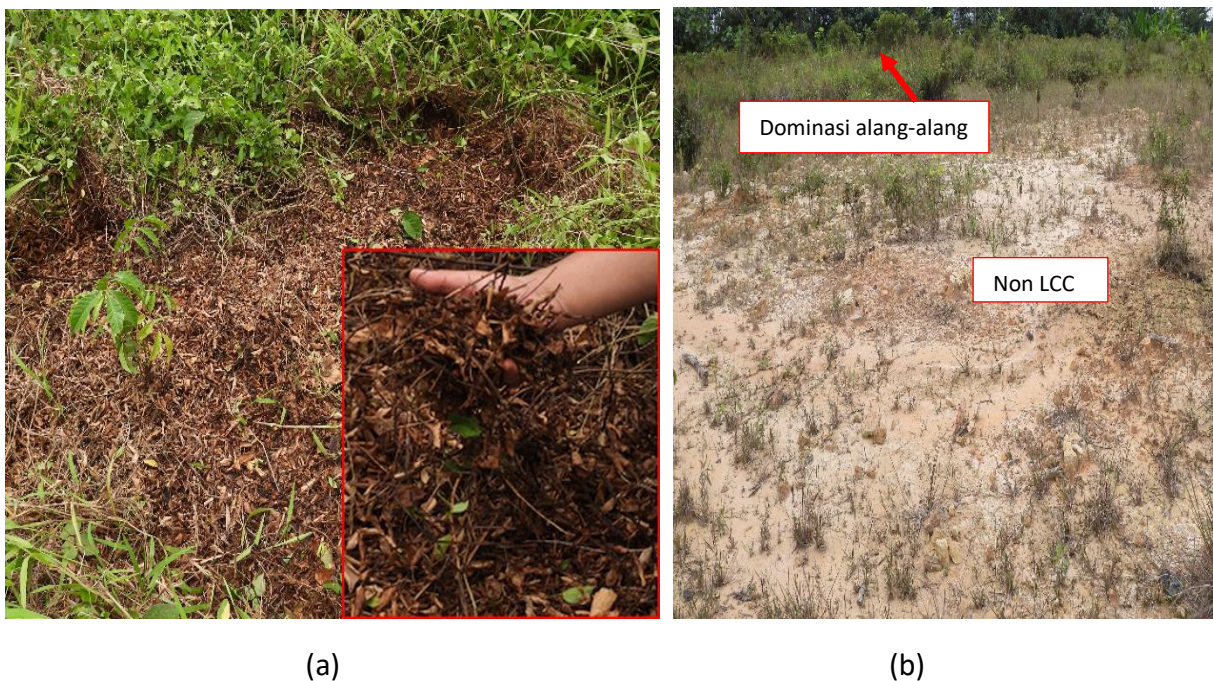
## **D.2. C-Organik (%)**

Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari bagian makhluk hidup dalam hal ini bisa berasal dari serasah tanaman atau hewan yang mati baik makro maupun mikroorganisme. Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah. Jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3-5%, tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali. Adapun pengaruh bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan akibatnya juga terhadap pertumbuhan tanaman adalah:

- Sebagai Granulator yaitu memperbaiki struktur tanah
- Sumber unsur hara N, P, S unsur mikro dan lain-lain
- Menambah kemampuan tanah untuk menahan air
- Menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara (kapasitas tukar kation tanah menjadi tinggi)
- Sumber energi bagi mikroorganisme.

Bahan organik dalam tanah terdiri dari bahan organik kasar dan bahan organik halus atau humus. Humus terdiri dari bahan organik halus berasal dari hancuran bahan organik kasar serta senyawa-senyawa baru yang dibentuk dari hancuran bahan organik tersebut melalui kegiatan mikroorganisme di dalam tanah. Humus merupakan senyawa yang resisten (tidak mudah hancur) berwarna hitam atau coklat dan mempunyai daya menahan air dan unsur hara yang tinggi.

C-organik berdasarkan data di lapangan pada area reklamasi menunjukkan nilai klasifikasi C-organik dengan kelas rendah sampai dengan sedang, sedangkan di area hutan original memiliki klasifikasi sedang. Berdasarkan pengamatan di lapangan LCC untuk peningkatan C-organik di dalam tanah sebagian kalah dengan perkembangan alang-alang atau rumput-rumputan lain yang bukan merupakan jenis *leguminosae*. Hal inilah yang diduga kuat menyebabkan bahwa kandungan C-organik di lahan memiliki klasifikasi rendah sampai dengan sedang karena belum efektif penggunaan LCC di semua area. LCC akan menyumbangkan produksi C-organik yang banyak bagi permukaan tanah, hal ini karena produksi seresah tanaman LCC cukup tebal dan sangat bermanfaat untuk perbaikan sifat tanah.



Gambar 14. Tanah dengan tanaman LCC (a) dan Tanah tanpa LCC (b)

Penggunaan LCC di lahan sangat baik dalam peningkatan C-organik dan peningkatan Nitrogen di dalam tanah, disamping itu LCC sangat berguna untuk menurunkan suhu tanah dan pencegahan erosi tanah. Namun demikian penggunaan LCC di lahan juga harus dibarengi dengan kegiatan pembebasan vertical tanaman karena terlilit oleh LCC yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu. Apabila tidak dilakukan pembebasan *vertical* maka tanaman pokok akan tertutupi oleh LCC yang mengganggu proses fotosintesis serta perkembangan tanaman, hal ini juga akan menyebabkan kematian tanaman.



Gambar 15. Tanaman pokok yang terlilit LCC perlu dilakukan perawatan dengan pembebasan vertical

### D.3. $P_2O_5$ dan $K_2O$

Kandungan Fosfor (P) dan Kalium (K) di lahan reklamasi maupun di hutan original memiliki nilai harkat hara unsur fosfor dan kalium sangat rendah dan rendah. Sumber unsur hara fosfor berasal dari bahan organik (pupuk kandang, sisa tanaman), pupuk buatan (TSP) atau mineral-mineral di dalam tanah (apatit). Kekurangan unsur hara fosfor di dalam tanah dapat diakibatkan oleh karena jumlah P di dalam tanah sedikit, unsur P sebagian besar terdapat dalam bentuk yang tidak dapat diambil oleh tanaman dan terjadi pengikatan (fiksasi) oleh Al pada tanah masam atau oleh Ca pada tanah alkalis. Kekurangan unsur P di Area Reklamasi diduga karena kandungan P di dalam tanah yang sedikit, sehingga pemberian kapur di lapangan dapat meningkatkan kesuburan tanah dan percepatan pertumbuhan tanaman reklamasi. Selain itu manajemen LCC yang bagus di lahan secara perlahan akan meningkatkan kebutuhan unsur P di lahan melalui peruraian bahan organik dari LCC tersebut.

Kandungan Kalium (K) didalam tanah *berasal* dari pelapukan mineral-mineral primer tanah (feldspar, mika dan lain-lain), dan pemberian pupuk buatan (ZK/ *Potassium Sulfate*). Unsur kalium bagi tanaman penting untuk pembentukan jaringan tanaman, pembentukan akar dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan. Kekurangan unsur kalium

dapat mengakibatkan daun berwarna coklat sehingga tidak berfungsi optimal. Rendahnya kandungan kalium di area reklamasi karena sumber utama kalium terutama dari batuan yang mengandung kalium seperti feldspar, mika dll dalam jumlah yang sedikit, sehingga perlu penambahan pupuk buatan ZK untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman reklamasi.

#### **D.4. Kejenuhan Basa**

Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Jumlah maksimum kation yang dapat dijerap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation tanah tersebut. Kation-kation yang terdapat dalam kompleks jerapan koloid tersebut dapat dibedakan menjadi *kation-kation basa* dan *kation-kation asam*. Termasuk kation-kation basa adalah  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  dan  $\text{Na}^+$ , sedangkan yang termasuk kation-kation asam adalah  $\text{H}^+$  dan  $\text{Al}^{+++}$ .

Kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Di samping itu basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga tanah dengan *kejenuhan basa tinggi* menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur. Kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH tanah, di mana tanah-tanah dengan pH rendah umumnya mempunyai kejenuhan basa rendah, sedang tanah-tanah dengan pH yang tinggi mempunyai kejenuhan basa yang tinggi pula.

Berdasarkan data dari lapangan menunjukkan bahwa pada pertumbuhan tanaman baik cenderung memiliki kejenuhan basa lebih tinggi (klasifikasi kejenuhan basa rendah sampai dengan tinggi) dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman kurang baik dan pertumbuhan tanaman kurang dari 1 tahun memiliki kejenuhan basa relatif lebih rendah (klasifikasi sangat rendah sampai dengan rendah). Banyak faktor yang menyebabkan kejenuhan basa sangat rendah pada klasifikasi pertumbuhan kurang, hal ini diduga kuat karena faktor genangan menyebabkan jumlah  $\text{Al}^{+++}$  dan  $\text{H}^{+}$  pada klasifikasi pertumbuhan tanaman kurang baik lebih tinggi dibandingkan dengan klasifikasi pertumbuhan baik, kedua unsur tersebut bersifat meracun bagi tanaman apabila dalam jumlah yang banyak. Tanah-tanah dengan kejenuhan basa rendah ini kompleks jerapan lebih banyak diisi oleh kation-kation asam yaitu  $\text{Al}^{+++}$  dan  $\text{H}^+$ . Apabila jumlah kation asam terlalu banyak, terutama  $\text{Al}^{+++}$ , dapat merupakan racun bagi tanaman.

Oleh karena itu kejenuhan basa yang rendah merupakan hasil komulatif kondisi lahan sebagai berikut:

1. Terjadinya genangan sebagai akibat sistem drainase tanah yang buruk pada pertumbuhan tanaman kurang baik, sehingga perlu perbaikan drainase tanah.
2. Kejenuhan basa rendah umumnya tanah yang mengalami banyak pencucian sehingga mengalami kekahatan unsur hara terutama basa-basa tukar, sehingga memerlukan input penambahan unsur-unsur yang bersifat basa
3. Penambahan bahan organik tanah serta perbaikan LCC di permukaan tanah akan meningkatkan basa-basa tukar yang dapat memperbaiki kehidupan tanaman reklamasi

Berdasarkan data lapangan yang telah dikumpulkan, secara akumulatif terdapat berbagai karakter lahan yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman reklamasi dengan pertumbuhan baik dan karakter lahan dengan pertumbuhan tanaman reklamasi dengan pertumbuhan kurang baik. Apabila berbagai rekomendasi yang telah diuraikan di atas dilakukan perbaikan maka pertumbuhan tanaman dengan klasifikasi yang kurang baik akan mengalami peningkatan pertumbuhan tanaman, selain itu pengetahuan ini dapat di fungsikan pada area tanaman reklamasi yang baru agar dapat memberikan pertumbuhan yang optimal.

### 3.3. Rekomendasi Perbaikan Tanaman Reklamasi

Rekomendasi perbaikan tanaman reklamasi ini dirangkum berdasarkan data penjelasan yang telah diuraikan di atas, yaitu sebagai berikut:

1. Peningkatan persen hidup tanaman: Untuk memacu persen hidup tanaman reklamasi maka segera dilakukan perbaikan tanaman dengan memberikan input tanaman minimal 250 tanaman /ha diupayakan dengan jenis tanaman *fast growing* (cepat tumbuh) lain seperti Mahoni (*Swietenia mahagoni* atau *Swietenia macrophylla*), Angsana (*Pterocarpus Indicus*), eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*), jabon (*Antocephalus cadamba*), kayu putih (*melaleuca leucaderon*) dll, jenis-jenis tersebut mampu beradaptasi pada lingkungan kurang subur atau lahan marginal seperti lahan pasca tambang. Penggunaan tanaman *fast growing* tersebut dengan ukuran bibit minimal 1 meter yang sudah dilakukan adaptasi tanaman di persemaian sehingga tanaman tidak akan mengalami stress saat di tanam pada daerah dengan suhu tinggi di lahan reklamasi.
2. Pola Jarak Tanam: A.) Skema 1: Menggunakan jarak tanam 4 x 4 m dengan jenis tanaman *fast growing spesies* baik secara murni ataupun campuran tanaman fast growing seperti pencampuran sengon laut, mahoni (*Swietenia mahagoni* atau *Swietenia macrophylla*), atau ampupu (*Eucalyptus urophylla*) keduanya akan saling

memacu pertumbuhan tanaman sehingga lahan lebih cepat tertutupi oleh tanaman. Kemudian pada mata empat (di tengah tanaman *fast growing* disisipkan tanaman lokal seperti Kajajumpi, Alaban, Meranti dll, secara bersama-sama maka lahan akan terjadi persaingan tajuk karena jarak tanam menjadi sekitar 2 x 2 meter, hal ini dapat menekan tumbuhnya gulma. Tajuk tanaman fast growing akan lebih cepat menutupi lahan, hal akan memberikan ruang iklim mikro bagi tanaman slow growing species. Dengan pola ini maka jumlah tanaman fast growing akan mencapai 625 tanaman/ha (50 %) dan penambahan slow growing species sebanyak 625 (50 %) sehingga total tanaman 1.250 tanaman. B) Sekma 2: Penggunaan pola jarak tanam 3 x 3 m, pola ini akan menghasilkan tanaman di lahan dengan total tanaman 1110 tanaman/ha. Jarak tanaman rapat ini akan menghasilkan kecepatan tumbuh lebih optimal dibandingkan dengan jarak tanaman yang lebih lebar, maka pola pencampuran tanaman ini terdapat dua skema yaitu pola pertama tanaman *fast growing* dengan jenis murni seperti Sengon Laut dan pencampurnya adalah tanaman lokal. Pola kedua tanaman *fast growing* (Sengon Laut, Mahoni, Ampupu, Angsana) dilakukan pencampuran tanaman dan digabungkan dengan tanaman slow growing species, jarak tanam yang rapat memungkinkan untuk tanaman *slow growing* untuk tumbuh dan berkembang. pola ini akan menghasilkan tanaman *fast growing* sebanyak 555 (50%) dan tanaman lokal sebanyak 555 (50 %).

3. Untuk mempercepat persen hidup tanaman reklamasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman maka disarankan pada waktu penataan lahan diupayakan untuk penempatan tanah pucuk diatas overburden dapat mencapai setebal minimal 75 – 100 cm,
4. Untuk mengatasi sistem draenase di lahan reklamasi terdapat 2 strategi yang harus dilakukan: A) Bagi area yang sudah ditanami pada luasan 126,1 ha (sudah dilakukan penilaian) maka untuk meningkatkan pertumbuhan maka dilakukan perbaikan draenase dengan pembuatan saluran air pada kedalaman 75-100 cm pada area tergenang dan area yang tidak terdapat sistem draenase agar lahan tidak mengalami jenuh air. B) Bagi lahan-lahan yang masih taraf penataan maka lahan reklamasi wajib terdapat saluran draenase agar air hujan tidak tertahan di lahan, sistem draenase ini untuk menjamin tidak terjadi genangan yang menyebabkan pH tanah menjadi asam dan terakumulasi hara-hara mikro.
5. Perbaikan Hara Tanaman:

- a. Kandungan N- total: Peningkatan penggunaan LCC terhadap lahan perlu terus ditingkatkan, walaupun dengan klasifikasi N-total sangat rendah tanaman sudah mampu tumbuh dengan baik, namun demikian untuk mendapatkan kondisi seperti hutan alam dengan (klasifikasi N-total rendah) maka untuk memacu pertumbuhan tanaman reklamasi dapat diberikan penambahan bahan organik ataupun dengan penggunaan pupuk sintetik ZA atau urea dengan dosis terkendali.
- b. C-organik: Peningkatan penggunaan LCC yang akan menyumbangkan produksi C-organik yang banyak bagi permukaan tanah, hal ini karena produksi seresah tanaman LCC cukup tebal dan sangat bermanfaat untuk perbaikan sifat tanah.
- c. Unsur Fosfor dan kalium ditambahkan dengan pemupukan dan perbaikan manajemen LCC
- d. Oleh karena kejenuhan basa yang rendah merupakan hasil komulatif kondisi lahan maka perbaikan dapat dilakukan sebagai berikut:
  - i. Terjadinya genangan sebagai akibat sistem draenase tanah yang buruk pada pertumbuhan tanaman kurang baik, sehingga perlu dilakukan perbaikan sistem draenase tanah dengan kedalaman 75-100 cm pada area-area yang tergenang.
  - ii. Kejenuhan basa rendah umumnya tanah yang mengalami banyak pencucian sehingga mengalami kekahatan unsur hara terutama basa-basa tukar, sehingga memerlukan input penambahan unsur-unsur yang bersifat basa seperti pemberian kapur, dan pemberian pupuk buatan (*ZK/Potassium Sulfate*) dll
  - iii. Penambahan bahan organik tanah serta perbaikan LCC di permukaan tanah akan meningkatkan basa-basa tukar yang dapat memperbaiki kehidupan tanaman reklamasi

### **3.4. Persemaian**

Persemaian merupakan salah satu ukuran kunci dalam mencapai keberhasilan tanaman reklamasi. Persemaian merupakan tempat atau areal untuk kegiatan memproses benih atau bagian tanaman lain menjadi bibit siap di tanam ke lapangan. Benih yang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang baik akan menghasilkan bibit yang baik pula, tetapi benih yang baik akan menghasilkan bibit yang kurang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang tidak sesuai. Bibit yang berkualitas dalam jumlah yang cukup dan tepat



waktu akan diperoleh apabila teknik persemaian yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang sudah baku.

Dalam hal pembuatan bibit dengan cara pembuatan persemaian disekitar lokasi kegiatan, maka perlu standar teknis atau kriteria sebagai berikut:

- Kelerengan yang datar dengan kemiringan tidak lebih dari 5 % dan drainase baik
- Lahan bersih dari gulma, sisa tanaman sekelilingnya dan kotoran
- Suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan
- Sirkulasi udara lancar
- Terlindung dari angin kencang, sengatan matahari dan hujan serta terlindung dari ternak serta gangguan lainnya
- Media tumbuh harus gembur dan subur
- Tidak tergenang air
- Dekat sumber air dan airnya tersedia sepanjang tahun, terutama untuk menghadapi musim kemarau
- Dekat jalan yang dapat dilewati kendaraan roda empat, untuk memudahkan kegiatan pengangkutan keluar dan masuk kebun
- Terpusat sehingga memudahkan dalam perawatan dan pengawasan
- Luasnya disesuaikan dengan kebutuhan produksi bibit
- Ketersediaan sumberdaya berupa sumber daya manusia dan bahan penunjang produksi lainnya

Perusahaan memiliki Persemaian permanen di dalam area perkantoran, kondisi persemaian cukup tertata dan rapi, menurut pengelola persemaian menyampaikan bahwa persemaian ini telah banyak memproduksi bibit untuk keperluan penanaman, artinya bahwa secara aktual persemaian ini telah *eksisting* dan memberikan kontribusi yang besar untuk kegiatan reklamasi lahan pasca tambang.



Gambar 16. Persemaian

Kondisi persemaian ini secara sepintas memang cukup ideal, memiliki area untuk pengecambahan, penyapihan maupun untuk adaptasi. Namun demikian perlu adanya perbaikan-perbaikan agar persemaian ini bisa berfungsi optimal dan menghasilkan bibit yang berkualitas. Beberapa hal perbaikan dalam pengembangan persemaian ini adalah:

#### 1. Asal Bibit

Penggunaan bibit yang bersertifikat untuk jenis-jenis *fast growing*, sedangkan jenis tanaman lokal minimal menggunakan bibit yang terseleksi. Dapat juga bibit tanaman khususnya tanaman lokal diperoleh dari anakan alam, karena hutan disekitar masih cukup luas. Bibit yang dari biji dapat langsung ditabur atau diskarifikasi sesuai karakteristik biji, pada umumnya biji menghasilkan benih yang baik adalah beih yang cepat berkecambah dan perkecambahannya serempak, biji yang berkecambah mendekati akhir tidak disarankan untuk ditanam karena pertumbuhannya tidak begitu baik. Sedangkan untuk anakan alam, maka daun dilakukan pemotongan sebelum di saph di bedah saph, hal ini untuk meningkatkan persen tumbuh serta meningkatkan daya adaptasi semai di persemaian.

#### 2. Kualitas Media,

Media tabur untuk kegiatan pengecambahan benih sudah cukup baik artinya menggunakan pasir halus yang terjaga kelembapannya. Sedangkan media saph memerlukan perhatian yang cukup serius, karena media ini harus ringan (porus) memberikan nutrisi cukup untuk pertumbuhan tanaman serta kompak artinya media tidak

mudah pecah. Beberapa media sasih yang ditemui perlu dilakukan perbaikan, berikut contoh media sasih di lapangan.



Gambar 17. Media sasih di lapangan

Kelemahan media pada Gambar di atas adalah:

- a. Media ini memiliki kandungan pasir yang tinggi sehingga media tidak kompak, tidak ringan dan memiliki nutrisi yang kurang untuk perkembangan akar.
- b. Oleh karena fraksi pasir yang tinggi maka akar tanaman sulit untuk berkembang dan menembus tanah yang berukuran lebih besar (pasir)
- c. Media yang terlalu lembab, sehingga kondisi basah yang lama akan menghambat perkembangan akar, media yang lembab, akan timbul lumut yang tinggi sehingga akar tanaman menjadi jenuh bahkan busuk akar



Gambar 18. Media yang terlalu lembab

- d. Media tidak terisi penuh sehingga pada saat penyiraman sering plastik menutupi media, hal dapat kemungkinan dapat menghambat air masuk ke media atau air kelebihan karena menyatu dalam media dan tidak terjadi *evapotranspirasi* karena tertutupi oleh plastik

### 3. Adaptasi tanaman dan umur tanaman

Tanaman yang sudah memiliki tinggi di atas 50 cm maka perlu diadaptasikan di lapangan terbuka yang memiliki draenase cukup baik, hal ini untuk adaptasi tanaman pada suhu lingkungan yang mendekati lapangan baik dari intensitas dan lamanya penyinaran terhadap semai. Adaptasi ini akan sangat berpengaruh terhadap daya tahan hidup tanaman di lapangan. Lamanya adaptasi tanaman di area terbuka hingga tanaman memiliki tinggi minimal 75 cm untuk bisa di tanam di lahan reklamasi (atau umur semai mendektai 5-6 bulan dipersemaian).

### 3.5. Rekomendasi Perbaikan Persemaian

Beberapa Rekomendasi Perbaikan Persemaian adalah sebagai berikut:

1. Saluran draenase di persemaian untuk diperbaiki, sehingga tidak ada tanah yang tergenang yang menyebabkan kelembapan tanah menjadi tinggi
2. Penggunaan media tanaman yang memadai menggunakan sekam padi bakar dan tanah dengan perbandingan 2:5 artinya 2 kg sekam padi bakar (sekam bakar)

- dicampur dengan 5 kg tanah yang sudah diayak halus (atau dengan satuan yang menyesuaikan).
3. Pemberian pupuk urea atau NPK untuk memacu pertumbuhan atau pupuk organik cair yang dilarutkan dalam air dan dapat disiramkan 1 minggu sekali, namun demikian saat adaptasi tanaman tidak memerlukan pemupukan
  4. Adaptasi tanaman pada area terbuka dengan penyinaran penuh minimal 2 minggu sebelum ditanam.

## LAMPIRAN

# Lampiran 1. Hasil analisis laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
 FAKULTAS PERTANIAN  
 JURUSAN TANAH  
 LABORATORIUM KIMIA, FISIKA DAN BIOLOGI TANAH  
 Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru (70714) Kalsel Telp/Fax. (0511) 4772254

## HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

Kode File : Data 10.03/2021  
 Nama Pelanggan : PT Hamparan Mulya  
 Alamat :

No.	Kode Sampel	Tekstur				N-total	C-org	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -td.	Fe-larut	pH (H <sub>2</sub> O)	Redoks	DHL	Ca-dd	Mg-dd	Na-dd	K-dd	KTK	Al-dd	H-dd	KB
		Pasir	Debu	Liat	PSH																	
		%				mg/100g		ppm		mVolt		mS/cm		me/100 g								%
1	P1 5 cm	2,49	31,87	63,90	1,75	0,08	1,74	1,31	14,74	5,99	16,41	5,05	334,20	0,001	3,26	0,10	0,24	0,05	27,84	2,70	3,10	13,12
2	P1 20 cm	2,68	30,88	65,44	1,01	0,08	1,93	0,92	39,82	4,97	23,78	5,15	316,50	0,001	2,36	0,10	0,24	0,09	31,46	5,94	2,03	8,90
3	P2 5 cm	20,96	23,78	54,26	1,39	0,07	1,26	2,76	27,23	3,35	18,28	5,22	291,50	0,014	7,99	0,10	0,31	0,09	33,33	1,21	1,25	25,49
4	P2 20 cm	26,38	21,62	50,59	1,42	0,06	1,08	2,36	14,72	0,69	28,96	5,04	295,00	0,001	4,79	0,20	0,31	0,05	23,23	5,40	0,93	23,04
5	P3 5 cm	13,62	26,01	58,12	2,25	0,06	1,06	3,82	14,90	4,42	15,27	5,15	291,90	0,001	1,54	0,10	0,48	0,05	33,64	5,67	3,32	6,39
6	P3 20 cm	13,16	30,44	54,69	1,72	0,06	1,31	1,83	14,73	3,96	28,36	5,37	302,10	0,001	1,32	0,10	0,31	0,05	22,01	5,53	3,16	8,12
7	P4 5 cm	3,89	31,90	61,88	2,33	0,08	1,56	2,24	14,90	5,48	18,89	5,17	298,30	0,001	1,74	0,31	0,31	0,05	19,06	5,67	4,77	12,65
8	P4 20 cm	4,46	33,80	59,19	2,54	0,06	1,44	1,58	14,79	4,41	16,46	5,14	294,20	0,001	3,27	0,20	0,24	0,05	19,19	5,67	7,23	19,63
9	P5 5 cm	2,66	51,07	46,12	0,15	0,08	2,65	10,15	14,82	3,89	36,37	5,36	263,10	0,026	14,97	0,10	0,24	0,05	22,61	2,16	0,45	67,94
10	P5 20 cm	8,08	33,34	58,17	0,43	0,08	2,04	14,35	14,81	7,08	24,91	5,78	256,70	0,039	20,70	0,20	0,31	0,05	25,52	0,54	0,81	83,35
11	P6 5 cm	3,16	35,57	59,98	1,29	0,06	1,80	1,84	14,79	3,88	51,92	4,92	263,10	0,003	1,23	0,20	0,24	0,09	20,26	4,05	3,75	6,71
12	P6 20 cm	3,89	36,11	59,15	1,06	0,06	1,44	2,23	14,76	6,00	71,00	4,98	277,70	0,001	1,74	0,10	0,31	0,05	27,27	5,94	0,58	8,07
13	P7 5 cm	1,23	40,15	57,73	0,89	0,07	1,93	1,98	14,85	5,50	35,24	5,02	294,60	0,002	1,85	0,10	0,24	0,03	26,67	7,15	2,27	8,32
14	P7 20 cm	6,13	33,70	59,80	0,37	0,08	1,91	2,65	27,45	1,23	21,45	5,35	292,90	0,002	6,81	0,21	0,31	0,05	26,48	6,61	2,81	25,92
15	P8 5 cm	38,70	24,50	35,48	1,33	0,10	2,69	6,16	14,74	2,28	167,30	5,16	298,20	0,024	7,34	0,20	0,24	0,05	19,27	5,67	0,85	40,64

No.	Kode Sampel	Tekstur				N-total	C-org	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -td.	Fe-larut	pH (H <sub>2</sub> O)	Redoks	DHL	Ca-dd	Mg-dd	Na-dd	K-dd	KTK	Al-dd	H-dd	KB
		Pasir	Debu	Liat	PSH																	
		%				mg/100g		ppm		mVolt		mS/cm		me/100 g								%
16	P8 20 cm	18,78	28,12	52,10	1,00	0,05	1,56	3,81	14,78	4,41	93,95	5,24	298,20	0,002	6,75	0,10	0,31	0,05	21,02	3,64	0,66	34,32
17	P9 5 cm	39,63	15,41	43,48	1,47	0,12	1,24	2,88	14,75	5,46	43,98	5,20	292,10	0,013	4,08	0,10	0,31	0,05	23,73	3,37	1,55	19,15
18	P9 20 cm	30,51	19,99	48,10	1,40	0,07	0,74	1,75	27,79	4,51	16,81	5,32	293,60	0,015	4,81	0,21	0,32	0,05	31,98	6,21	1,76	16,84
19	P10 5 cm	16,85	28,12	54,40	0,63	0,07	1,57	5,29	14,86	6,57	55,20	5,10	295,70	0,001	5,86	0,21	0,31	0,09	19,44	6,88	1,96	33,31
20	P10 20 cm	7,46	30,56	61,38	0,60	0,07	1,75	2,79	14,92	7,13	63,29	5,38	283,80	0,031	3,92	0,21	0,31	0,09	22,76	4,86	3,55	19,94
21	P11 5 cm	35,09	22,62	40,69	1,60	0,11	3,01	4,74	14,81	6,02	364,28	5,40	357,70	0,015	7,38	0,20	0,24	0,25	22,44	4,05	2,76	35,95
22	P11 20 cm	37,46	26,74	34,09	1,71	0,11	2,69	5,50	27,11	4,40	146,91	5,28	352,00	0,015	6,73	0,10	0,31	0,27	21,41	3,37	2,71	34,61

Banjarbaru, 15 Oktober 2021  
 Kepala Laboratorium,

Ir. M. Mahbub, MP  
 NIP. 19641017 199102 1 001



### HASIL ANALISIS CONTOH RING

Kode File : Data 10.05 /2021  
Nama Pelanggan : PT Hampan Mulya  
Alamat :

No.	Kode Sampel	Permeabilitas	BD	PD	Porositas
		cm/jam	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%
1	P1	1,82	1,34	2,13	37,10
2	P2	1,87	1,47	2,32	36,62
3	P3	1,42	1,51	2,38	36,58
4	P4	1,41	1,57	2,48	36,85
5	P5	2,07	1,38	2,25	38,53
6	P6	1,81	1,63	2,29	28,88
7	P7	1,45	1,34	2,37	43,57
8	P8	1,57	1,47	2,13	30,77
9	P9	1,64	1,41	2,21	36,06
10	P10	1,33	1,33	2,47	46,00
11	P11	1,81	1,18	2,08	43,16

Banjarbaru, 12 Oktober 2021  
Kepala Laboratorium,

Ir. M. Mahbub, MP  
NIP. 19641017 199102 1 001





### HASIL ANALISIS CONTOH TANAH BIOMASSA

Kode File : Data 10.04/2021  
Nama Pelanggan : PT Hamparan Mulya  
Alamat :

No.	Kode Sampel	Total Mikroba	Kadar Air
		( $\mu\text{g/g}$ )	%
1	P1 5 cm	$5.9 \times 10^5$	21,75
2	P1 20 cm	$2.2 \times 10^6$	20,53
3	P2 5 cm	$3.1 \times 10^6$	15,85
4	P2 20 cm	$1.4 \times 10^7$	10,66
5	P3 5 cm	$1.3 \times 10^7$	19,49
6	P3 20 cm	$1.2 \times 10^7$	12,21
7	P4 5 cm	$1.3 \times 10^7$	16,02
8	P4 20 cm	$1.2 \times 10^7$	35,40
9	P5 5 cm	$1.8 \times 10^6$	17,62
10	P5 20 cm	$1.3 \times 10^7$	21,82
11	P6 5 cm	$5.8 \times 10^6$	11,23
12	P6 20 cm	$1.7 \times 10^7$	15,03
13	P7 5 cm	$4.2 \times 10^6$	12,10
14	P7 20 cm	$9.2 \times 10^6$	14,38
15	P8 5 cm	$9.8 \times 10^6$	18,88
16	P8 20 cm	$8.1 \times 10^6$	18,24
17	P9 5 cm	$1.2 \times 10^7$	11,04
18	P9 20 cm	$1.2 \times 10^7$	17,24
19	P10 5 cm	$1.2 \times 10^6$	12,95
20	P10 20 cm	$3.4 \times 10^6$	14,50
21	P11 5 cm	$1.7 \times 10^7$	17,88
22	P11 20 cm	$4.1 \times 10^6$	11,07

Banjarbaru, 15 Oktober 2021  
Kepala Laboratorium,

Ir. M. Mehbub, MP  
NIP. 19641017 199102 1 001