

Lampiran A. Personalia Tenaga Peneliti beserta kualifikasinya

1 KETUA PENELITI	
a. Nama Lengkap dan Gelar	Prof. Dr. Firdaus LN., M.Si
b. Jenis Kelami	Laki-laki
c. Pangkat/Golongan/ NIP	Pembina Utama Madya/IV-d/19640521 198903 1 003
d. Jabatan Fungsional	Guru Besar
e. Jabatan Struktural	Tidak ada
f. Unit Kerja	FKIP Universitas Riau, Pekanbaru
Uraian Fungsi: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mengkoordinir Penyusunan proposal penelitian, persiapan penelitian</i> ▪ <i>Mengendalikan proses pelaksanaan penelitian</i> ▪ <i>Menganalisis data hasil pengamatan</i> ▪ <i>Menyusun draf laporan</i> ▪ <i>Menseminarkan hasil</i> ▪ <i>Menulis laporan akhir</i> ▪ <i>Menulis artikel untuk publikasi</i> 	
Jumlah Waktu	10 Jam/Minggu
2 ANGGOTA PENELITI	
a. Nama Lengkap dan Gelar	Dra. Sri Wulandari, M.Si
b. Jenis Kelamin	Perempuan
c. Pangkat /Golongan dan NIP	Pembina/IV-a/196512201991032003
d. Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
e. Jabatan Struktural	Tidak ada
f. Unit Kerja	FKIP Universitas Riau, Pekanbaru
Uraian Fungsi: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Membantu Ketua peneliti dari awal hingga akhir penelitian</i> - <i>Disain Percobaan</i> - <i>Analisis Data</i> - <i>Penulisan Draft Pelaporan Akhir</i> - <i>Penyiapan Publikasi Hasil Penelitian</i> 	
Jumlah Waktu (Jam Per Minggu)	10 Jam/Minggu
3	ENUMERATOR/ASISTEN PENELITI 4(empat) Mahasiswa S1 Pendidikan Biologi untuk Tugas Akhir (Skripsi): 1. Surya Pebrianto/NIM 0905120615 2. Febblina Daryanes/ NIM 0905120585 3. Giska Dwi Mulyeni/NIM 0905120965 4. Sri Harya Ningsih/NIM 0905120934

Lampiran B.

Ekofisiologi *Hevea braziliensis* L.

Kajian Eksperimental *Ex-situ* Reklamasi Lahan Bekas Tambang Bausit



Prof. Dr. Firdaus L.N., M.Si. dan Dra. Sri Wulandari,

Ekofisiologi *Hevea braziliensis* L :

Kajian Eksperimental *Ex-situ* Reklamasi Lahan Bekas Tambang Bausit

Hak Cipta@ Firdaus LN & Sri Wulandari

Edisi Perdana, 2014

Diterbitkan Pertama kali oleh:

Unri Press

Alamat Penerbit:

Jl. Pattimura No 9 Pekanbaru 28132

ISBN (dalam proses)

Cover designed & Lay Out by Firdaus L.N.

Didanai oleh:

Lembaga Penelitian Universitas Riau berdasarkan hasil Penelitian Desentralisasi Unggulan Perguruan Tinggi sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 730/UN.19/PL/2012, tanggal 11 Mei 2013, sesuai dengan DIPA Universitas Riau tahun 2012, Nomor; DIPA-023.04.2.4.415092/2013 tanggal 5 Desember 2012

KATA PENGANTAR

Ekofisiologi Tumbuhan adalah sains eksperimental yang berupaya mendiskripsikan mekanisme-mekanisme fisiologis yang mendasari observasi-observasi ekologis. Dengan kata lain, para ekofisiologawan mengarahkan pertanyaan-pertanyaan ekologisnya tentang pengendalian atas pertumbuhan, reproduksi, kelangsungan hidup, kemelimpahan, dan sebaran geografis tumbuhan karena proses-proses tersebut dipengaruhi oleh hasil interaksi antara tumbuhan dengan lingkungan fisik, kimia, dan biotik. Mekanisme dan pola ekofisiologis ini dapat membantu mahasiswa memahami signifikansi fungsional dari sifat-sifat khas tumbuhan dan karakter evolusionernya. Meskipun lebih banyak menelaah konsep dasar maupun hasil-hasil kajian eksperimental, namun mahasiswa juga akan diajak menganalisis persoalan-persoalan aktual Ekofisiologi Tumbuhan khususnya daerah Riau. Sebagai Mata Kuliah Pilihan di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau, Ekofisiologi Tumbuhan (KPK 8225) ditawarkan setiap semester dengan bobot 2 SKS bagi mahasiswa yang berminat dan dipersyaratkan telah lulus mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dan Ekologi Tumbuhan. Dengan bekas pengetahuan awal tersebut mahasiswa akan lebih mudah mencapai Standar Kompetensi mata kuliah ini yaitu *memiliki kemampuan memahami mekanisme fisiologis yang mendasari kinerja Tumbuhan sebagai respon terhadap beragam faktor lingkungan*.

Referensi utama yang dipakai selama ini bersumber dari buku-buku teks yang memuat hasil-hasil kajian terhadap fenomena yang bersifat global. Hampir tidak dapat ditemukan contoh-contoh kasus permasalahan lokal, khususnya di daerah Riau. Pespektif ini melahirkan gagasan untuk mempekerjakan bahan ajar Ekofisiologi Tumbuhan Mahasiswa Program Sarjana Pendidikan Biologi berdasarkan hasil-hasil kajian persoalan lokal.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih khusus kepada Rektor Universitas Riau atas dukungan Dana Penelitian Desentralisasi Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2013 Berdasarkan Penelitian Desentralisasi Unggulan Perguruan Tinggi sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 730/UN.19/PL/2012, tanggal 11 Mei 2013, sesuai dengan DIPA Universitas Riau tahun 2012, Nomor; DIPA-023.04.2.4.415092/2013 tanggal 5 Desember 2012. Kepada Surya Pebrianto, Febblina Daryanes, Sri Harya Ningsih, dan Giska Dwi Mulyeni yang terlibat dalam penelitian ini untuk kepentingan tugas akhir mereka juga diucapkan terimakasih atas semua kontribusinya yang signifikan.

Karya ini lahir dari sebuah pemahaman kami yang masih sangat terbatas tentang misi Universitas Riau untuk menjadi Universitas Riset. Kami mulai melangkah bersama mahasiswa bimbingan ke arah *Biology Education Research-based Teaching*. Pasti tidak akan pernah Sampai ke tujuan kalau kita tidak pernah Berangkat. *Wallahualam bissawaf*.

Kampus Binawidya Pekanbaru, Akhir Desember 2013

Firdaus L.N. & Sri Wulandari.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

1. FOTOSINTESIS, KANDUNGAN KLOOROFIL, LUAS DAUN, DAN KONDUKTANSI STOMATATANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK
 - 1.1 Pendahuluan, 68
 - 1.2 Bahan dan Metode, 69
 - 1.3 Hasil dan Pembahasan, 70
 - 1.4 Kesimpulan, 76
 - 1.5 Daftar Pustaka, 77

2. PERTUMBUHAN TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK KOTORAN AYAM
 - 2.1 Pendahuluan, 78
 - 2.2 Bahan dan Metode, 79
 - 2.3 Hasil dan Pembahasan, 80
 - 2.4 Kesimpulan, 86
 - 2.5 Daftar Pustaka, 87

3. PERTUMBUHAN TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK KOTORAN SAPI
 - 3.1 Pendahuluan, 88
 - 3.2 Bahan dan Metode, 89
 - 3.3 Hasil dan Pembahasan, 90
 - 3.4 Kesimpulan, 96
 - 3.5 Daftar Pustaka, 97

4. PERTUMBUHAN AKAR TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK
 - 4.1 Pendahuluan, 98
 - 4.2 Bahan dan Metode, 100
 - 4.3 Hasil dan Pembahasan, 101
 - 4.4 Kesimpulan, 107
 - 4.5 Daftar Pustaka, 108

1. FOTOSINTESIS, KANDUNGAN KLOROFIL, LUAS DAUN, DAN KONDUKTANSI STOMATATANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK



1.1 Pendahuluan

Karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) adalah tanaman perkebunan tropis yang ditanam untuk produksi lateks, suatu cairan tumbuhan seperti susu, yang merupakan bahan dasar bagi berbagai produk karet (Verheye, 2007). Pertumbuhan karet dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Indikator pertumbuhan dapat dilihat dari kinerja pertumbuhan seperti tinggi batang dan produksi lateks, serta dari fisiologi pertumbuhan seperti laju transpirasi dan fotosintesis. Faktor internal berupa genetik dari klon karet yang ditumbuhkan (Priyadarsahan, 2003; Miguel *et al.*, 2007). Sedangkan faktor eksternal dapat berupa kadar air (Sangsing *et al.*, 2004; Mokhtar *et al.*, 2011), kadar CO₂ (Devakumar *et al.*, 1998), media tumbuh (Mokhtar *et al.*, 2012), naungan terhadap cahaya matahari (Nugawela *et al.*, 1995; Senevirathna *et al.*, 2003), dan panjang torehan pada saat penyadapan (Obouayeba *et al.*, 2011; Eliathe *et al.*, 2012).

Fotosintesis merupakan suatu rangkaian proses dimana energi cahaya diubah menjadi energi kimia yang dapat digunakan untuk biosintesis. Pancaran energi ditangkap oleh tumbuhan hijau dan digunakan untuk mereduksi CO₂ atmosfer menjadi gula (Ting, 1982). Absorpsi energi radiasi cahaya matahari disebabkan oleh adanya beberapa pigmen seperti klorofil *a*, klorofil *b* dan karotenoid. Biosintesis klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor genetik, cahaya, suhu, air, dan unsur N, Mg, Fe, dan Mn. Cekaman kekeringan dapat mengubah rasio produksi

klorofil *a*, klorofil *b* dan karotenoid. Kandungan klorofil menurun secara signifikan seiring meningkatnya defisit air pada media tumbuh (Jaleel, *et al.*, 2009).

Tanah bauksit merupakan tanah laterit kaya alumina yang dihasilkan dari pemecahan batuan induk. Bauksit terbentuk secara alami dengan kandungan utama adalah satu atau lebih mineral hidroksida aluminium dan beberapa campuran silika (SiO_2), besi oksida (Fe_2O_3), titania (TiO_2), dan aluminosilikat serta campuran lainnya dalam jumlah yang sedikit. *Water Holding Capacity* (WHC) tanah bauksit berkisar 74-81% dan tanahnya bersifat asam (pH 5-6). (Mathiyazhagan & Natarajan, 2002).

Bahan organik merupakan suatu tambahan pada tanah yang berasal dari sumber alami yang menyediakan persentase minimum dari nitrogen, fosfat dan kalium. Kotoran hewan merupakan bahan organik yang paling baik karena membentuk materi organik dan dapat menyediakan sejumlah besar nutrisi penting bagi tumbuhan walaupun kandungan nutrisi pada kotoran hewan bervariasi tergantung pada jenis, umur hewan dan makanannya (Edwards & Walker, 1997). Pupuk organik tidak hanya menyediakan nutrisi yang esensial untuk tumbuhan, tapi juga memperbaiki tanah. Selain membantu menguraikan tanah yang liat, pupuk organik juga memperbaiki sirkulasi udara dan drainase, dan meningkatkan kapasitas tanah berpasir dalam menyimpan air (Gies, 1995).

1.2 Bahan dan Metode

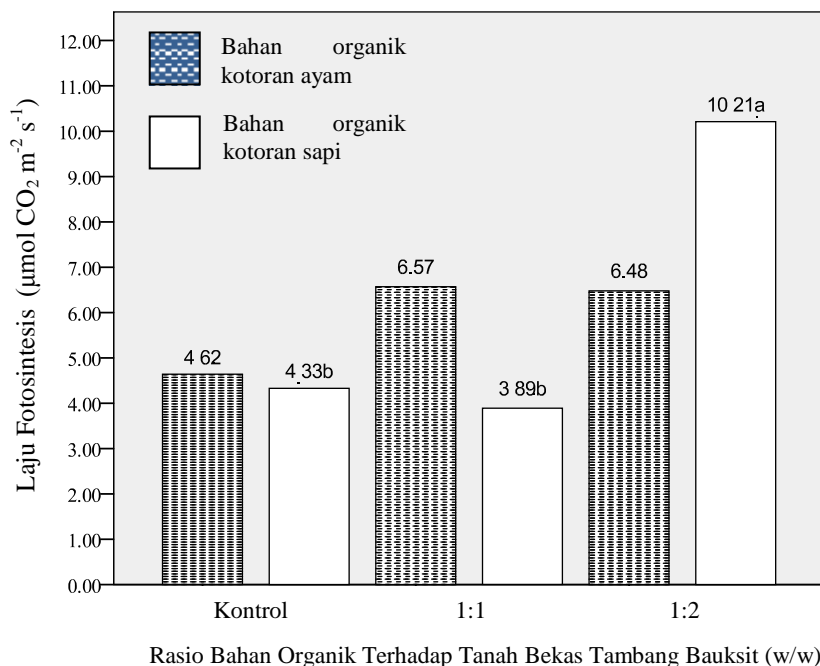
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau Pekanbaru, mulai bulan Januari-Mei 2013. Bahan tanah bekas tambang bauksit diambil dari lahan bekas penambangan bauksit di Pulau Singkep. Bibit tanaman karet klon PB 260 bersertifikat diperoleh dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan. Pupuk kandang kotoran Ayam diperoleh dari distributor kotoran ayam, Sei Pinang, Kampar. Pupuk kandang kotoran Sapi diperoleh dari UPT Dinas Peternakan PTPN V, Sei Galuh, Kampar.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, terpal, sekop, polybag dengan ukuran 10 cm x 20 cm yang dapat menampung tanah sebanyak 5 kg, saringan stainless steel dengan ukuran mata saring 4 mm, neraca elektronik, *Portable Photosynthesis System Model 6400 XT* untuk mengukur laju fotosintesis dan konduktansi stomata (Mokhtar *et al.*, 2011), mortar, aseton 80%, kertas saring Whatman No.2, cuvet, spektrofotometer untuk mengukur kandungan klorofil (Junk, 1971). Luas daun diukur dengan menggunakan metode gravimetri (Pardey & Singh, 2011). Derajat Keasaman pH (H_2O dan KCl) tanah diukur menurut cara Blackmore *et al.* (1987).

Metode eksperimen yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan terdiri dari dosis bahan organik pupuk kandang Ayam atau Sapi dengan tanah bekas tambang bauksit, masing-masing perlakuan dilakukan empat ulangan. Penelitian dilakukan terpisah antara bahan organik pupuk kandang Ayam atau Sapi. Rasio bahan organik kotoran ayam terhadap tanah bauksit dengan 3 perlakuan, yaitu tanah bekas tambang bauksit tanpa dicampur pupuk kandang (kontrol), campuran pupuk kandang dan tanah bekas tambang bauksit dengan rasio 1:1, dan campuran pupuk kandang dan tanah bauksit dengan rasio 1:2. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analisis Varians. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka akan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

1.3 Hasil dan Pembahasan

Laju Fotosintesis Tanaman Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit



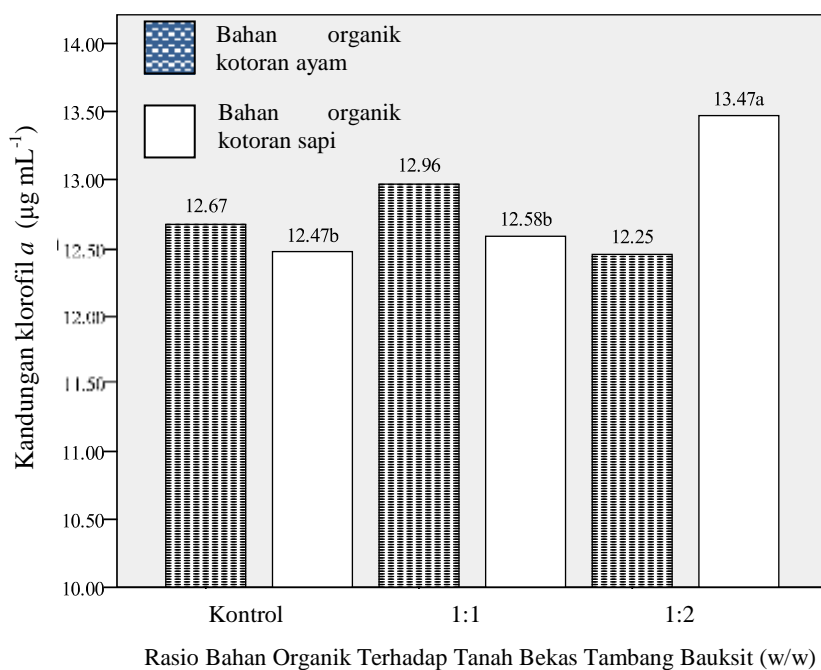
Gambar 1. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap laju fotosintesis *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260. (Angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Laju fotosintesis pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi adalah pada rasio 1:1 yaitu $6,57 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ dan paling rendah pada kontrol yaitu $4,64 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, laju fotosintesis berpengaruh signifikan dan paling tinggi terdapat pada tanaman dengan rasio 1:2 sebesar $10,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada rasio 1:1, yaitu $3,89 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Gambar 1).

Laju fotosintesis ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu kandungan klorofil, ketersediaan air dan CO₂, serta intensitas cahaya (Cechin dan Fumis, 2004). Klorofil berperan sebagai penangkap foton energi cahaya yang akan digunakan untuk membentuk energi kimia berupa ATP dan NADPH melalui reaksi terang yang terjadi di bagian tilakoid kloroplas. Klorofil *a* dan *b* merupakan kompleks pemanen cahaya paling utama yang disebut fotosistem dan dibantu oleh pigmen karotenoid. Pigmen ini berperan dalam fotoproteksi, yaitu pencegahan kerusakan klorofil oleh intensitas cahaya yang terlalu tinggi. Jika kandungan klorofil *a* dan *b* rendah, maka laju fotosintesis akan menurun.

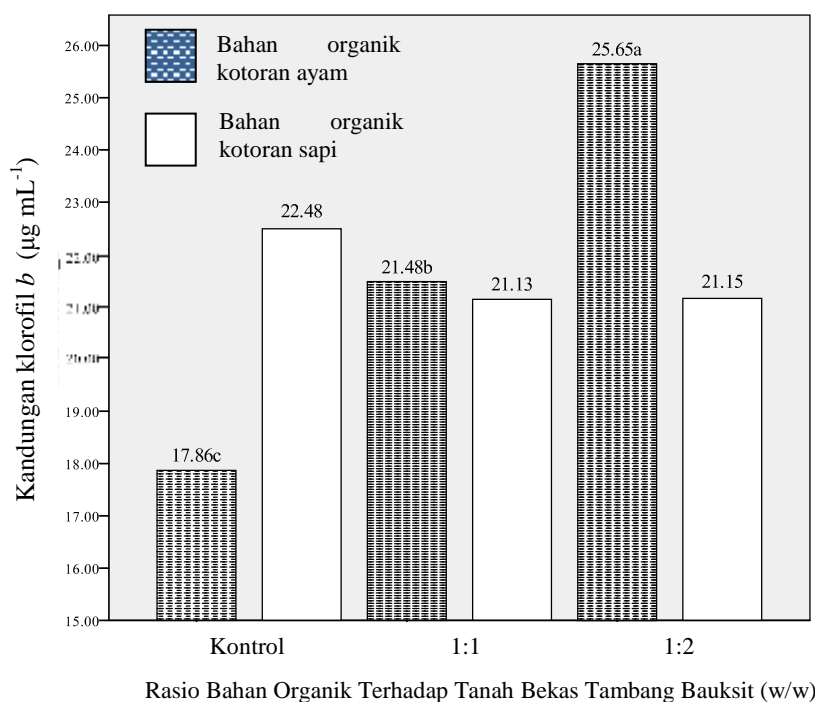
Kandungan klorofil a, b, dan total Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Kandungan klorofil *a* *H. brasiliensis* pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:1, yaitu $12,97 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada rasio 1:2 sebesar $12,45 \mu\text{g mL}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil *a* berpengaruh signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu $13,47 \mu\text{g mL}^{-1}$ dan paling rendah pada tanaman kontrol sebesar $12,47 \mu\text{g mL}^{-1}$. Rasio 1:1 tidak menunjukkan beda nyata terhadap tanaman kontrol melalui uji DMRT (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil *a* *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Kandungan klorofil *b* pada perlakuan bahan organik kotoran ayam paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu 25,65 µg mL⁻¹, dan paling rendah pada kontrol sebesar 17,87 µg mL⁻¹. Nilai tersebut berbeda nyata melalui uji DMRT. Sedangkan pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil *b* berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada tanaman kontrol, yaitu 22,49 µg mL⁻¹, dan paling rendah pada rasio 1:1, yaitu 21,14 µg mL⁻¹ (Gambar 3).

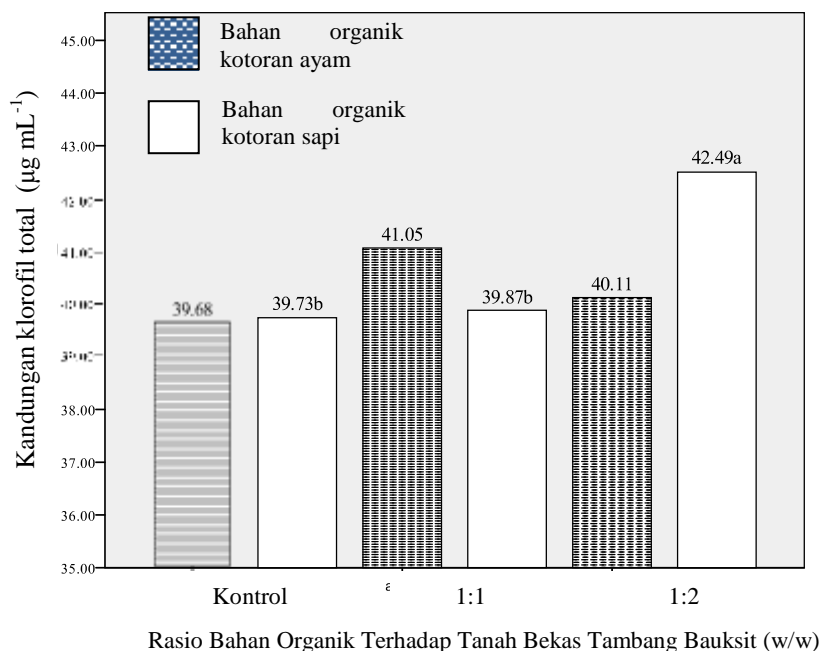


Gambar 3. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil *b* *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Kandungan klorofil total pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:1 yaitu $41,06 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol sebesar $39,69 \mu\text{g mL}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil total berpengaruh signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu $42,50 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol, yaitu $39,74 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Gambar 4).

Kandungan klorofil total pada perlakuan bahan organik ayam tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nitrogen pada kontrol tidak berbeda nyata dengan rasio 1:1 dan 1:2, sehingga kandungan klorofil total tidak mengalami beda nyata. Sedangkan pada perlakuan bahan organik sapi, kandungan klorofil total paling tinggi terdapat pada rasio 1:2 dan berbeda nyata dengan kontrol dan 1:1. Tingginya kandungan klorofil total pada rasio 1:2 dibandingkan dengan 1:1 disebabkan oleh kadar nitrogen yang berlebih pada rasio 1:1, sehingga kadar nitrogen berada pada kadar maksimal dan menyebabkan penurunan biosintesis klorofil. Sedangkan pada kontrol, kadar nitrogen berada pada kadar yang minimal, sehingga biosintesis klorofil juga rendah.

Selain dipengaruhi oleh unsur N, biosintesis klorofil juga dipengaruhi oleh ketersediaan Mg. Namun menurut Zhao, *et al.* (2005), dalam biosintesis klorofil, yang menjadi faktor pembatas adalah kehadiran nitrogen, karena selain berperan dalam pembentukan kerangka cincin tetrapirrol klorofil, nitrogen juga diperlukan sebagai unsur penyusun protein yang berfungsi sebagai enzim dalam berbagai proses metabolisme, termasuk biosintesis klorofil. Oleh karena itu, jika kandungan Mg mencukupi namun kandungan N berada di bawah keadaan normal, maka laju biosintesis klorofil akan berlangsung lambat. Beaumont dan Snell (1935), menyatakan bahwa unsur Mg lebih dalam tubuh tumbuhan lebih banyak digunakan sebagai kofaktor berbagai enzim kinase, yaitu enzim yang berperan dalam pemindahan gugus fosfat dari suatu substrat ke substrat lain, misalnya enzim piruvat kinase yang berperan dalam pemindahan gugus fosfat dari fosfoenol piruvat ke ATP pada fosforilasi tingkat substrat di glikolisis.

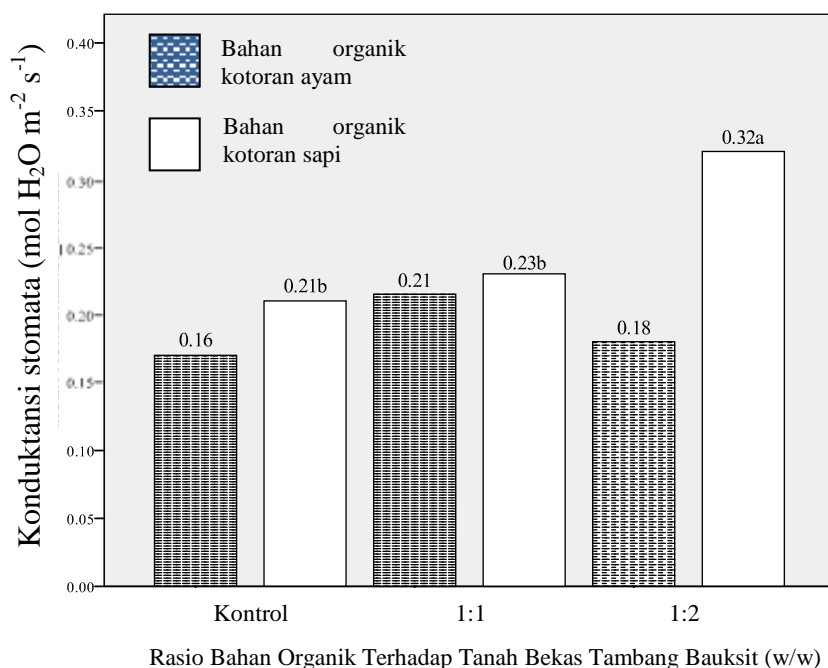


Gambar 4. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil total *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Konduktansi Stomata Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Konduktansi stomata pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling besar pada rasio 1:1, yaitu $0,215 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol, yaitu $0,17 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Sedangkan pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, konduktansi stomata berpengaruh signifikan dan paling besar terdapat pada rasio 1:2 yaitu $0,32 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol yaitu $0,21 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Untuk rasio 1:1 dan kontrol tidak terdapat perbedaan nyata melalui uji DMRT (Gambar 5).

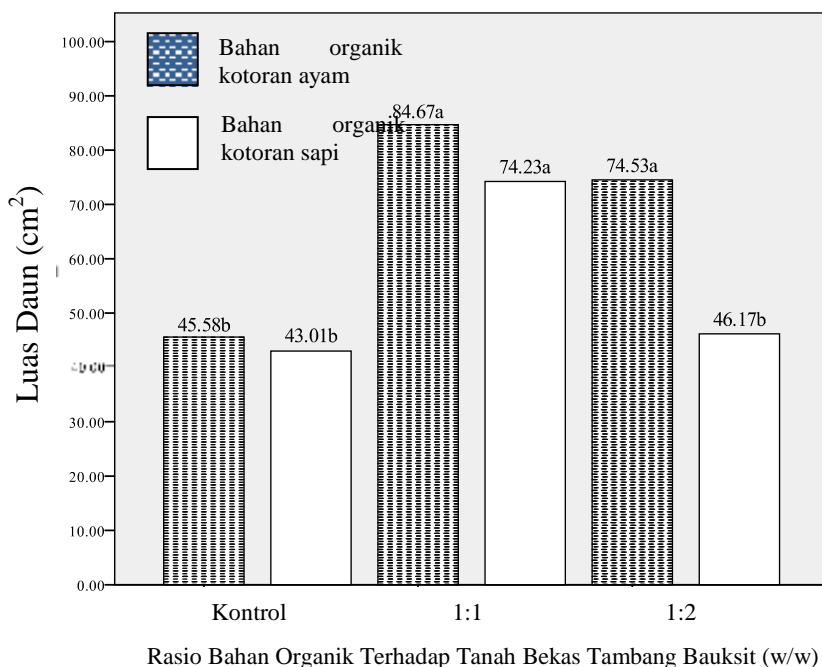
Membuka dan menutupnya stomata ditentukan oleh turgiditas sel penutup. Stomata terbuka saat turgor sel penutup tinggi dan akan menutup saat turgornya rendah. Perubahan turgor sel penutup dipengaruhi oleh keadaan cairan sel penutup. Turgor tinggi apabila ada air yang masuk ke dalam sel penutup dan hal ini hanya mungkin apabila potensial air di dalam sel penutup lebih rendah dari sel-sel sekitarnya. Perubahan nilai potensial osmotik di dalam sel penutup disebabkan oleh perubahan kimia yang terjadi di dalam sel penutup yang selanjutnya akan mengubah potensial air. Salah satu zat yang dapat mengakibatkan perubahan nilai potensial osmotik adalah konsentrasi ion K^+ di dalam sel penutup. Konsentrasi ion K^+ ditentukan oleh laju pemompaan oleh protein transpor yang terdapat pada membran sel penutup (Salisbury dan Ross, 1995). Besarnya nilai konduktansi stomata pada bahan organik perlakuan bahan organik kotoran sapi dengan rasio 1:2 dibandingkan perlakuan lainnya disebabkan kadar nitrogen yang tersedia pada tanah berada pada kisaran kurva optimal pertumbuhan. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang digunakan dalam sintesis protein. Pada rasio 1:1, konduktansi stomata lebih rendah karena kadar nitrogen berada pada kadar maksimal sehingga konduktansi menurun akibat keracunan. Pada kontrol, konduktansi stomata juga rendah karena kadar nitrogen tanah berada pada kadar minimal. Pada perlakuan bahan organik kotoran ayam, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk konduktansi stomata disebabkan kadar nitrogen pada tiap perlakuan bahan organik kotoran ayam tidak menunjukkan beda yang nyata.



Gambar 5. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap konduktansi *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Luas Daun Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Luas daun paling kecil ditemukan pada tanaman kontrol, yaitu 45,58 cm² untuk kontrol bahan organik kotoran ayam dan 43,02 cm² untuk kontrol bahan organik kotoran sapi. Luas daun paling besar pada perlakuan bahan organik kotoran ayam adalah pada rasio 1:1, yaitu sebesar 84,67 cm², begitu juga pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, yaitu sebesar 74,23 cm² pada rasio 1:1 (Gambar 7).

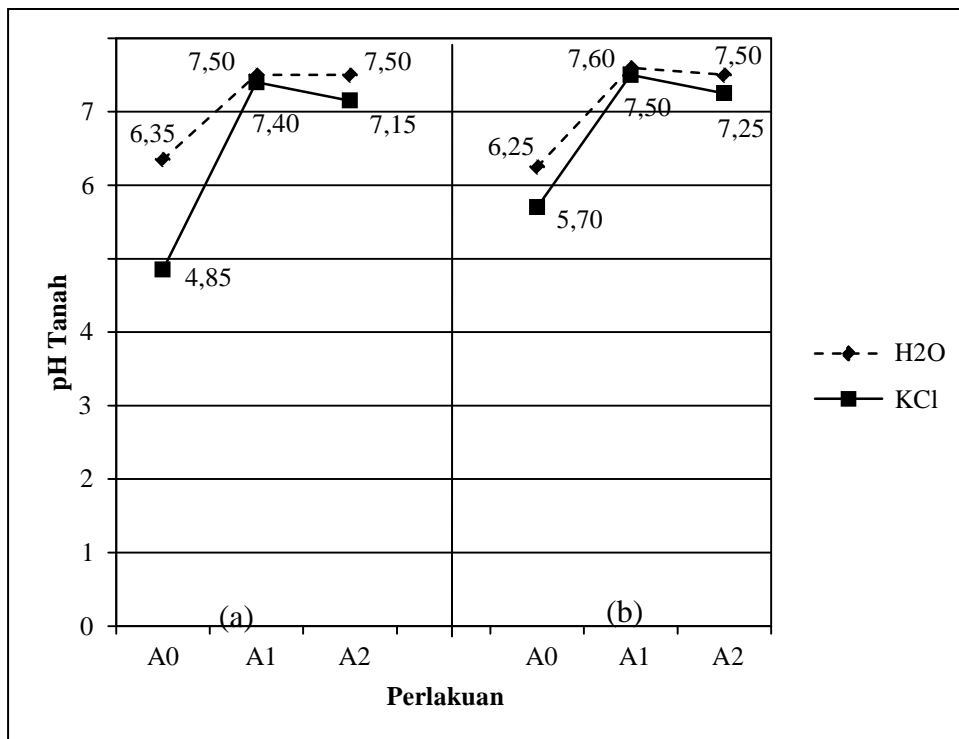


Gambar 6. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap luas daun *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

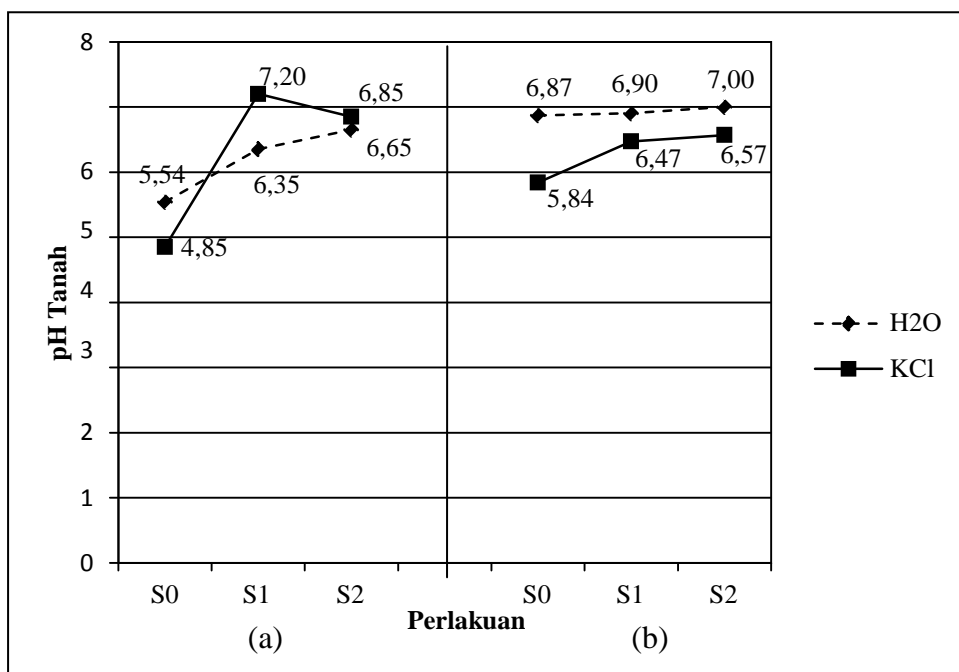
Salah satu unsur hara yang berperan dalam pembentukan daun adalah ion kalsium (Ca²⁺) (Omami, 2005). Kalsium berperan sangat penting dalam sintesis pektin pada lamela tengah. Unsur ini juga terlibat dalam metabolisme atau pembentukan nukleus dan mitokondria. Kalsium berperan sangat penting bagi tumbuhan dan kekurangan kalsium yang parah dapat mengakibatkan kerusakan dan kematian tumbuhan. Kekurangan kalsium paling mempengaruhi daerah meristematik karena dapat menghambat pembentukan dinding sel baru sehingga pembelahan sel dapat terhambat. Dinding sel, terutama dalam menyokong struktur batang dan tangkai daun akan menjadi rapuh, dan perluasan sel dihambat (del Amor dan Marcelis, 2005).

Luas daun *H. brasiliensis* pada perlakuan bahan organik ayam dengan rasio 1:1 dan 1:2 tidak berbeda nyata dan berbeda nyata dengan kontrol berdasarkan uji DMRT. Dengan demikian, rasio 1:2 pada bahan organik kotoran ayam, lebih baik digunakan untuk tujuan perluasan daun karena tidak berbeda nyata pada rasio 1:1. Hal ini disebabkan karena kadar kalsium pada rasio 1:2 telah cukup untuk mendukung perluasan daun. Kekurangan kalsium seperti pada tanaman kontrol dapat menyebabkan perluasan daun terhambat dikarenakan kerja jaringan meristematik tidak berlangsung dengan baik. Perluasan daun disebabkan oleh beberapa jaringan meristematik, yaitu meristem apikal daun, meristem marginal dan meristem papan. Peningkatan aktivitas meristematik pada ketiga jenis meristem tersebut akan menyebabkan daun memanjang dan melebar.

Derajat Keasaman (pH) tanah



Gambar 7. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bekas tambang bauksit terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b).



Gambar 8. Pengaruh rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b).

Gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa nilai pH dengan menggunakan pelarut KCl cenderung lebih rendah dibandingkan menggunakan pelarut H₂O. Penambahan bahan organik baik kotoran ayam maupun kotoran sapi dapat menyebabkan kenaikan pH dari asam menjadi netral. Pada bahan organik kotoran ayam, nilai pH H₂O dan KCl paling tinggi terdapat rasio 1:1, yaitu 7,6 dan 7,5. Sedangkan pada bahan organik kotoran sapi, nilai pH H₂O dan KCl paling tinggi terdapat pada rasio 1:2, yaitu 7,0 dan 6,57. Nilai pH ini berkorelasi positif dengan ketersediaan unsur hara yang ditandai dengan laju fotosintesis, kandungan klorofil dan konduktansi stomata yang paling tinggi pada rasio tersebut. Namun untuk luas daun, bahan organik kotoran sapi memberikan luas daun paling luas pada rasio 1:1, sedangkan bahan organik kotoran ayam tetap pada rasio 1:1.

1.4 Kesimpulan

Bahan organik yang paling baik untuk laju fotosintesis, kandungan klorofil, dan konduktansi stomata tanaman karet yang ditumbuhkan pada tanah bekas tambang bauksit adalah bahan organik kotoran sapi dibandingkan dengan bahan organik kotoran ayam. Rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bekas tambang bauksit yang paling baik adalah 1:2.

1.5 Daftar Pustaka

- Beaumont, A.B., Snell, M.E. 1935. The effect of magnesium deficiency on crop plants. *Journal of Agricultural Research* 50(5), 553-562.
- Blakemore, L.C., Searle, P.L., Daly, B.K. 1987. *Methods For Chemical Analysis of Soils*. NZ Soil Bureau Report 80.
- Cechin, I. Fumis, T.F. 2004. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science* 166, 1379-1385.
- del Amor, F.M., Marcelis, L.F.M. 2005. Response of plant growth to low calcium concentration in the nutrient solution. *Acta Hort.*, 529-533.
- Devakumar, A.S., Shayee, M.S.S., Udayakumar, M., Prasad, T.G. 1998. Effect of elevated CO₂ concentration on seedling growth rate and photosynthesis in *Hevea brasiliensis*. *J. Biosci.*, 23 (1), 33-36.
- Dick, W. and Carey, L. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Allyn and Bacon; 6th ed.
- Edwards, J.H and Walker, R.H. 1997. Using organic residual on highly residual soil. *Biocycle* 38 (2), 56-57
- Eliathe, E.A.A., Edmond, K.K., Mathurin, O.K., Justin, L.Y., Pierre, N.A.S., Kouadio, D., Abdourahamane, S. 2012. Detection of *Hevea brasiliensis* clones yield potential and susceptibility to tapping panel dryness in Cote d'Ivoire using the 32 and 35 KDa luteoidic proteins. *African Journal of Biotechnology* 11(44), 10200-10206
- Gies, G. 1995. Beneficial Use of Biosolids Expands in Canada. *Biocycle* 36(3), 79-82
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, S., Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review of morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Bio.* 11, 100-105.
- Junk, N.V. 1971. *Plant Photosynthetic Production: Manual Of Methods*. Publisher The Hague, Netherland
- Mathiyazhagan, N. and Natarajan, D. 2012. Physicochemical assessment of waste dumps of magnesite and bauxite mine in summer and rainy season. *International Journal of Environmental Sciences* 2 (3), 2243-2252
- Miguel, A.A., Oliveira, L.E., Cairo, P.A.R., Oliveira, D.M. 2006. Photosynthetic behaviour during the leaf ontogeny of rubber tree clones (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) in Lavras, MG. *Cienc. agrotec., Lavras* 31 (1), 91-97.
- Mokhtatar, S.J., Daud, N.W., Ishak, C.F. 2012. Response of *Hevea brasiliensis* (RRIM 2001) planted on an oxisol to different rates of fertilizer application. *Malaysian Journal of Soil Science* 16, 57-69.
- Mokhtatar, S.J., Daud, N.W., Zamri, N.M. 2011. Evaluation of different water regimes on *Hevea brasiliensis* grown on haplic ferrarisol soil at nursery stage. *International Journal of Applied Science and Technology* 1 (3), 28-33.
- Nugawela, A., Ariyawansa, P., Samarasekera, R.K. 1995. Physiological yield determinants of sun and shade leaves of *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. *J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka* 76, 1-10.
- Obouayeba, S., Soumahin, E.F., Okoma, K.M., Badou, A.E., Lacote, R., Coulibaly, L.F., Ake, S. 2011. Relationship between the tapping cut length and the parameters of vegetative growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis* clones GT 1 and PB 235 in south-eastern Cote D'Ivoire. *Journal of Crop Science* 2 (2), 27-44.
- Omami, E.N. 2005. Ameliorative effects of calcium on mineral uptake and growth of salted-stressed Amaranth. *University of Pretoria*.
- Pardey, A. K., Singh, H. 2011. A simple, cot effective method for leaf area estimation. *Journal of Botany* 2, 24-34.
- Priyadarsahan, P.M. 2003. Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg) clones. *Genetics and Molecular Biology* 26 (4), 435-44
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. ITB, Bandung.
- Sangsing, K., Roux, X., Kasemsap, P., Thanisawanyangkura, S., Sangkhasila, K., Gohet, E., Thaler, P. 2004. Photosynthetic capacity and effect of drought on leaf gas exchange in two rubber (*Hevea brasiliensis*) clones. *Nat. Sci.* 38, 111-122.
- Senevirathna, A.M.W.K., Stirling, S.M., Rodrigo, V.H.L. 2003. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. *Tree Physiology* 23, 705-712.
- Ting, I.P. 1982. *Plant Physiology*. Addison Wesley, Publishing Co. California. Canada.
- Verheye, W. 2007. Growth and production of rubber. *Soils, Plant Growth and Crop Production* 2, 24-33.
- Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G., Reddy, V.R. 2005. Nitrogen deficiency effects on plants growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *Europ. J. Agronomy* 22, 391-403.

2. PERTUMBUHAN TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK KOTORAN AYAM



2.1 Pendahuluan

Bauksit merupakan salah satu hasil tambang yang menjadi komoditas utama di Indonesia. Kegiatan pertambangan bauksit memberikan dampak negatif bagi lingkungan, yaitu hilangnya keanekaragaman spesies tumbuhan, hewan, mikroorganisme tanah, miskin unsur hara, degradasi lahan. Menurut Sembiring (2008), tanah bekas pertambangan bauksit memiliki keasaman yang tinggi serta kandungan bahan organik yang rendah. Karakteristik umum yang paling menonjol pada lahan bekas tambang bauksit adalah lahan yang rusak berat yang membuat terjadi erosi yang berat, lapisan tanah yang tipis atau bahkan hilang. Tanah bekas tambang bauksit biasanya padat dan sukar diolah, mempunyai struktur, tekstur, porositas, dan kerapatan bongkah yang tidak mendukung. Untuk itu perlu dilakukan reklamasi lahan melalui revegetasi atau penanaman kembali dengan tanaman-tanaman yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan mampu bertahan pada kondisi tanah bekas pertambangan.

Tanaman karet merupakan salah satu tanaman unggulan daerah yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan paling toleran terhadap tanah yang kesuburannya rendah (Nazaruddin dan Paimin, 2005). Menurut Suhendry *et al.* (1996) beberapa hal kenapa tanaman karet berpotensi dikembangkan di lahan bekas tambang. Pertama, tanaman karet termasuk tanaman multiguna, mempunyai adaptasi yang tinggi pada lahan-lahan marginal, mempunyai akar tunggang yang dalam secara teoritis lebih mampu mengatasi masalah kekeringan. Tanaman karet bahkan mampu memberikan produktivitas yang lebih tinggi pada lahan berpasir dengan bulan kering. Kedua, tanaman karet mampu memperbaiki sifat tanah melalui pengkayaan hara dengan karakter

fisiologi pengguguran daunnya. Selain itu tanaman karet dapat disadap dan menghasilkan getah hampir setiap hari sehingga menghasilkan pendapatan yang dibutuhkan oleh masyarakat. Oleh karena itu tanaman karet dapat digunakan sebagai tanaman reklamasi lahan kritis bekas pertambangan bauksit.

Untuk membantu memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah bekas tambang bauksit, maka perlu adanya penambahan bahan organik. Bahan organik memiliki fungsi untuk menjaga kelembaban tanah, menstabilkan temperatur tanah, memperbaiki aktivitas mikroorganisme, membuat aerasi tanah menjadi lebih baik, memperbaiki struktur tanah dan mengurangi erosi (Suharjo, 1990).

Pupuk kandang merupakan salah satu sumber bahan organik tanah. Salah satu jenis pupuk kandang yang sering digunakan dalam budidaya pertanian adalah pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam (Soepardi, 1983). Menurut Baherta (2009), pupuk kandang terbaik bagi pertumbuhan tanaman adalah pupuk kandang kotoran ayam. Manfaat kotoran ayam yaitu menyediakan hara makro dan mikro, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks, sehingga ion logam yang meracuni tanaman atau menghambat penyediaan hara seperti Al, Fe dan Mn dapat dikurangi. Menurut Sarief (1986) kotoran ayam mengandung kadar air dan nisbah C/N yang rendah, sehingga akan mempercepat proses mineralisasi dan memperkecil tekanan nitrat di dalam tanah. Dengan demikian ketersediaan unsur hara yang diperoleh dari kotoran ayam lebih cepat.

2.2 Bahan Dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2013 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tanah bauksit yang diambil dari lahan bekas pertambangan bauksit di Pulau Singkep Kabupaten Lingga, tanaman karet klon PB 260, bahan organik kotoran ayam.

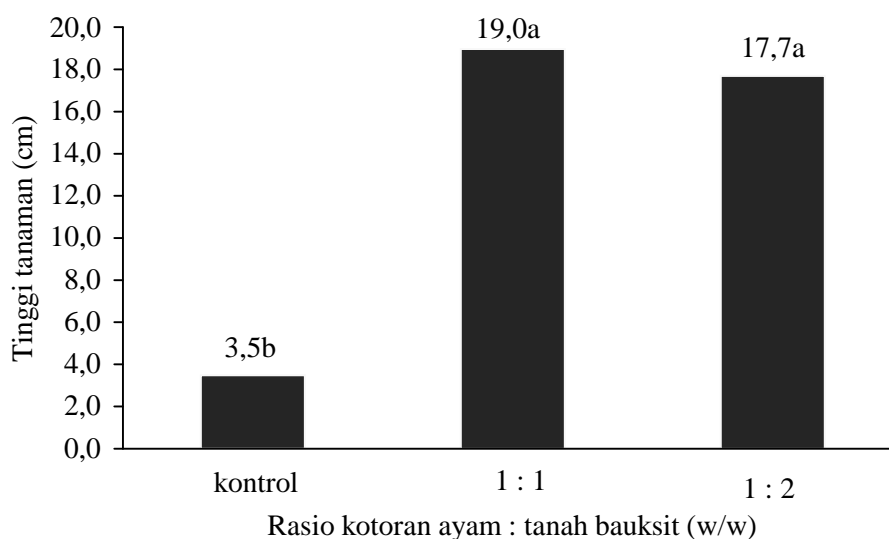
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Cangkul, terpal, sekop, polybag yang dapat menampung tanah sebanyak 5 kg, saringan, meteran, jangka sorong, oven, timbangan dan neraca elektronik, pH meter. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diberikan adalah dosis bahan organik pada tanah bauksit terhadap tanaman karet klon PB 260. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan empat ulangan. Aplikasi bahan organik kotoran ayam diberikan dengan 3 dosis yaitu : tanpa bahan organik (A_0), bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:1 (A_1), bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:2 (A_2). Pemberian kotoran ayam dilakukan pada awal penelitian, dengan mencampurkannya pada tanah bekas tambang bauksit sesuai dengan dosis perlakuan, kemudian campuran didiamkan selama 6 hari lalu dilakukan penanaman tanaman karet.

Parameter yang diamati meliputi parameter kimia tanah dan parameter biologi. Parameter kimia tanah yaitu pH tanah yang diukur pada awal dan akhir penelitian dengan menggunakan pH meter sedangkan parameter biologi meliputi tinggi tanaman, diameter batang, berat basah dan berat kering. Tinggi tanaman diukur dari titik permulaan tumbuhnya batang klon dari batang bawah dengan menggunakan meteran. diameter batang diukur dengan menggunakan jangka sorong pada lingkaran batang sekitar 3 cm dari titik permulaan tumbuh batang klon karet, berat basah daun dan batang diukur pada akhir pengamatan, setelah dibersihkan maka ditimbang. Berat kering dilakukan dengan cara dikeringkan dalam oven pada suhu 80^0 C selama 48 jam (sampai berat konstan) lalu ditimbang. Data hasil pengukuran yang diperoleh dari penelitian dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA). Jika F hitung > dari F tabel dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

2.3 Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan Tinggi Tanaman Karet Klone PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Tinggi tanaman pada perlakuan A_1 (1:1) dan A_2 (1:2) tidak berbeda nyata, tetapi menunjukkan perbedaan secara nyata jika dibandingkan dengan A_0 (kontrol) berdasarkan uji DMRT (gambar 1). Hal ini diduga dengan rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit 1:2 telah mampu menyediakan kandungan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tinggi tanaman.



Gambar 1. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit terhadap tinggi tanaman karet PB 260. Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $P < 0,05$ uji DMRT.

Pertumbuhan paling tinggi pada perlakuan A_1 yang merupakan perlakuan dengan pengaplikasian kotoran ayam yang paling banyak. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak bahan organik kotoran ayam yang diberikan maka hasil pertumbuhan tanaman karet pun akan semakin baik.

Pengaplikasian bahan organik pada tanah bekas pertambangan bauksit mempunyai peranan besar dalam mendukung perbaikan sifat fisik, kimia, biologis tanah, serta meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah bekas tambang bauksit. Menurut Novizan (2005) bahan organik akan memperbaiki granulasi tanah berpasir dan tanah padat bekas pertambangan bauksit sehingga dapat meningkatkan kualitas aerasi, memperbaiki drainase tanah, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, meningkatkan kapasitas tukar kation serta aktivitas mikroorganisme sehingga pertumbuhan tanaman karet menjadi lebih baik. Melalui pengaplikasian kotoran ayam dapat memenuhi kebutuhan unsur-unsur hara utama untuk pertumbuhan tinggi tanaman, seperti unsur N, P, K dan Ca.

Nitrogen merupakan unsur terpenting bagi pertumbuhan tanaman sebab merupakan komponen utama berbagai senyawa di dalam tubuh tanaman, yaitu asam amino, protein, klorofil, koenzim, asam-asam nukleat serta hormon tumbuh seperti (auksin dan sitokinin) (Sarief, 1986; Agustina, 2004; Hanafi, 2007). Menurut Mengel dan Kirkby (1978), unsur nitrogen berkorelasi sangat erat dengan perkembangan jaringan meristem sehingga sangat menentukan pertumbuhan tanaman. Amoniak sebagian besar diasimilasi membentuk asam glutamat (*glutamic acid*), yang

berfungsi sebagai konstituen dasar dalam biosintesis asam-asam amino dan asam nukleat (DNA dan RNA), dimana senyawa tersebut berperan dalam pembelahan sel.

Menurut Hanafi (2007) unsur P diantara lain berfungsi sebagai komponen beberapa enzim dan protein, ATP, RNA, DNA. ATP merupakan senyawa yang terlibat dalam berbagai reaksi transfer energi pada hampir semua proses metabolisme tanaman, sehingga unsur fosfor berperan vital dalam penyediaan energi kimiawi yang terlibat dalam produksi panas, cahaya dan gerak. Respon tanaman terhadap unsur ini terutama terlihat pada sistem perakaran, pertumbuhan secara umum, mutu dan total produksi. Dengan peran unsur fosfor yang demikian vital terutama sebagai pembawa energi, defisiensi fosfor menyebabkan gangguan hebat terhadap tanaman. Ketersediaan asam nukleat dan fosfolipid yang cukup pada periode awal pertumbuhan akan berpengaruh terhadap fase primordia dan pembentukan bagian reproduktif tanaman.

Menurut Lingga (2004) unsur kalium mempengaruhi pembelahan sel dan pemanjangan sel. Fungsi lain dari kalium adalah aktivasi membran proton memompa ATPase. Aktivasi ini tidak hanya memfasilitasi pengangkutan K^+ dari eksternal untuk melintasi membran plasma ke dalam sel akar tetapi juga membuat kalium unsur mineral yang paling penting dalam perpanjangan sel dan osmoregulasi. Selain itu juga sebagai pengatur buka tutup stomata dan hal-hal yang terkait dengan penggunaan air.

Kalsium bagi tanaman berfungsi pembentuk dinding sel yang sangat dibutuhkan dalam proses pembentukan sel baru (Novizan, 2005). Selain itu unsur kalsium juga dapat mempertahankan integritas sel-sel karena perannya dalam sintesis Ca-pektat yang menyusun lamella tengah sel-sel (Hanafi, 2007).

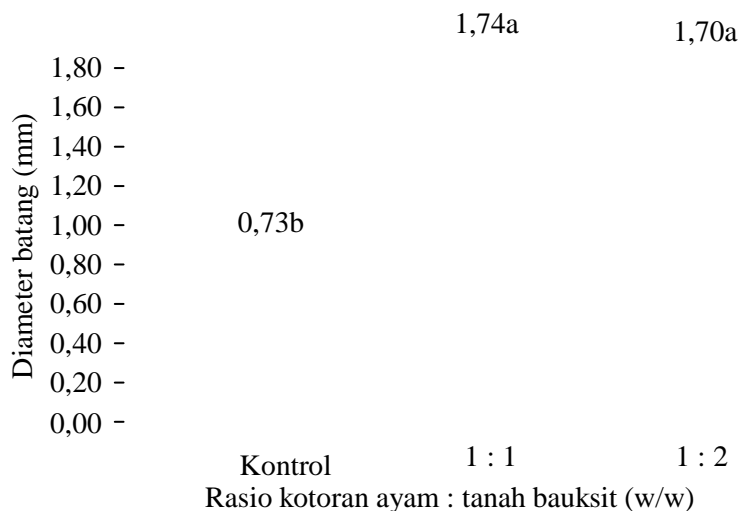
Kehadiran unsur-unsur utama tersebut pada tanah dalam jumlah yang besar membuat tanaman karet yang ditanam pada tanah tersebut mengalami pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan tanaman karet yang ditanam pada tanah tanpa penambahan kotoran ayam, seperti pada perlakuan A_0 . Tanah bekas pertambangan bauksit memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Nilai pH tersebut berkaitan dengan rendahnya ketersediaan unsur makro yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan tumbuhan seperti unsur nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium, sedangkan unsur mikro seperti besi, mangan, tembaga dan seng ditemukan dalam jumlah yang besar. Kelebihan unsur mikro pada tanah akan membuat tumbuhan keracunan.

Pertumbuhan Diameter Batang Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Pertumbuhan diameter batang pada perlakuan A_1 (1:1) dan A_2 (1:2) tidak berbeda nyata, tetapi menunjukkan perbedaan secara nyata jika dibandingkan dengan A_0 (kontrol) berdasarkan uji DMRT (gambar 2). Hal ini diduga dengan rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit 1:2 telah mampu menyediakan kandungan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan diameter batang tanaman karet.

Sama halnya seperti pertumbuhan tinggi tanaman karet, pada perlakuan A_1 menunjukkan rata-rata pertumbuhan diameter batang yang paling besar diantara semua perlakuan. Semakin banyak pemberian dosis kotoran ayam pada tanah bekas pertambangan bauksit maka semakin baik pula perkembangan diameter batang tanaman karet. Hal ini diduga unsur hara nitrogen, fosfor, kalium dan kalsium yang terkandung pada kotoran ayam juga dapat membantu pembesaran diameter batang menjadi lebih cepat. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa unsur nitrogen merupakan komponen utama pembentuk senyawa-senyawa yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif, baik itu merupakan penyusun utama protein yang menjadi komponen utama protoplasma maupun sebagai bahan dasar hormon tumbuh (sitokinin) yang berperan dalam pembelahan dan pertumbuhan sel.

Menurut Iskandar (1984) dan Shorrocks (1964), kekurangan fosfor pada tanaman karet muda akan mengurangi jumlah daun dan selanjutnya yang berakibat pada pertumbuhan tanaman yang kurang baik dan pengecilan ukuran diameter batang.



Gambar 2. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit terhadap diameter batang tanaman karet PB 260. Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $P < 0,05$ uji DMRT.

Menurut Lingga (2004), unsur kalium selain mempengaruhi pembelahan sel dan pemanjangan sel juga berfungsi menguatkan vigor tanaman yang dapat mempengaruhi besar lingkaran batang. Pembelahan sel terjadi dalam jaringan meristematis pada titik tumbuh batang, akar dan kambium. Apabila sel di daerah ini mulai membesar maka akan membentuk vakuola-vakuola yang secara aktif mengabsorpsi air dan unsur hara dalam jumlah besar. Akibat adanya absorpsi air dan unsur hara menyebabkan terjadinya pemanjangan sel sehingga dinding sel tebal karena penumpukan selulosa.

Unsur kalsium yang berperan dalam pembentukan dinding sel, pembentukan struktur dan permeabilitas membran, selain itu kalsium juga dibutuhkan dalam sintesis Ca-pektat yang menyusun lamella tengah sel-sel, sehingga unsur tersebut juga akan berperan dalam perkembangan diameter tanaman.

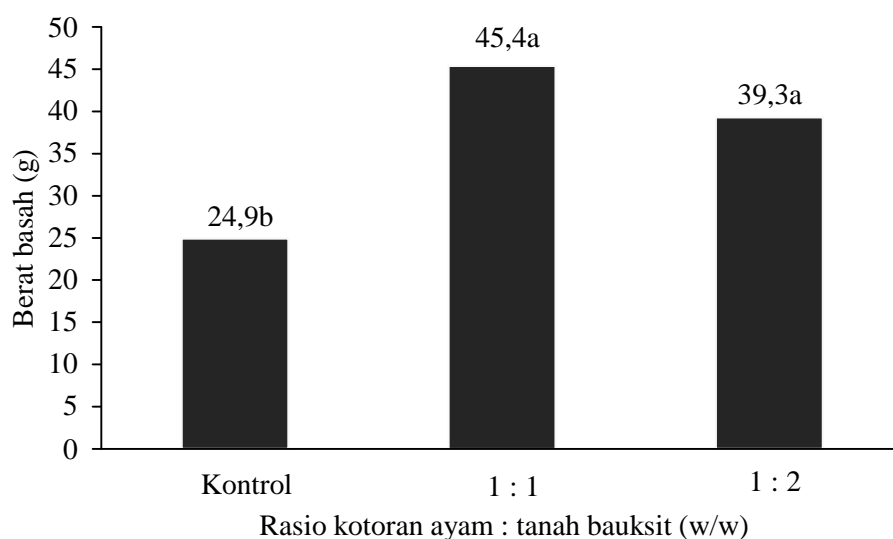
Rata-rata diameter yang paling kecil yaitu pada perlakuan A_0 . Telah disebutkan bahwa tanah bekas pertambangan bauksit sangat minim unsur N, P dan K (Sembiring, 2008). Menurut Iskandar (1984), kekurangan P pada tanaman karet muda akan mengurangi jumlah daun dan selanjutnya yang berakibat pada pertumbuhan tanaman yang kurang baik dan pengecilan ukuran diameter batang. Buckman dan Brady (1969) mengatakan bahwa derajat kemasaman tanah menentukan bentuk ion yang terdapat pada tanah tersebut. Menurut Agustina (2004) pada kisaran pH 4-9, secara normal di dalam larutan tanah terdapat dua jenis atom P yaitu HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^- . Bentuk ion H_2PO_4^- umumnya lebih tersedia bagi tanaman dengan bentuk ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} . Bentuk H_2PO_4^- terbanyak pada larutan yang bersifat asam. Tanah bekas pertambangan bauksit memiliki pH yang tergolong asam, dimana kelarutan Al^{3+} dan Fe^{3+} sangat tinggi (Idial, 1997). Unsur Fe dan Al pada kondisi tersebut akan mengikat P melalui pembentukan senyawa kompleks di dalam tanah. Akibatnya suplai fosfor menjadi rendah sehingga penyerapannya oleh akar berkurang (Soepardi, 1983 ; Novizan, 2005). Bila pH tanah dinaikkan, maka P akan berubah menjadi tersedia kembali.

Berat Basah Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Berat basah tanaman karet pada perlakuan A_1 (1:1) dan A_2 (1:2) tidak berbeda nyata, tetapi menunjukkan perbedaan secara nyata jika dibandingkan dengan A_0 (kontrol) berdasarkan

uji DMRT (gambar 3). Hal ini diduga dengan rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit 1:2 telah mampu menyediakan kandungan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk berat basah tanaman karet, sehingga menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perlakuan kontrol.

Berat basah tanaman karet pada perlakuan A_1 menunjukkan berat basah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Semakin banyak kotoran ayam yang diberikan maka berat basah tanaman pun semakin tinggi. Seperti yang dikemukakan oleh Suharja dan Sutarno (2009) penambahan bahan organik dapat menambah berat basah tanaman, karena menyediakan hara dari dalam tanah. Pupuk kandang ayam dapat memberikan asupan nitrogen pada tanaman. Menurut Dwijosapoetra (1983), berat basah tanaman dipengaruhi oleh unsur N yang diserap tanaman, kadar air dan kandungan unsur hara yang ada dalam sel-sel jaringan tanaman yang membantu pertumbuhan organ-organ vegetatif tanaman.



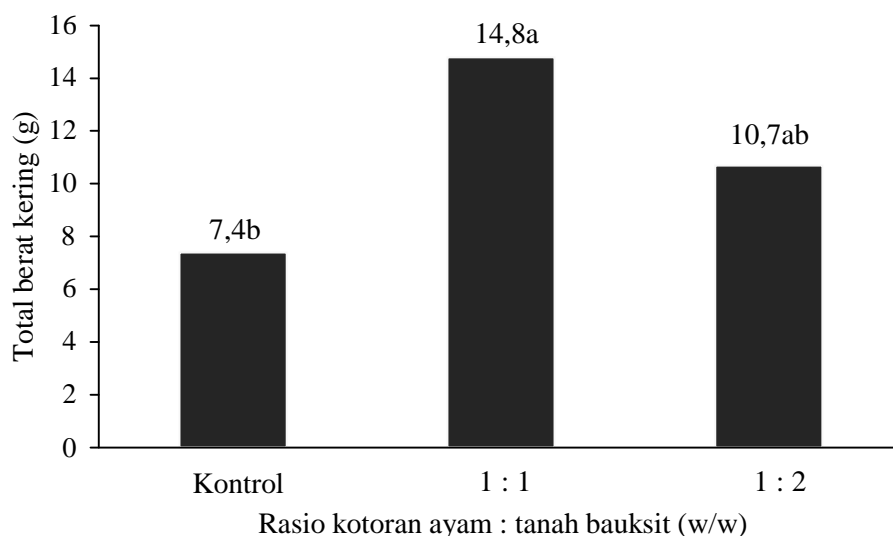
Gambar 3. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit terhadap berat basah tanaman karet PB 260. Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $P < 0,05$ uji DMRT.

Semakin baik hara yang terjerap oleh tanaman, maka ketersediaan bahan dasar proses fotosintesis akan semakin baik pula. Proses fotosintesis yang berlangsung dengan baik, akan memacu penimbunan karbohidrat dan protein pada tanaman. Penimbunan karbohidrat dan protein sebagai akumulasi hasil proses fotosintesis akan berpengaruh pada berat basah tanaman.

Sedangkan pada perlakuan A_0 (tanah bauksit tanpa kotoran ayam) menunjukkan nilai berat basah terkecil. Tanah bekas pertambangan bauksit yang miskin akan unsur hara serta memiliki keasaman yang tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman. Selain itu struktur fisik tanah bekas pertambangan bauksit yang padat, sukar diolah, keras, dan memiliki aerasi yang buruk tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Faktor-faktor tersebut akan membuat pertumbuhan organ-organ tanaman menjadi lambat sehingga hal ini akan mempengaruhi berat basah tanaman.

Berat Kering Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Perlakuan A_2 (1:2) menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap A_0 (kontrol) berdasarkan uji DMRT (gambar 4). Hal ini diduga kotoran ayam dan tanah bauksit dengan rasio 1:2 belum menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk berat kering tanaman karet sehingga tidak berpengaruh secara nyata terhadap kontrol. Pada perlakuan A_1 (1:1) telah menunjukkan perbedaan secara nyata terhadap A_0 (kontrol). Ini artinya kotoran ayam dan tanah bauksit dengan rasio 1:1 sudah dapat menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk berat kering tanaman karet.



Gambar 4. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit terhadap total berat kering tanaman karet PB 260. Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $P < 0,05$ uji DMRT.

Pemberian kotoran ayam pada tanah bekas pertambangan bauksit dengan perbandingan 1:1 (A_1) menunjukkan hasil berat kering tanaman karet yang paling tinggi (gambar 4), pengaruh pemberian kotoran ayam terhadap berat kering menunjukkan relevansi atau pengaruh yang sama terhadap berat basah tanaman. Pada perlakuan A_1 dapat menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, membuat pertumbuhan menjadi lebih baik serta hasil dari fotosintesis berupa fotosintat juga meningkat. Pemberian kotoran ayam akan menambah dan melengkapi unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur yang berguna dalam peningkatan biomassa tanaman karet.

Unsur nitrogen akan meningkatkan warna hijau daun, mendorong pertumbuhan batang dan daun (Marschner, 1995). Nitrogen erat kaitannya dengan sintesis klorofil (Salisbury dan Ross, 1995) serta sintesis protein dan enzim (Schaffer, 1996). Enzim rubisco berperan sebagai katalisator dalam fiksasi CO_2 yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1995; Schaffer, 1996). Oleh karena itu peningkatan kandungan nitrogen tanaman dapat berpengaruh terhadap fotosintesis baik lewat kandungan klorofil maupun enzim fotosintetik, sehingga meningkatkan fotosintat (bobot segar dan bobot kering) yang terbentuk.

Unsur fosfor merupakan komponen penting penyusun senyawa ATP yang berperan sebagai sumber energi pada reaksi gelap fotosintesis dan nukleoprotein, sistem informasi genetik (DNA dan RNA), membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein.

Kalium berperan penting dalam fotosintesis karena secara langsung meningkatkan pertumbuhan dan indeks luas daun, sehingga meningkatkan asimilasi CO_2 serta meningkatkan translokasi dan asimilasi hasil fotosintesis (Suntoro, 2002).

Menurut Novizan (2005), peran magnesium bagi tanah dan tanaman adalah sebagai unsur pembentuk warna hijau pada daun (klorofil), struktur klorofil memiliki kepala yang disebut cincin porfirin dengan atom magnesium berada pada pusatnya.

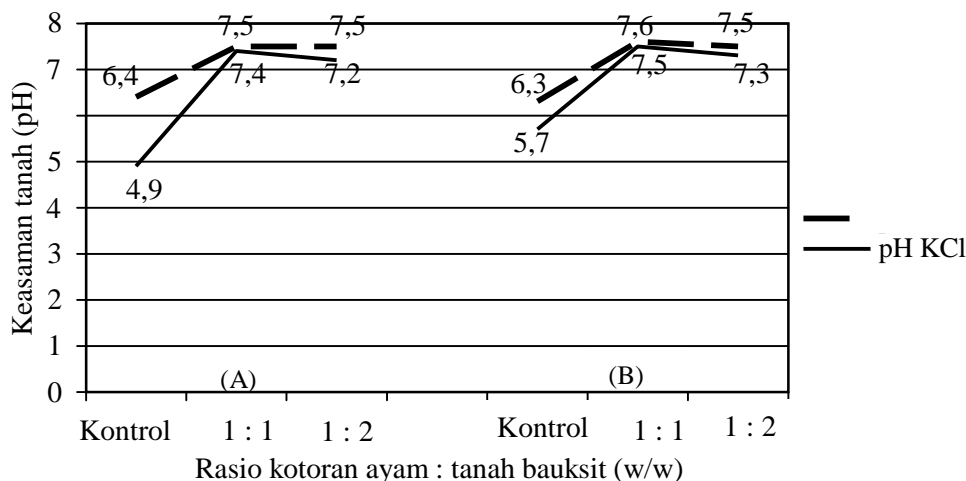
Unsur belerang merupakan bagian penting dari ferodoksin, suatu kompleks Fe dan belerang yang terdapat dalam kloroplas dan terlibat dalam reaksi oksidoreduksi dengan transfer elektron serta dalam reduksi nitrat dalam proses fotosintesis (Tisdalle *et al.*, 1985).

Oleh karena itu, perbaikan kualitas tanah dengan menambahkan kotoran ayam berdampak terhadap peningkatan biomassa tanaman karet melalui peningkatan fotosintat hasil dari fotosintesis.

Sedangkan pada perlakuan A_0 (tanah bauksit tanpa kotoran ayam) menunjukkan nilai berat kering paling rendah diantara semua perlakuan. Rendahnya jumlah berat kering pada perlakuan A_0 tersebut diawali dengan rendahnya pertumbuhan tinggi dan diameter batang serta jumlah daun pada tanaman karet tersebut, kekurangan unsur hara pada tanah bauksit membuat pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Disaat tanaman karet tidak mengalami pertambahan tinggi maka jumlah daunnya pun tidak bertambah, hal itu membuat kapasitas fotosintesis juga berkurang fotosintesis karena daun berfungsi sebagai pelaksana. Kondisi ini akan berlanjut pada rendahnya pertumbuhan perkembangan organ-organ tanaman karet serta akan menurunkan produksi berat keringnya.

Perubahan pH Tanah pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Nilai pH tanah meningkat seiring dengan meningkatnya dosis bahan organik kotoran ayam yang diberikan pada tanah bekas pertambangan bauksit. Tanah bekas pertambangan bauksit tanpa pemberian kotoran ayam (A_0) memiliki nilai pH KCl dan pH H_2O paling rendah diantara perlakuan yang lain baik diawal maupun diakhir penelitian (gambar 5), dilihat dari nilai pH nya maka tanah pada perlakuan A_0 tergolong asam. Rendahnya nilai pH pada tanah tersebut dapat diakibatkan karena kegiatan pertambangan bauksit itu sendiri, hilangnya bahan organik dan unsur hara makro karena kegiatan pencucian lapisan tanah pada pertambangan tersebut akan membuat tanah memiliki pH asam, seperti yang dikemukakan oleh Novizan (2005) bahwa tanah bersifat asam karena berkurangnya kation kalsium, magnesium, kalium, atau natrium. Unsur-unsur tersebut terbawa oleh aliran air (pencucian), karena ion-ion positif yang melekat pada koloid tanah berkurang maka kation pembentuk asam seperti hidrogen dan aluminium akan menggantikannya yang membuat tanah menjadi asam.



Gambar 5. Pengaruh rasio kotoran ayam dengan tanah bauksit terhadap perubahan pH tanah diawal (A) dan akhir penelitian (B)

Pada perlakuan A_1 memiliki nilai pH yang paling tinggi dibandingkan dengan nilai pH pada perlakuan A_0 dan A_2 , nilai pH tersebut sesuai dengan banyaknya bahan organik yang diberikan pada tanah bekas tambang bauksit, pada perlakuan A_1 pemberian bahan organik kotoran ayam paling banyak diantara semua perlakuan. Nilai pH pada tanah bekas pertambangan bauksit tergolong rendah, karena banyak mengandung unsur kation pembentuk asam salah satunya adalah aluminium. Melalui penambahan kotoran ayam pada tanah bekas tambang bauksit akan menambah bahan organik tanah. Dengan penambahan bahan organik maka dapat menaikkan pH tanah, seperti yang dikemukakan oleh Sanchez (1992), aluminium dalam larutan tanah itu menurun apabila bahan organik meningkat, karena bahan organik membentuk kompleks yang sangat kuat dengan aluminium. Sehingga melalui pemberian bahan organik kotoran ayam pada tanah bekas tambang bauksit akan menurunkan tingkat aluminium yang banyak terkandung di dalam tanah tersebut sehingga dapat meningkatkan pH tanah bauksit. Hal itu sesuai yang dikemukakan oleh Tjahyana (2011) bahwa pemberian pupuk organik pada lahan marginal menyebabkan peningkatan pH serta kandungan N, P dan K pada tanah tersebut menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum diberi pupuk organik.

2.4 Kesimpulan

Bahan organik kotoran ayam memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman karet. Rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bekas tambang bauksit 1:1 memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman, diameter batang, berat basah dan berat kering tanaman.

2.5 Daftar Pustaka

- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Rineka Cipta. Jakarta
- Baherta. 2009. Respon Bibit Kopi Arabika pada Beberapa Takaran Pupuk Kandang Kotoran Ayam. *Ilmiah Tambua*. Vol. VIII. No 3. 468
- Dwidjoseputro, D. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta
- Hanafi, K. A. 2007. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta
- Iskandar, S.H. 1984. *Pengantar Budidaya Karet*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Lingga, P., Marsono. 2004. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Marschner H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. London.
- Mengel, K., and A. Kirby. 1987. *Principles of plant nutrition. 4th ed*. Int. Potash Inst., Worblaufen-Bern, Switzerland
- Nazaruddin dan F.B. Paimin. 2005. *Karet*. PT Penebar Swadaya. Jakarta
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta
- Salisbury, F. B., dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. ITB. Bandung
- Sanchez, P. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. ITB. Bandung
- Sarief, E. S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Schaffer AA. 1996. *Photoassimilate distribution in plant and crops*. Marcel Dekker. New York.
- Sembiring, S. 2008. Sifat Kimia dan Fisik Tanah pada Areal Bekas Tambang Bauksit di Pulau Bintan, Riau. *Jurnal Info Hutan*. Vol. V No. 2 : 127-129
- Shorrocks, V. M. 1964. *Mineral Deficiencies In Hevea and Associated Cover Plants*. *Rubb. Res.* Inst, of Malaysia. Kuala Lumpur.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Suharja dan Sutarno. 2009. Biomassa, Kandungan Klorofil dan Nitrogen Daun Dua Varietas Cabai (*Capsicum annum*) pada Berbagai Perlakuan pemupukan. *Jurnal Bioteknologi* 6 (1): 11-20, Mei 2009, ISSN: 0216-6887)
- Suharjo, H., M. Soepartini, U. Kurnia. 1990. *Bahan Organik Tanah*. Departemen Pertanian. Jakarta
- Suhendry, I., S. Ginting., R. Azwar., MZ. Nasution. 1996. Potensi pengembangan tanaman karet pada tanah marginal beriklim kering. Studi kausu daerah Langga Payung Sumatera Utara. *Warta Puslit Karet*. 15 (2): 67:77.
- Suntoro 2002. Pengaruh penambahan bahan organik, dolomit dan KCl terhadap kadar klorofil dan dampaknya pada hasil kacang tanah (*Arachis hypogaeae* L.). *BioSMART* . 4 (2): 36-40.
- Tisdalle SL, Nelson WL, Beaton JD. 1985. *Soil fertility and fertilizer*. Macmillan. New York.
- Tjahyana, B. E., dan Y. Ferry. 2011. Revegetasi Lahan Bekas Tambang Timah dengan Tanaman Karet (*hevea brasiliensis*). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan*.

3. PERTUMBUHAN TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK KOTORAN SAPI



3.1 Pendahuluan

Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 m. batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi di atas. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks (Tim Penulis PS, 1992).

Tanaman karet merupakan tanaman yang mampu berperan dalam rehabilitasi lahan karena sifatnya yang mudah beradaptasi terhadap lingkungan dan tidak terlalu memerlukan tanah dengan tingkat kesuburan yang tinggi. Pengusahaan tanaman karet akan memberikan beberapa keuntungan, antara lain menciptakan lingkungan yang sehat karena karet dapat berfungsi sebagai sumber oksigen, pengatur tata air tanah, pencegah erosi, dan pembentukan humus. Karet juga memiliki nilai ekonomi tinggi karena penghasil lateks maupun kayu sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan (Tim Penulis PS, 1992).

Pada saat ini, karet yang dibudidayakan adalah klon. Klon adalah tanaman yang didapat dari hasil perbanyakan vegetatif atau aseksual. Klon memiliki kelebihan dibandingkan tanaman yang dikembangkan melalui biji. Kelebihan klon antara lain tumbuhnya tanaman lebih seragam, umur produksinya lebih cepat dan jumlah lateks yang dihasilkan juga lebih banyak (Tim Penulis PS, 1992).

Hasil kajian Sembiring (2008), tentang sifat fisika kimia tanah pada areal bekas tambang bauksit di Pulau Bintan menunjukkan bahwa kandungan nitrogen (N) jauh di bawah syarat kadar nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Kapasitas tukar kation tanah bauksit

tergolong rendah karena minimnya ketersediaan unsur K, Mg, Ca, Na, H⁺, Al³⁺ dan bahan organik tanah. Karakteristik umum yang paling menonjol pada lahan bekas tambang bauksit adalah lahan rusak berat yang membuat terjadi erosi yang berat, lapisan tanah atas yang tipis atau bahkan hilang. Tanah bekas tambang bauksit biasanya padat dan sukar diolah, mempunyai struktur, tekstur, porositas dan *bulk density* yang tidak mendukung mempengaruhi perkembangan sistem perakaran dan mengganggu pertumbuhan tanaman.

Pemenuhan kebutuhan unsur hara bagi tanaman salah satunya dapat diperoleh dari pupuk kandang. Pupuk kandang adalah pupuk yang berupa kotoran padat dan cair dari ternak. Kotoran ini dapat tercampur dengan sisa-sisa makanan ataupun alat kandang. Sumber bahan organik tanah yang berasal dari sisa padatan dan cairan limbah ternak ini banyak mengandung unsur hara N, P, K, Ca, Mg, S, dan Bo. Pupuk kandang sebagai sumber bahan organik tanah mempunyai kandungan hara yang berbeda-beda tergantung dari macam hewan, umur hewan, macam makanan, perlakuan, dan penyimpanan pupuk sebelum dipakai (Buckman and Brady *cit* Indrasari dan Syukur, 2006).

Salah satu jenis pupuk kandang yang sering digunakan dalam perkebunan adalah pupuk kandang kotoran sapi. Selain baik digunakan karena sifatnya yang dingin, kandungan Nitrogen dan Kaliumnya juga cukup tinggi jika dibandingkan dengan kotoran hewan lain, hal ini dikarenakan kotoran sapi bercampur dengan urin sapi. Menurut Sutejo *cit* Hasanah (2007), pupuk sapi mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman seperti N 0,60%, P 0,15%, K 0,45% dan air 86%. Kemudian Sutejo (2002) mengatakan, bahwa rata-rata kandungan unsur hara dalam kotoran sapi yaitu bahan padat (feses) mengandung N sebesar 0,40%, P₂O₅ sebesar 0,20%, K₂O sebesar 0,10% sedangkan bahan cair (urin) mengandung N sebesar 1,00%, P₂O₅ sebesar 0,20% dan K₂O sebesar 1,35%.

3.2 Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Pekanbaru, dari Januari-Juni 2013. Bahan: tanah bauksit, bibit tanaman karet klon PB 260 berumur 3 bulan, bahan organik kotoran sapi, dan bahan kimia untuk pengukuran pH. Alat: Cangkul, terpal, sekop, *polybag* berkapasitas 5 kg, saringan *stainless steel* dengan ukuran mata saring 4 mm, meteran, jangka sorong, oven, timbangan, neraca O'Hauss (neraca tiga lengan) dan neraca elektronik.

Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan adalah dosis bahan organik pada tanah bauksit terhadap tanaman karet klon PB 260. Masing-masing perlakuan dilakukan empat kali ulangan. Dengan perlakuannya, yaitu: S₀ : tanpa bahan organik kotoran sapi (kontrol), S₁ : bahan organik kotoran sapi dan tanah bauksit dengan perbandingan (1:1), dan S₂ : bahan organik kotoran sapi dan tanah bauksit dengan perbandingan (1:2).

Pelaksanaan penelitian meliputi: Aklimatisasi Tanaman Karet dengan cara diletakkan pada tempat terdedah di lokasi penelitian selama 1 minggu. Persiapan Penelitian yaitu Lahan yang dipilih adalah tempat yang topografinya datar dan dibersihkan dari gulma. Kemudian dibuat petakan dengan ukuran 340 x 260 cm. Setiap unit sampel penelitian akan diletakkan secara acak dengan jarak 80 cm. Persiapan Media Tanam yaitu Tanah bauksit dan bahan organik kotoran sapi dikeringanginkan di bawah sinar matahari langsung selama 1 minggu. Setelah itu, diayak dengan saringan. Kemudian, tanah dicampur dengan bahan organik sesuai perlakuan dan dimasukkan ke dalam *polybag* berkapasitas 5 kg. Selanjutnya diinkubasikan selama 6 hari. Penanaman yaitu Tanaman karet dipindahkan dari media awal ke dalam *polybag* sesuai dengan perlakuan dengan mengikutsertakan tanah asal. kemudian klon karet diletakkan pada petak penelitian secara acak dengan menggunakan undian. Pemeliharaan yaitu dilakukan selama 60 hari meliputi penyiraman, penyiangan dan penyemprotan terhadap penyakit dan hama tanaman.

Parameter yang diamati yaitu : Parameter Biologi meliputi *Tinggi tanaman*: diukur dari titik okulasi di pangkal tunas batang atas hingga ke titik tumbuh di ujung batang tanaman (Fitriadi, 2008). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran. Waktu pengamatan 0 hari, 15 hari, 30 hari, 45 hari dan 60 hari. *Diameter batang*: diukur dengan menggunakan jangka sorong pada lingkaran batang (Oktriandi, 2009), yaitu 3 cm dari titik awal tunas klon. Waktu pengamatan 0 hari, 15 hari, 30 hari, 45 hari dan 60 hari. *Berat Basah Tanama* : diukur dengan menggunakan neraca o'hauss. Organ batang, daun dan tangkai daun dipisahkan (Oktriandi, 2009). *Berat kering tanaman*: diukur diakhir pengamatan. Organ batang dan daun dipisahkan, kemudian ditimbang setelah terlebih dahulu dikeringkan dalam oven pada suhu 80⁰ C selama 48 jam (sampai berat konstan) (Yoshida *et al.* 1976; Jones *et al.*; 1990). Parameter Kimia tanah yang diukur dalam penelitian ini yaitu pH H₂O dan pH KCl.

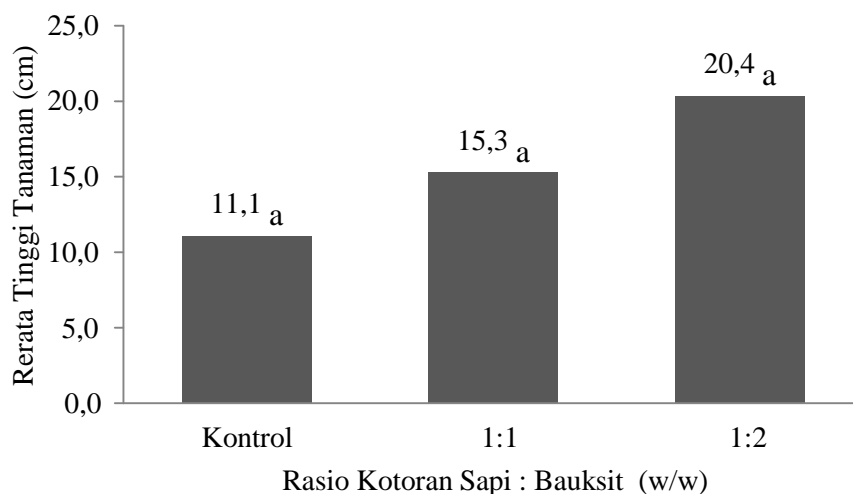
Data hasil pengukuran yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analisis Varians (ANOVA). Jika $F_{Hitung} > F_{Tabel}$, maka dilakukan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

3.3 Hasil dan Pembahasan

Uraian berikut memaparkan hasil penelitian yang disajikan secara simultan. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, diameter batang, berat basah dan berat kering tanaman karet Klon PB 260, serta parameter pendukung yaitu hubungannya dengan keasaman tanah (pH).

Tinggi Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Sapi dengan Tanah Bauksit

Rasio bahan organik kotoran sapi dengan tanah bauksit berpengaruh tidak secara signifikan terhadap tinggi tanaman. Pengaruh terbaik terdapat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 20,4 cm.



Gambar 1. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap Tinggi Tanaman Karet Klon PB 260. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $p < 0,05$ uji DMRT

Dari diagram di atas, dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi pada tanaman karet yang di tanam pada tanah bekas tambang bauksit berpengaruh tidak secara signifikan terhadap tinggi tanaman. Hal ini disebabkan karena karena proses denitrifikasi pada unsur N. Menurut Novizan (2005), nitrogen yang ada didalam tanah dapat hilang karena terjadinya penguapan. Tanah yang sangat basah bisa menyebabkan kondisi anerob akibatnya

terjadi reaksi yang mengubah nitrat menjadi gas nitrogen (reaksi denitrifikasi). Akibatnya tanaman cenderung hanya menyerap unsur hara dari tanah saja.

Namun demikian, pengaruh terbaik terlihat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 20,4 cm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada pemberian dosis tersebut dapat memberi pengaruh yang baik pada pertumbuhan tanaman karet jika dibandingkan dengan rasio (1:1). Menurut Marwa (2011), kotoran sapi yang merupakan percampuran yang tidak hanya dari feses melainkan juga adanya urin sapi yang memberikan kontribusi asupan unsur Nitrogen yang tinggi sehingga memacu pertumbuhan tanaman secara umum, terutama pada fase vegetatif (untuk memperbesar, mempertinggi, menghijaukan daun). Hal ini diperkuat oleh Sutejo (2002) yang mengatakan, bahwa rata-rata kandungan unsur hara dalam kotoran sapi yaitu feses mengandung N sebesar 0,40%, P_2O_5 sebesar 0,20%, K_2O sebesar 0,10% sedangkan urin mengandung N sebesar 1,00%, P_2O_5 sebesar 0,20% dan K_2O sebesar 1,35%. Kandungan urin dalam kotoran sapi inilah yang membuat kandungan N dan K dalam pupuk organik kotoran sapi cukup tinggi.

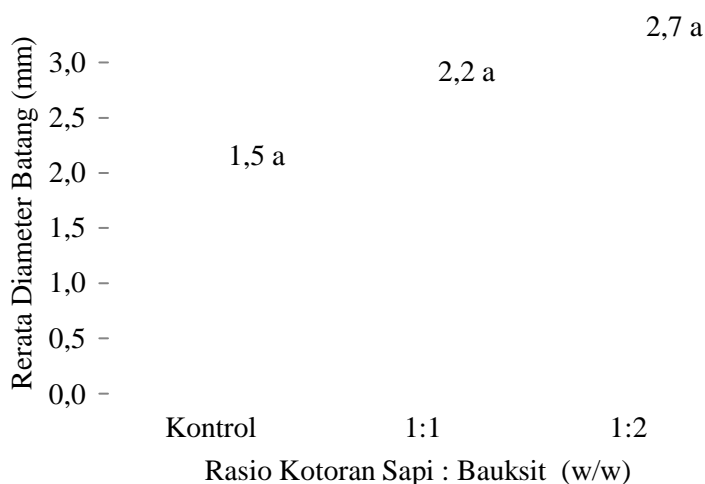
Nitrogen adalah faktor utama yang mempengaruhi tinggi tanaman. Tumbuhan mengasimilasi N dan nitrat yang digunakan untuk pembuatan atau biosintesis protein, asam-asam nukleat dan komponen N lainnya. Nitrat atau NO_3^- yang diserap akan direduksi menjadi NH_3 dan dengan bantuan enzim glutamat yang merupakan asam amino kunci dalam pembentukan asam amino yang lain (Timotius *cit* Yosa, 2007). Sarief (1985) menambahkan, akibat adanya proses pembelahan sel yang akan berjalan dengan cepat dengan adanya ketersediaan N yang cukup. Nitrogen mempunyai peranan utama untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan dan khususnya pertumbuhan batang yang memacu pertumbuhan tinggi tanaman. Menurut Lingga dan Marsono (1986), peranan Nitrogen ialah membentuk protein lemak dan berbagai persenyawaan organik lain. Nitrogen merupakan unsur yang berperan dalam pembentukan protein. Jika protein tersedia maka akan mempengaruhi pembelahan sel atau peningkatan jumlah sel dan pembesaran yang kemudian akan menambah tinggi tanaman.

Selain mengandung Nitrogen dan Kalium, di dalam urin sapi terkandung pula berbagai jenis mineral dan hormon yang diekstrak dari makanan yang dicerna dari dalam usus. Ada 2 jenis hormon penting yang dikandung urin sapi yaitu auksin dan giberelin (GA) (Supridjaji *cit* Putra, 2007). Kandungan auksin yang terdapat dalam urin sapi berasal dari salah satu zat yang terkandung dalam pakan hijau. Zat ini dapat dicerna tubuh sapi dan akhirnya terbuang bersama air kemihnya. Bagi tanaman auksin berperan secara alami dalam proses pertumbuhan dan differensiasi sel sehingga meningkatkan pertumbuhan vegetatif (Gardner, *et al cit* Sioktriani (2007). Sedangkan giberelin sendiri berfungsi dalam merangsang pemanjangan batang dan pembelahan sel.

Pada Kontrol memperlihatkan terjadinya pertumbuhan (pertambahan tinggi) yang kurang baik jika dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian pupuk. Hal ini disebabkan kurangnya unsur hara yang diperlukan dalam pertumbuhan tanaman karet tersebut. Meski lambat, pertumbuhan tetap terjadi, hal ini bisa disebabkan karena tanaman karet masih dapat memperoleh sedikit asupan unsur hara dari tanah awal yang masih tertinggal. Selain itu juga karena tanaman karet termasuk tanaman yang toleran terhadap lingkungan yang kurang mendukung untuk pertumbuhannya.

Diameter Batang Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Sapi dengan Tanah Bauksit

Rasio bahan organik kotoran sapi dengan tanah bauksit berpengaruh tidak secara signifikan terhadap diameter batang tanaman. Pengaruh terbaik terdapat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 2,7 mm.



Gambar 2. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap Diameter Batang Tanaman Karet Klon PB 260. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $p < 0,05$ uji DMRT

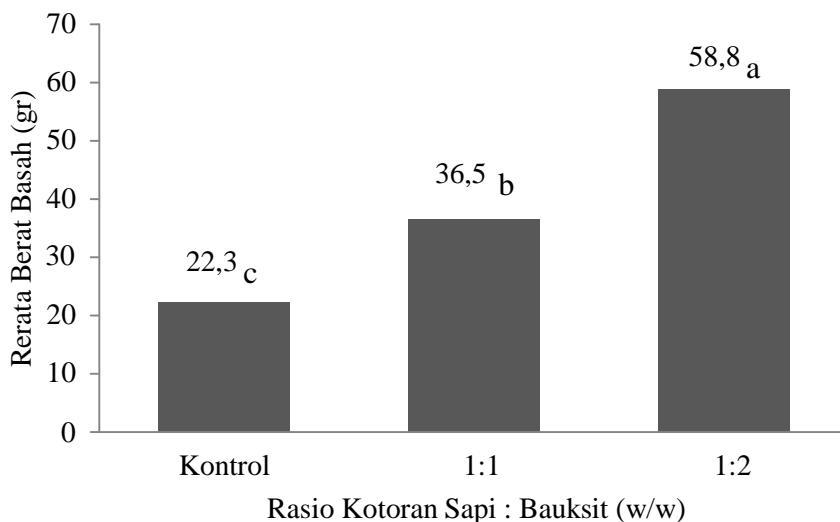
Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi pada tanaman karet yang di tanam pada tanah bekas tambang bauksit berpengaruh tidak secara signifikan terhadap diameter batang tanaman karet. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi mempengaruhi diameter batang tanaman karet pada masing-masing rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bauksit namun perbedaannya tidak begitu signifikan (nyata). Diameter batang tanaman karet pada rasio (1:2) memberikan nilai tertinggi yaitu 2,7 mm.

Senyawa nitrogen digunakan oleh tanaman untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein. Nitrogen juga dibutuhkan untuk membentuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat dan enzim. Karena itu, nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang relatif besar pada setiap tahap pertumbuhan tanaman, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan tunas atau perkembangan batang dan daun (Hakim, 2009). Hal ini sejalan dengan yang dikatakan Novizan (2005), nitrogen digunakan oleh tanaman untuk membentuk asam amino yang selanjutnya akan diubah menjadi protein. Semakin banyak unsur nitrogen yang terdapat dalam pupuk organik, maka semakin banyak pula terbentuk protein pada jaringan tumbuhan yang pada akhirnya berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, salah satunya adalah diameter batang.

Jika protein tersedia maka akan mempengaruhi pembelahan sel atau peningkatan jumlah sel dan pembesaran. Tumbuhan memerlukan unsur N yang lebih dominan dibandingkan unsur P dalam pertumbuhan vegetatif. Peningkatan pertumbuhan vegetatif dipengaruhi oleh tingginya kandungan unsur N dalam bahan organik yang didukung oleh kecukupan kandungan P dan K untuk pertumbuhan optimum (Setyamidjaja, 1986).

Berat Basah Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Sapi dengan Tanah Bauksit

Rasio bahan organik kotoran sapi dengan tanah bauksit berpengaruh secara signifikan terhadap berat basah tanaman. Pengaruh terbaik terdapat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 58,8 gr.



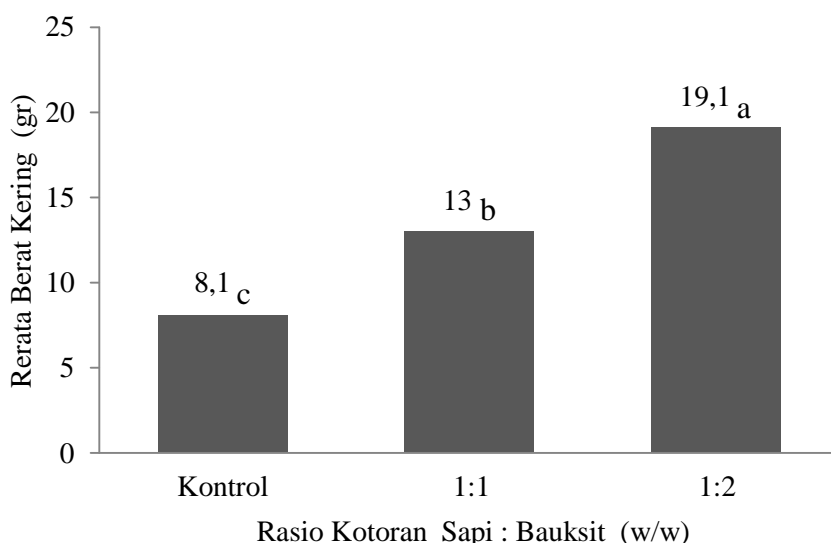
Gambar 3. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap Berat Basah Tanaman Karet Klon PB 260. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $p < 0,05$ uji DMRT

Dari diagram berat basah tanaman karet di atas, terlihat bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi berpengaruh secara signifikan terhadap berat basah tanaman. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi mempengaruhi berat basah tanaman karet pada masing-masing rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bauksit. Berat basah tertinggi terdapat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 58,8 gr. Hal ini dikarenakan kandungan unsur Nitrogen pada perlakuan tersebut cukup optimal sehingga mempengaruhi berat basah tanaman karet. Unsur nitrogen diperlukan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif, dengan pertumbuhan vegetatif yang aktif maka sebagian hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan tanaman sehingga akan berpengaruh terhadap berat basah tanaman (Sahari, 2005). Sarief (1985) menambahkan, N yang terkandung dalam pupuk dapat meningkatkan perbandingan protoplasma terhadap bahan-bahan dinding sel yang dapat menyebabkan bertambah besarnya ukuran sel dengan dinding sel yang tipis, sehingga sel banyak diisi oleh air. Sementara itu Lakitan (1995) mengatakan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan berat basah tanaman. Berat basah tanaman tergantung pada kadar air pada jaringan tanaman tersebut. Berat basah tanaman dipengaruhi oleh unsur P yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman dan juga N yang merupakan unsur esensial yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan karena N berpengaruh pada proses fotosintesa.

Berat basah tanaman juga berkaitan dengan adanya hormon auksin yang terdapat pada bahan organik kotoran sapi. Menurut Sioktrini (2007), auksin mendorong perpanjangan sel-sel koleoptel dan ruas-ruas tanaman, perpanjangan sel terutama terjadi pada arah vertikal diikuti dengan pembesaran sel dan peningkatan bobot tanaman.

Berat Kering Tanaman Karet Klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Sapi dengan Tanah Bauksit

Rasio bahan organik kotoran sapi dengan tanah bauksit berpengaruh secara signifikan terhadap berat kering tanaman karet PB 260. Pengaruh terbaik terdapat pada rasio (1:2) yaitu sebesar 19,1 gr.



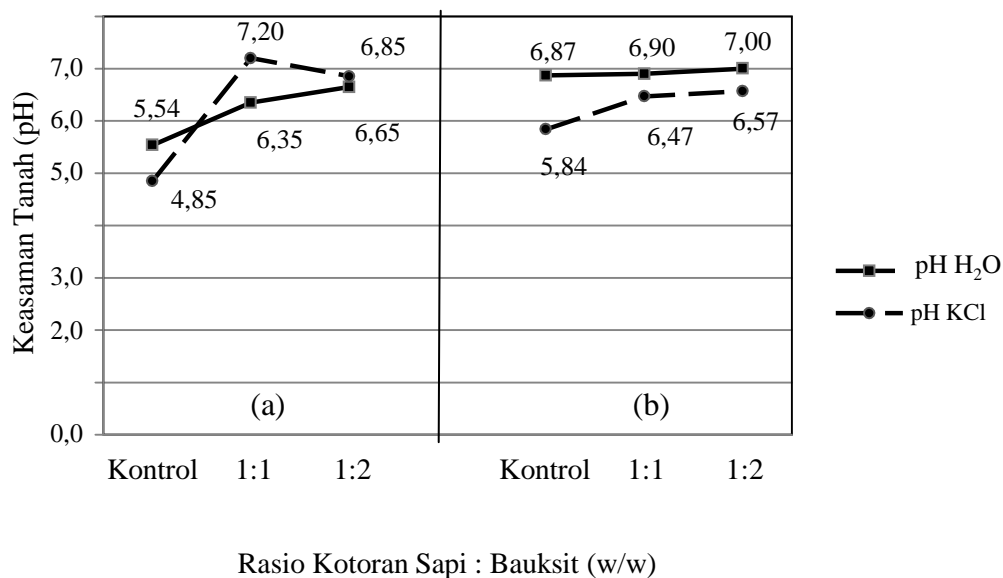
Gambar 4. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap Berat Kering Tanaman Karet Klon PB 260. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda secara nyata pada $p < 0,05$ uji DMRT

Dari diagram berat kering di atas, dapat diketahui bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi berpengaruh secara signifikan terhadap berat kering tanaman. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pupuk organik kotoran sapi mempengaruhi berat kering tanaman karet pada masing-masing rasio pupuk organik kotoran sapi. Rasio (1:2) memberikan berat kering tertinggi dibandingkan rasio (1:1) dan Kontrol yaitu sebesar 19,1 gr. Hal ini terkait dengan kandungan N pada tanaman karet rasio (1:2). Tanaman dengan kandungan N yang lebih tinggi memiliki daun yang lebih lebar dengan warna daun yang lebih hijau sehingga fotosintesis berjalan dengan baik. Hasil dari fotosintesis akan digunakan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman, seperti penambahan ukuran panjang atau tinggi tanaman, pembentukan cabang dan daun baru yang diekspresikan dalam bobot kering tanaman. Semakin tinggi fotosintat yang dihasilkan maka semakin tinggi pula fotosintat yang ditranslokasikan sehingga bobot kering tanaman akan meningkat (Sahari, 2005). Unsur hara yang telah diserap, baik yang digunakan dalam sintesis senyawa organik maupun yang tetap dalam bentuk ionik dalam jaringan tanaman, akan memberikan kontribusi terhadap penambahan berat kering tanaman tersebut (Lakitan, 1995).

Nyakpa *et al.*, *cit* Yosa (2007) mengatakan, peranan unsur P terhadap produksi tanaman sebagai unsur yang dapat mempertinggi produksi tanaman ataupun berat kering, perbaikan kualitas dan mempercepat masa pematangan. Lebih lanjut Nyakpa *et al.*, *cit* Yosa (2007), mengatakan bahwa unsur N,P, dan K dapat membantu proses fotosintesis, hal ini menyebabkan meningkatnya berat kering tanaman. Penyediaan P yang cukup menyebabkan tanaman dapat lebih meningkat proses pertumbuhannya seperti proses differensial sel yang akan memberikan keseimbangan besar dalam penimbunan berat kering.

Dari grafik pH di atas, terlihat bahwa pH H₂O mengalami peningkatan dari awal ke akhir pengukuran. Hal ini bisa terjadi karena faktor air penyiraman. Penggenangan air akan menyebabkan peningkatan pada tanah bauksit yang asam. Pada awal penggenangan, pH akan turun drastis beberapa hari kemudian mencapai titik minimum dan selanjutnya meningkat hingga mencapai nilai pH yang stabil antara 6,7-7,2. Sedangkan pada pH KCl mengalami penurunan pH dari awal ke akhir pengukuran kecuali Kontrol yang mengalami peningkatan (hal ini disebabkan faktor penggenangan).

Pengaruh Campuran Bahan Organik Kotoran Sapi dengan Tanah Bauksit terhadap Keasaman Tanah (pH)



Gambar 5. Pengaruh Rasio Bahan Organik Kotoran Sapi dan Tanah Bauksit terhadap Keasaman (pH) Tanah (a) awal (b) akhir penelitian

Penurunan pH ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: (1) tanaman menghasilkan respirasi karbondioksida (CO_2) karena respirasi akar, dan selama periode pertumbuhan aktif akar dapat menyebabkan CO_2 di tanah yang konsentrasinya lebih tinggi beberapa kali dari yang di atmosfer, sehingga terjadi peningkatan jumlah CO_2 yang terlarut dalam air tanah dan menyebabkan peningkatan keasaman tanah atau pH tanah menjadi lebih rendah. (2) bahan organik yang berasal dari tanaman hasil dekomposisi menyebabkan pengasaman tanah. Jika tanaman berasal dari basa-basa yang rendah, maka akan sedikit menyebabkan pengasaman tanah. (3) pertumbuhan tanaman juga berkontribusi terhadap pengasaman tanah, proses penyerapan hara utama (kalium, kalsium, magnesium) disertai dengan pertukaran dengan ion hidrogen (Desy, 2012). Hal ini sejalan seperti yang dikatakan Winarso (2005), bahwa bahan organik tanah secara terus menerus terdekomposisi oleh mikroorganisme ke dalam bentuk asam-asam organik, CO_2 dan air, senyawa pembentuk asam karbonat. Selanjutnya asam karbonat bereaksi dengan Ca dan Mg karbonat di dalam tanah untuk membentuk bikarbonat yang lebih larut, yang bisa tercuci ke luar, yang akhirnya meninggalkan tanah lebih masam.

Meskipun demikian, pH tanah pada rasio (1:1) dan (1:2) masih berada pada angka pH netral atau mendekati netral. Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa pH pada Kontrol lebih rendah (asam) daripada pH pada rasio (1:1) dan (1:2). Ini membuktikan bahwa penambahan bahan organik kotoran sapi mampu meningkatkan pH tanah. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan Novizan (2005), bahwa pada tanah asam, penambahan pupuk organik dapat membantu meningkatkan pH tanah. Peningkatan pH tanah menunjukkan ketersediaan unsur hara yang lebih baik. Lebih lanjut Novizan mengatakan, bahwa unsur hara mudah diserap pada pH tanah netral yaitu 6-7. Karena pada pH tersebut sebagian unsur hara mudah larut dalam air.

Rasio campuran bahan organik kotoran sapi dengan tanah bauksit (1:1) dan (1:2) juga membuat tanah bauksit yang berstruktur keras dan kasar menjadi gembur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Marsono dan Sigit *cit* Sukaryorini (2001), yang menyatakan bahwa manfaat utama dari pupuk kandang yang berkaitan dengan sifat fisik tanah yaitu memperbaiki struktur tanah dari padat menjadi gembur. Pemberian pupuk organik terutama dapat memperbaiki struktur tanah dengan menyediakan ruang pada tanah untuk udara dan air. Ruang dalam yang berisi udara

akan mendukung pertumbuhan bakteri aerob yang berada di akar, sementara air yang tersimpan di dalam ruangan tanah menjadi persediaan yang sangat berharga bagi tanaman. Bahan organik akan mengikat butiran-butiran tanah sehingga lebih padat dan tidak cepat hancur. Kondisi yang demikian akan mendukung pertumbuhan tanaman.

3.4 Kesimpulan

Rasio bahan organik kotoran Sapi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat basah tanaman dan berat kering tanaman, kecuali terhadap tinggi dan diameter batang tanaman karet Klon PB 260. Rasio bahan organik kotoran Sapi pada rasio (1:2) memberikan hasil yang lebih baik terhadap parameter tinggi tanaman, diameter batang, berat basah tanaman dan berat kering tanaman karet.

Adapun saran yang peneliti berikan yaitu sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan tanaman perkebunan lainnya, untuk mengetahui sejauh mana bahan organik kotoran sapi dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman pada tanah bauksit tersebut. Serta digunakan dosis dan bahan organik yang lebih bervariasi, untuk mengetahui bahan organik yang sesuai dan lebih bagus untuk pertumbuhan tanaman di tanah bauksit.

3.5 Daftar Pustaka

- Dahlan, B. Yacobus dan Syamsuddin. 2011. Aplikasi *Fine Compost* Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon (*Cucumis melo* L) di Desa Lipukasi, Kecamatan Tenete Rilau, Kabupaten Barru. *Jurnal Agrisistem* 7 (2)
- Desy, Hanisa. 2012. *Karakteristik Permasalahan Tanah*.
<http://hanisa-desy.blogspot.com/2012/06/tugas-karakteristikpermasalahan-tanah.html> diakses pada tanggal [23 Mei 2013]
- Fitriadi, Arya. 2008. *Pertumbuhan Bibit Karet (Hevea brasiliensis Mull Erg) Stum Mata Tidur Dengan Pemberian Pupuk Kompos dan Auksin*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak Dipublikasikan)
- Hakim, N; M. Y, Nyakpa; A.M. Lubis, S.G, Nugroho; M. A, Diha; G.B, Hong, H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung
- Hakim, A.M. 2009. *Asupan Nitrogen Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil Dan Kadar Vitamin C Kelopak Bunga Rosela (Hibiscus sabdariffa L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Hasanah, Res. 2007. *Pemberian Bahan Organik Ke Medium Tanam dan Pupuk Pelengkap Cair pada Bibit Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak dipublikasikan) Indrasari, A dan A. Syukur.2006. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Unsur Hara Mikro terhadap Pertumbuhan Jagung pada Ultisol yang dikapur. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 6 (2) : 116-123
- Jones, J.B., B. Wolf and H.A. Mills. 1990. *Plants Analysis Hand Book. A Practical Sampling, Preparation, analysis and Interpretation Guide*. Micro-macro Publish. Inch. Athens 203
- Lakitan, Benyamin. 1995. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta
- Lingga, Pinus dan Marsono. 1986. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Marwa. 2011. *Pengguguran Daun*. <http://marwanard.blogspot.com/2011/10/pengguguran-daun.html> diakses pada tanggal [02 Juni 2013]
- Novizan, 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Oktrianti, C.D., R, Agustinah., dan T, Supryadi. 2009. *Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair dan Macam Tanah Terhadap Pertumbuhan awal Mahkota Dewa (Phalleria macrocarpa)*. Skripsi. Fakultas Pertanian UTP Surakarta. Surakarta (Tidak dipublikasikan)
- Poerwawidodo. 1992. *Telaah kesuburan tanah*. Angkasa. Bandung
- Sahari, Panut. 2005. *Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Krokot Landa (Talinum triangulare Willd.)*. Staff Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Sarief, E.S. 1985. *Kesuburan Dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung
- Sembiring, S. 2008. Sifat Kimia dan Fisik Tanah pada Areal Bekas Tambang Bauksit di Pulau Bintan, Riau. *Info Hutan* V (2) : 123-134
- Setiono. 2010. <http://setiono774.blogspot.com/2010/11/mekanisme-penyerapan-nutrisi-mineral.html> diakses pada tanggal [02 Juni 2013]
- Setyamidjaja, D.1986. *Pupuk dan Pemupukan*. CV Simplex. Jakarta
- Sioktriani, 2007. *Pemanfaatan Urin Sapi Pada Setek Batang Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak Dipublikasikan)
- Sukaryorini, P. 2001. Uji Pemberian Abu Sekam Padi Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Perilaku Fisik Entisol. *Jurnal Mapeta ISSN* 3 (9)
- Sutejo, M.M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Tim Penulis PS. 1992. *Karet*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Tola, H. Faisal, Dahlan dan Kaharuddin. 2007. Pengaruh Penggunaan Dosis Pupuk Bokhasi Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Agrisistem* 3 (1)
- Winarso, Sugeng. 2005. *Kesuburan Tanah : Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava media. Yogyakarta
- Yosa, O.A. 2007. *Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk NPK Pada Pertumbuhan Stek Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak Dipublikasikan)
- Yoshida, S., D.A. Forno, J.H Cock and K.A. Gomez. 1976. *Laboratory Manuall for Physiological Strudies*. Third ed. IRRRI Los Banos



4. PERTUMBUHAN AKAR TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK



4.1 Pendahuluan

Akar adalah bagian yang tidak dapat dipisahkan dari tanaman dan mempunyai fungsi yang sama pentingnya dengan bagian atas tanaman. Potensi pertumbuhan akar perlu dicapai sepenuhnya untuk mendapatkan potensi pertumbuhan bagian atas tanaman, ini berarti bahwa semakin banyak akar maka semakin tinggi hasil tanaman. Konsep keseimbangan morfologi merupakan yang paling sering digunakan sebagaimana yang dilakukan dalam hubungan allometrik. Konsep ini mempunyai pengertian bahwa pertumbuhan suatu bagian tanaman diikuti dengan pertumbuhan bagian lain (Sitompul dan Guritno, 1995).

Menurut Rusdiana *et al.*, (2000), pertumbuhan akar sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik tanahnya. Adanya pemadatan tanah seperti yang ditimbulkan oleh kegiatan eksploitasi akan merubah struktur tanah dan pori-pori tanah, sehingga kandungan air tanahpun ikut berubah. Struktur tanah yang padat akan menghambat laju penetrasi akar lebih dalam. Karena tanah padat susah ditembus akar, maka daerah pemanjangan akar semakin pendek. Kepadatan tanah yang tinggi juga akan mengakibatkan ruang pori makro menurun sehingga penetrasi akar akan terhambat (Russel, 1977).

Masalah pertumbuhan akar di atas biasanya terjadi di lahan yang rusak atau lahan marginal, Lahan marginal dapat diartikan sebagai lahan yang memiliki mutu rendah karena memiliki beberapa faktor pembatas jika digunakan untuk suatu keperluan tertentu. Untuk memanfaatkan tanah yang marginal maka perlu dilakukan suatu usaha untuk meningkatkan

kesuburan tanah dan mengurangi kepadatan tanah marginal, sehingga tanah tersebut menjadi gembur dan kaya akan unsur hara agar pertumbuhan akar berjalan dengan baik.

Salah satu contoh lahan marginal adalah lahan bekas penambangan bauksit. Penambangan bauksit dilakukan dengan penambangan terbuka dan pengupasan tanah penutup, kegiatan ini berdampak pada musnahnya semua tumbuhan pada lapisan tanah. Hasil kajian Sembiring (2008), tentang sifat fisika dan kimia tanah pada areal bekas tambang bauksit di Pulau Bintan menunjukkan bahwa kandungan nitrogen (N) jauh di bawah syarat kadar nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Kapasitas tukar kation tanah bauksit tergolong rendah karena minmnya unsur K, Mg, Ca, Na, H⁺, Al⁺ dan bahan organik tanah. Karakteristik umum yang paling menonjol pada lahan bekas tambang bauksit adalah lahan rusak berat yang membuat terjadi erosi yang berat, lapisan tanah atas yang tipis atau bahkan hilang. Tanah bekas tambang bauksit biasanya padat dan sukar diolah mempunyai struktur, tekstur, porositas, dan *bulk density* yang tidak mendukung dan mempengaruhi perkembangan perakaran dan mengganggu pertumbuhan tanaman.

Tanaman karet merupakan salah satu alternatif utama untuk mengatasi tidak produktifnya lahan tandus bekas tambang. Tanaman karet mempunyai adaptasi yang tinggi pada lahan-lahan marginal, selain itu tanaman karet mampu memperbaiki sifat tanah melalui pekayaan hara dengan karakter fisiologi pengguguran daunnya (Tjahyana dan Ferry, 2011).

Salah satu kendala yang dihadapi dalam penanaman pohon karet di lahan bekas penambangan bauksit adalah faktor kesuburan tanah, sehingga untuk meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang bauksit tersebut harus ditambahkan dengan bahan organik, karena selain berfungsi untuk menambah unsur hara makro dan mikro di dalam tanah, pupuk organik sangat baik dalam memperbaiki struktur tanah (Linggga dan Marsono, 2003).

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Tjahyana dan Ferry (2011), tanah bekas tambang yang memiliki pH rendah dengan kandungan N, P, K yang rendah pula, setelah pemberian pupuk organik menunjukkan pH yang mendekati netral dengan kandungan N, P, K yang lebih tinggi dari sebelumnya. Pupuk organik selain berfungsi memperbaiki fisik dan daya menahan air tetapi juga memperbaiki kandungan unsur hara lahan marginal seperti tanah bekas tambang, sesuai dengan pendapat Atmojo *cit* Tjahyana dan Ferry (2011), pemberian bahan organik pada tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Menurut Simanungkalit *et al.*, (2006), bahan organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan bahan organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber dari bahan organik sangat beranekaragam dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia yang sangat beragam, sehingga pengaruh dari penggunaan bahan organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi. Selain itu, peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah serta lingkungan. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus. Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman

Sifat humus dari bahan organik adalah gembur, bobotnya rendah dan dengan kelembaban tanah tinggi serta temperatur tanah yang stabil meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga dapat merangsang pertumbuhan akar, kombinasi dengan mineral tanah akan membentuk struktur tanah yang gembur dan remah. Struktur tanah yang demikian merupakan keadaan fisik tanah yang baik untuk media pertumbuhan akar tanaman (Suharjo, 1990).

Jenis bahan organik sangat beragam, salah satunya yaitu pupuk kandang. Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (*feeses*) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (*urine*). Jenis hewan ternak yang berbeda akan mempunyai kadar hara yang berbeda-beda pula. Jenis makanan yang diberikan pada hewan ternak juga sangat

menentukan kadar hara. Jika makanan yang diberikan kaya hara N, P, dan K maka kotorannya pun akan kaya zat tersebut. Selain jenis makanan, usia ternak juga menentukan kadar hara. Ternak muda akan menghasilkan feses dan urine yang kadar haranya rendah, karena ternak muda memerlukan sangat banyak zat hara N dan beberapa macam mineral dalam pembentukan jaringan-jaringan tubuhnya (Lingga dan Marsono, 2003).

Menurut Laude dan Tambing (2010), pupuk kandang banyak mengandung unsur hara N, P dan K yang mempunyai manfaat yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Ada beberapa jenis pupuk kandang yang sering digunakan, diantaranya adalah pupuk kandang kotoran ayam dan kotoran sapi (Soepardi, 1983). Kandungan unsur pupuk kandang sapi dan ayam dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Kandungan unsur makro dan unsur mikro pada kotoran beberapa hewan ternak

Jenis Hewan	Unsur Makro (%)					Unsur Mikro (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
Ayam	1,72	1,82	2,18	9,23	0,86	610	3475	160	501
Sapi	2,04	0,67	0,82	1,29	0,48	528	2497	56	239
Kambing	2,43	0,73	1,35	1,95	0,56	468	2891	42	291
Domba	2,03	1,42	1,61	2,45	0,62	490	2188	23	225

Sumber : Edwards & Walkers, (1997)

4.2 Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau Kampus Bina Widya Pekanbaru dari Januari sampai Juni 2013.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah bekas tambang bauksit, tanaman karet klon PB 260 berumur 3 bulan, bahan organik kotoran ayam dan sapi, dan bahan analisa pH tanah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, terpal, sekop, tali rafia, polybag, saringan *stainless steel*, gelas ukur, oven, timbangan, neraca analitik dan neraca O'Hauss, dan pH meter.

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan adalah dosis bahan organik kotoran sapi dan ayam pada tanah bauksit terhadap tanaman karet klon PB 260 yang dilakukan secara terpisah. Penelitian pertama bahan organik kotoran ayam (A) terdiri dari A_0 = tanpa bahan organik kotoran ayam (kontrol), A_1 = bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:1, A_2 = bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:2. Penelitian kedua bahan organik kotoran sapi (S) terdiri dari S_0 = tanpa bahan organik kotoran sapi (kontrol), S_1 = bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:1, S_2 = bahan organik kotoran ayam dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:2. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan empat ulangan.

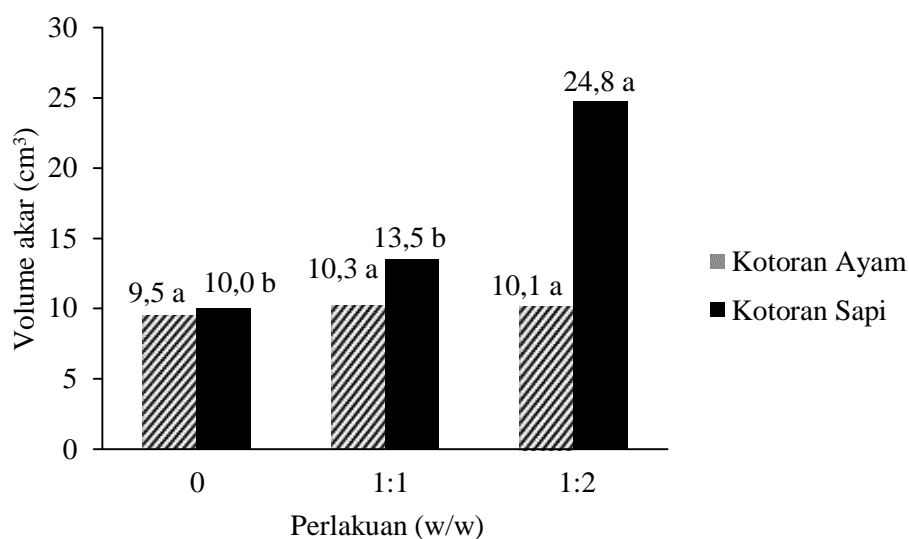
Penelitian dimulai dengan mengaklimatisasi tanaman karet terlebih dahulu, kemudian dilakukan persiapan lahan dan penyiapan media tanam. Dalam penyiapan media tanam, tanah bauksit, kotoran ayam, dan kotoran sapi dikeringanginkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari langsung selama 1 minggu, kemudian diayak dan dicampur sesuai perlakuan. Selanjutnya dilakukan penanaman klon karet yang mengikut sertakan tanah awalnya dan dilakukanlah pemeliharaan selama 60 hari.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah volume akar, berat basah akar, berat kering akar, rasio tajuk:akar, serta parameter pendukung yaitu derajat keasaman (pH) tanah. Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analisis Varians. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka akan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%.

4.3 Hasil dan Pembahasan

Volume Akar Tanaman Karet Klon PB 260 Pada Variasi Campuran Bahan Organik dan Tanah Bauksit

Volume akar merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman yang mencerminkan kemampuan penyerapan unsur hara pada tanaman. Lakitan (2007) menyatakan sebagian besar unsur yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akar. Artinya dengan volume akar yang besar maka kemampuan akar menyerap makanan akan semakin besar. Rata-rata volume akar tanaman karet yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan DMRT pada taraf 5% disajikan pada Gambar 1, terlihat bahwa variasi penambahan bahan organik dapat meningkatkan volume akar tanaman karet klon PB 260.



Gambar 1. Perbedaan volume akar tanaman Karet Klon PB 260 antara kotoran ayam dan kotoran sapi dengan beberapa perlakuan, 0 (kontrol), 1:1 (1 bahan organik : 1 tanah bauksit), 1:2 (1 bahan organik : 2 tanah bauksit). Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata, P (< 0,05).

Tingginya volume akar pada kotoran sapi dibandingkan dengan kotoran ayam sangat erat hubungannya dengan unsur hara makro dan mikro yang dikandungnya. Menurut Edwards dan Walker (1997) kotoran sapi memiliki kandungan nitrogen yang lebih tinggi yaitu 2,04% dibandingkan kotoran ayam 1,72 %. Unsur nitrogen yang terdapat di dalam kotoran sapi peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pemberian bahan organik kotoran sapi ke dalam tanah lambat laun akan berproses menjadi humus atau bahan organik tanah yang bisa mengembalikan kesuburan dan kegemburan tanah (Lingga dan Marsono, 2003).

Menurut Mowidu *cit* Jamilah (2003) menyatakan bahwa pengaruh bahan organik kotoran sapi terhadap sifat fisik tanah dapat dikenali dari fungsi bahan organik (Nitrogen) yang bersifat pengikat butiran primer tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Fungsi ini sangat berpengaruh pada porositas dan permeabilitas tanah, dapat menurunkan kerapatan bongkah, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah dan suhu tanah.

Porositas tanah adalah ukuran yang menunjukkan bagian tanah yang tidak terisi bahan padat tanah yang terisi oleh udara dan air. Pori dalam tanah menentukan kandungan air dan udara dalam tanah serta menentukan perbandingan tata udara dan tata air yang baik. Penambahan bahan organik pada tanah padat, akan meningkatkan pori yang berukuran

menengah dan menurunkan pori makro. Dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1982).

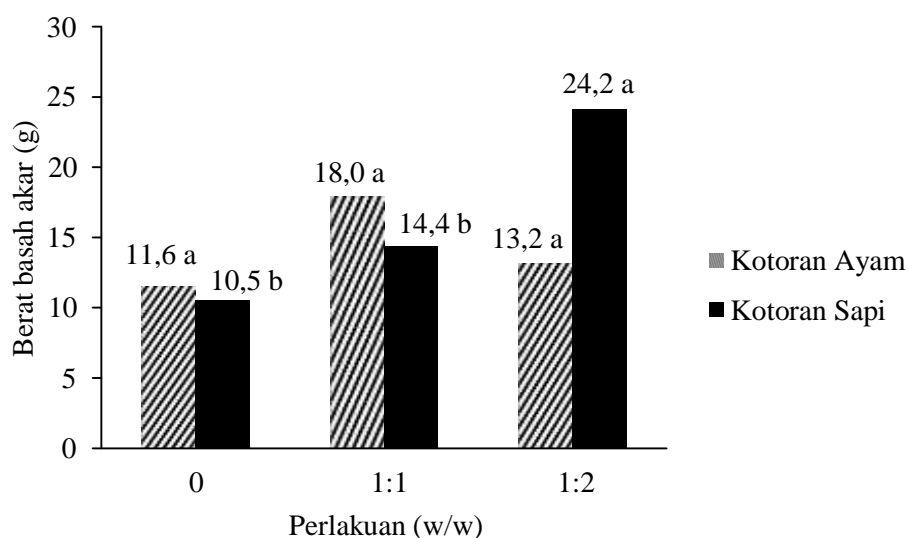
Menurut Darcy (1856), dengan porositas tanah yang bagus maka permeabilitas tanah tersebut juga akan semakin bagus. Artinya dengan permeabilitas yang bagus tersebut maka air dan udara akan semakin mudah untuk mengalir di dalam tanah tersebut sehingga dengan lancarnya sirkulasi tersebut maka tanah akan semakin gembur. Dengan tekstur tanah yang gembur tersebut pula pertumbuhan dan penetrasi akar akan lebih dalam karena kontur tanah yang gembur tersebut lebih mudah ditembus oleh akar.

Sementara volume akar yang rendah pada tanah bauksit tanpa pemberian bahan organik (kontrol) menurut Russel (1997) disebabkan kontur tanahnya yang padat, artinya tanah tersebut memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga sirkulasi air dan udara tidak lancar yang akan menghambat laju penetrasi akar untuk lebih dalam. Karena tanah yang padat tersebut akan susah ditembus oleh akar, maka daerah pemanjangan akar juga akan semakin pendek. Dengan semakin pendeknya pemanjangan akar maka volume akar juga kecil, sehingga kemampuan penyerapan makanan oleh akar juga akan semakin kecil atau sedikit. Kepadatan tanah yang tinggi juga akan mengakibatkan ruang pori makro menurun atau porositas tanah semakin kecil sehingga penetrasi akar juga akan terhambat.

Pemberian bahan organik kotoran sapi yang terbaik bagi volume akar tanaman karet Klon PB 260 yaitu pada perbandingan yang paling sedikit (1:2). Hal ini menurut Setyamidjaya (1993), pupuk harus diberikan dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan tanaman, tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit, jika pemberian pupuk terlalu banyak mengakibatkan keracunan pada tanaman sebaliknya jika pemberian pupuk sedikit pengaruh pemupukan pada tanaman mungkin tidak tampak pada tanaman tersebut.

Berat Basah Akar Tanaman Karet Klon PB 260 Pada Variasi Campuran Bahan Organik dan Tanah Bauksit

Uji ANAVA terhadap berat basah tanaman karet klon PB 260 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik kotoran ayam berpengaruh tidak nyata, sedangkan pemberian pupuk organik kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman karet.



Gambar 2. Perbedaan berat basah akar tanaman Karet Klon PB 260 antara kotoran ayam dan kotoran sapi dengan beberapa perlakuan, 0 (kontrol), 1:1 (1 bahan organik : 1 tanah bauksit), 1:2 (1 bahan organik : 2 tanah bauksit). Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata, P (< 0,05).

Dari gambar 2 diketahui bahwa berat basah akar tanaman karet klon PB 260 pada tanah bauksit dengan menggunakan kotoran sapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan kotoran ayam. Menurut Fitter dan Hay (1998) berat basah akar sangat tergantung dari volume dan jumlah akar. Semakin besar jumlah akar menyebabkan volume akar juga meningkat sehingga berat akarnya juga meningkat.

Berat segar akar berdasarkan perlakuan bahan organik kotoran sapi menunjukkan bertambahnya dosis yang diberikan maka berat segar akar semakin kecil. Hal ini karena unsur hara dalam bahan organik kotoran sapi dengan dosis tinggi cukup tersedia sehingga akar tidak perlu jauh mencari hara (Sitompul dan Guritno, 1995).

Semakin rendahnya berat akar juga disebabkan tingginya kandungan nitrogen pada kotoran sapi. Gardner *et al.*, (1991) menyatakan pasokan nitrogen yang lebih besar cenderung meningkatkan auksin yang mungkin menghambat pertumbuhan akar. Menurut Salisbury dan Ross (1995) penghambatan pertumbuhan akar diduga disebabkan oleh etilen, sebab semua jenis auksin memacu berbagai jenis sel tumbuhan untuk menghasilkan etilen, terutama bila sejumlah besar auksin ditambahkan. Pada sebagian besar jenis auksin memacu berbagai jenis sel tumbuhan untuk menghasilkan etilen, terutama bila sejumlah besar auksin ditambahkan. Pada sebagian besar spesies, etilen memperlambat pemanjangan akar dan batang.

Menurut Rukmana (1994), apabila tanah tanpa pemberian pupuk organik maka tanah akan mengalami penurunan kesuburan karena unsur hara tersedia dalam tanah rendah. Hal ini dikarenakan kapasitas pertukaran kation antar koloid tanah terganggu sehingga tanah mudah mengalami pengikisan atau pencucian partikel tanah. Kurang tersedianya unsur hara di dalam tanah menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Terhambatnya pertumbuhan pada fase vegetatif dapat menurunkan pembentukan daun, batang, volume akar serta tinggi tanaman sehingga dapat menurunkan berat segar brangkas.

Berat Kering Akar Tanaman Karet Klon PB 260 Pada Variasi Campuran Bahan Organik dan Tanah Bauksit

Berat kering merupakan petunjuk yang menentukan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Berat kering merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa protein, karbohidrat dan lipida (lemak). Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka kandungan hara dalam tanah yang terserap oleh tanaman juga besar. Berat kering akar merupakan akumulasi fotosintat yang berada di akar.

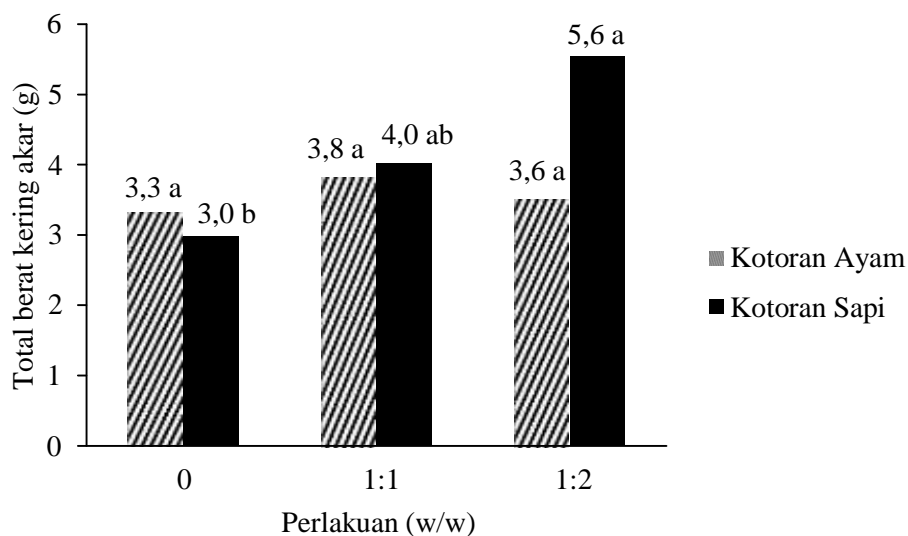
Hasil uji ANAVA terhadap berat basah tanaman karet klon PB 260 menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik kotoran ayam berpengaruh tidak nyata, sedangkan pemberian pupuk organik kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman karet.

Dari gambar 3 diketahui bahwa berat kering akar tanaman karet klon PB 260 pada tanah bauksit dengan menggunakan kotoran sapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan kotoran ayam. Hal ini berkaitan erat dengan volume dan berat basah akar, artinya ketiga parameter ini saling mempengaruhi parameter lainnya karena apabila volume akar besar maka kemampuan akar untuk menyerap makanan juga akan besar sehingga berat basah dan kering akar juga besar.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, tingginya berat kering akar pada kotoran sapi disebabkan kandungan nitrogennya yang tinggi yang dapat meningkatkan porositas dan permeabilitas tanah, serta menurunkan kerapatan bongkah, sehingga akan membantu dan mempercepat perkembangan akar dalam penyerapan unsur hara. Unsur hara yang terserap digunakan untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman, sehingga berat kering akan meningkat (Hakim *et al.*, 1986).

Menurut Hadi (2003) Peningkatan berat kering terjadi sebagai akibat bertambahnya protoplasma yang terjadi karena baik ukuran maupun jumlah sel yang bertambah. Pertambahan protoplasma berlangsung melalui serentetan peristiwa yaitu air, CO dan garam mineral diubah menjadi bahan hidup. Proses-proses ini mencakup fotosintesis, absorpsi dan metabolisme.

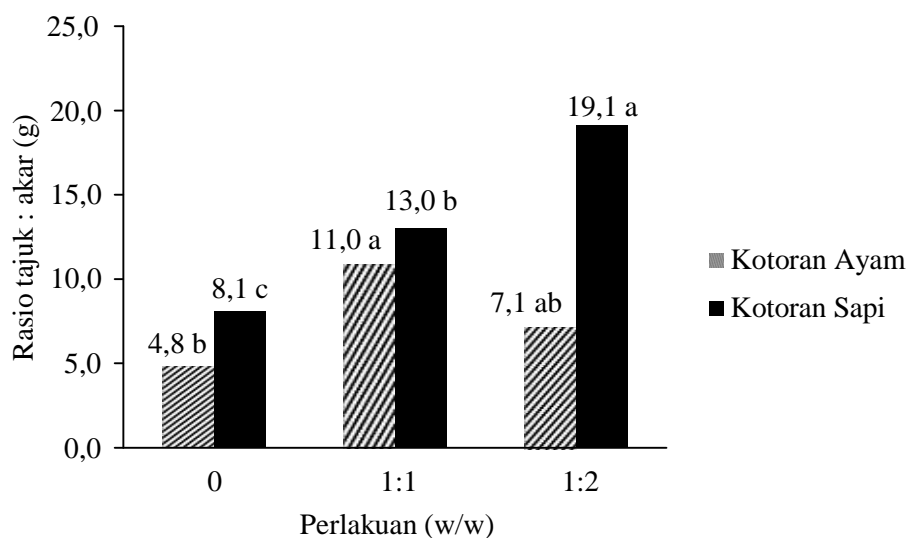
Dengan terjadinya fotosintesa maka hasil yang terjadi akan meningkatkan berat kering. Daun melakukan fotosintesis untuk mengubah materi seperti air, CO dan garam mineral menjadi bahan hidup. Dengan fotosintesis diperoleh hasil karbohidrat yang dapat meningkatkan berat kering.



Gambar 3. Perbedaan berat kering akar tanaman Karet Klon PB 260 antara kotoran ayam dan kotoran sapi dengan beberapa perlakuan, 0 (kontrol), 1:1 (1 bahan organik : 1 tanah bauksit), 1:2 (1 bahan organik : 2 tanah bauksit). Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata, $P < 0,05$.

Rasio Tajuk : Akar Tanaman Karet Klon PB 260 Pada Variasi Campuran Bahan Organik dan Tanah Bauksit

Rasio akar tajuk merupakan perbandingan antara berat kering tajuk dibagi berat kering akar. Rasio akar tajuk dilakukan untuk mengetahui tingkat perkembangan tanaman baik akar maupun tajuk pada perlakuan yang diberikan. Rata-rata volume akar tanaman karet yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan DMRT pada taraf 5% disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbedaan rasio tajuk akar tanaman Karet Klon PB 260 antara kotoran ayam dan kotoran sapi dengan beberapa perlakuan, 0 (kontrol), 1:1 (1 bahan organik : 1 tanah bauksit), 1:2 (1 bahan organik : 2 tanah bauksit). Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata, $P < 0,05$.

Dari tabel 4 dapat diketahui bahwa berat kering tajuk tanaman karet setelah perlakuan lebih besar daripada berat kering akar. Hal ini menurut Gardner *et al.*, (1991), Tanaman karet mendapatkan cukup air dan N yang digunakan untuk metabolisme tanaman karena pemupukan N mempunyai pengaruh yang nyata terhadap rasio tajuk : akar. Pertumbuhan pucuk yang baru dirangsang oleh N, sehingga pucuk menjadi tempat pemanfaatan hasil asimilasi yang lebih kuat dibandingkan akar, akibatnya pertumbuhan pucuk lebih besar daripada pertumbuhan akar. Hal ini menyebabkan rasio berat kering tajuk : akar akan semakin besar.

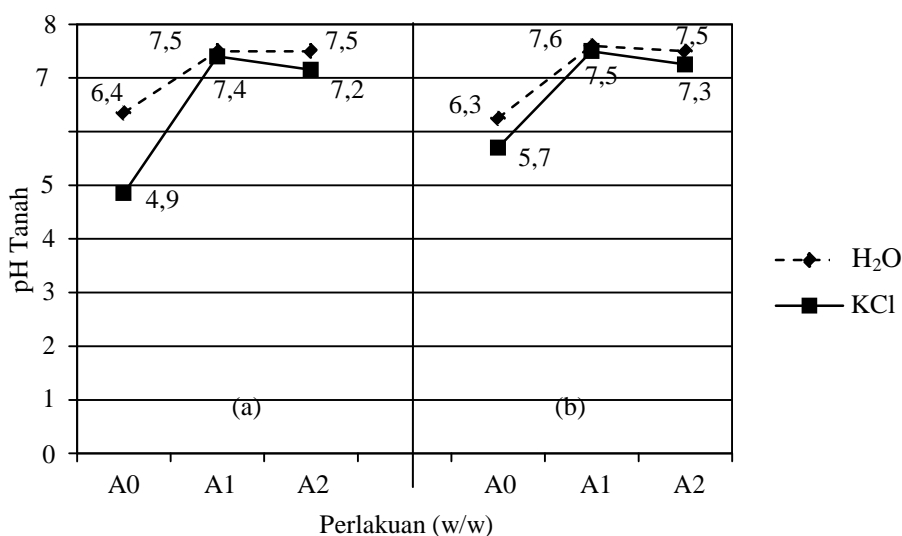
Nilai rasio tajuk : akar yang besar menunjukkan bahwa tajuk yang dihasilkan besar. Namun, pertumbuhan tajuk dan akar dapat berjalan secara seimbang, sehingga nilai rasio akar tajuk tidak dapat menentukan pertumbuhan yang optimum. Nilai rasio akar tajuk menunjukkan pertumbuhan yang dominan ke tajuk atau ke perakaran (Gardner *et al.*, 1991).

Tingginya rasio tajuk : akar pada bahan organik kotoran sapi disebabkan kandungan Nitrogennya yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Gardner *et al.*, (1991) yang menyatakan bahwa peningkatan tingkatan nitrogen menyukai pertumbuhan pucuk dibandingkan dengan pertumbuhan akar, yaitu meningkatkan rasio tajuk : akar.

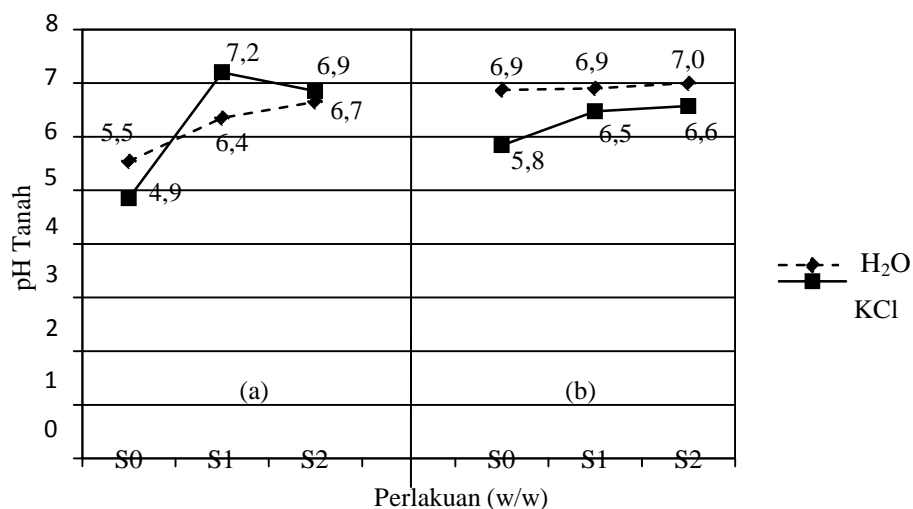
Sedangkan menurut Fitter dan Hay (1998) rasio tajuk : akar menurun dengan rendahnya suplai air, rendahnya suplai nitrogen, oksigen tanah dan temperatur tanah. Peranan akar dalam pertumbuhan tanaman sama pentingnya dengan tajuk, kalau tajuk berfungsi untuk menyediakan karbohidrat melalui proses fotosintesis, maka fungsi akar adalah menyediakan unsur hara dan air yang diperlukan dalam metabolisme tanaman. Jumlah unsur hara dan air yang dapat diserap tanaman tergantung pada kesempatan untuk mendapatkan air dan unsur hara tersebut dalam tanah (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pengaruh Bahan Organik Terhadap Derajat Keasaman (pH) Tanah

Dari hasil penelitian, pengaruh bahan organik terhadap derajat keasaman (pH) tanah dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Pengaruh campuran tanah bauksit dengan bahan organik kotoran ayam terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b), A₀ (tanpa bahan organik kotoran ayam), A₁ (bahan organik kotoran ayam dengan perbandingan 1:1), A₂ (bahan organik kotoran ayam dengan perbandingan 1:2).



Gambar 6. Pengaruh campuran tanah bauksit dengan bahan organik kotoran sapi terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b), S₀ (tanpa bahan organik kotoran ayam), S₁ (bahan organik kotoran ayam dengan perbandingan 1:1), S₂ (bahan organik kotoran ayam dengan perbandingan 1:2).

Dari gambar 5 dan 6 diketahui bahwa pH tanah semakin meningkat setelah penambahan bahan organik. Kenaikan pH ini diduga karena meningkatnya aktivitas biologi yang terjadi di dalam tanah. Hasil penelitian pH di atas juga menunjukkan bahwa pH tanah pada bahan organik ayam mengalami peningkatan yang sangat signifikan dibandingkan dengan kotoran sapi, sehingga pertumbuhan tanaman karet pada tanah bauksit menjadi tidak optimal.

Dari gambar 5 terlihat bahwa pH tanah setelah penambahan bahan organik kotoran ayam berkisar antara 7,2 – 7,6. Sementara menurut Nazaruddin dan Paimin (2005), tanaman karet dapat tumbuh pada pH 3.8 – 8.0, namun amat dikehendaki pada pH 5.0 – 6.5. Tingginya pH pada penambahan bahan organik kotoran ayam ini menyebabkan pertumbuhan tanaman karet tidak optimal. Selain itu, tidak optimalnya pertumbuhan tanaman karena pada bahan organik kotoran ayam mengandung unsur P yang tinggi, sedangkan pada tanah bekas tambang bauksit memiliki kandungan aluminium tanah tinggi. Menurut Poerwowidodo (1992) bahan organik (phospor) bereaksi dengan Al sebagai senyawa kompleks sehingga tidak terhidrolisis lagi. Dengan adanya ikatan antara Aluminium dan Phospor menyebabkan tanaman tidak dapat menyerap unsur phospor yang banyak terkandung dalam kotoran ayam tersebut. Hal itulah yang menyebabkan pertumbuhan akar tanaman karet dengan medium tanah bauksit ditambah dengan kotoran ayam tidak optimal seperti pada kotoran sapi.

4.4 Kesimpulan

Pemberian bahan organik berpengaruh signifikan terhadap volume akar, berat basah akar, berat kering akar, rasio tajuk:akar, serta pH tanah. Penggunaan bahan organik kotoran sapi lebih baik dibandingkan dengan kotoran ayam. Dosis campuran bahan organik kotoran sapi dan tanah bauksit dengan perbandingan 1:2 lebih efisien dalam meningkatkan pertumbuhan akar tanaman karet klon PB 260.

Pada penggunaan bahan organik kotoran ayam, variasi dosis pupuk yang diberikan masih kurang mencukupi untuk pertumbuhan akar tanaman karet. Hal ini dibuktikan dengan pertumbuhan akar tanaman karet pada bahan organik kotoran ayam semakin meningkat dengan bertambahnya dosis pupuk, namun belum signifikan. Penggunaan bahan organik kotoran ayam belum efektif untuk mendukung pertumbuhan akar tanaman karet klon PB 260. Untuk itu, disarankan menggunakan dosis pupuk yang lebih variatif.

4.5 Daftar Pustaka

- Darcy, H. (1983). *Determination of the laws of flow of water through sand*. Translation by R. A. Freeze.
- Edwards, J.H and Walker, R.H. 1997. Using Organic Residual on Highly Erodible Soil. *Biocycle* 38(2): 56-57.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay.1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Penerjemah Sri Andani dan E.D. Purbayanti. UGM Press. Yogyakarta.
- Gardner, FB., Pearce, RB., and Mitchell, RL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya (Terjemahan)*. U. I Press. Jakarta.
- Hadi, N.R. 2003. Pengaruh Lama Perendaman dan Perbedaan Konsentrasi NAA (*Asam Naftalena Asetat*) terhadap Pertumbuhan Anatomi Akar Som Jawa (*Talinum paniculatum Gaertl*). Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA UNS. Surakarta.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa., A.M. Lubis., S.G. Nugroho., M. R. Saul., M.A. Diha., G.B. Hong, dan H. Bailey.1986. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Jamilah. 2003. *Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Dan Kelengasan Terhadap Perubahan Bahan Organik Dan Nitrogen Total Entisol*. USU. Medan.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Laude, S., dan Y. Tambing. 2010. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Daun Pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam. *J. Agroland*. 17(2): 144-148.
- Lingga, P., dan Marsono. 2003. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromdia Pustaka. Jakarta.
- Poerwowidodo. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa Bandung. Yogyakarta.
- Rukmana, R. 1994. *Bercocok Tanam Buah-buahan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusdiana, O., Y. Fakura, C. Kusuma, dan H. Yayat. 2000. Respon Pertumbuhan Akar Tanaman Sengon Terhadap Kepadatan Dan Kandungan Air Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 6(2): 43-53.
- Russel, S. 1977. *Plant Root System. Their Funtion and Interaction with the Soil*. McGraw Hill Book Company (UK) Limited London.
- Salisbury, F.B dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Penerjemah Diah R. Lukman dan Sumaryono. ITB Press. Bandung.
- Sembiring, S. 2008. Sifat Kimia dan Fisik Tanah pada Areal Bekas Tambang Bauksit di Pulau Bintan, Riau. *Balai Kebutuhan Aek Nauli*. V (2): 123-134.
- Setyamidjaja, D. 1993. *Karet, Budidaya dan Pengolahan (Rubber, Production and Processing)*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Stevenson, F.T. (1982) *Humus Chemistry*. John Wiley and Sons, Newyork.
- Suharjo, H., M. Soepartini, U. Kurnia. 1990. *Bahan Organik Tanah*. Depatemen Pertanian. Jakarta.

Lampiran C. Artikel untuk Publikasi dalam *Jurnal Manusia dan Lingkungan* (ISSN 0854-5510, Akreditasi B berlaku sampai dengan 9 September 2016 berdasarkan SK No 66b/DIKTI/Kep/201, 9 September 2011).

**RESPONS EKOFISIOLOGIS TANAMAN KARET PADA TANAH BEKAS
TAMBANG BAUKSIT DENGAN APLIKASI BAHAN ORGANIK
(KAJIAN EKSPERIMENTAL EX-SITU)**

Firdaus, L.N* dan Sri Wulandari

*Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau,
Pekanbaru 28293; *Corresponding Author:*

Email: firdausln@yahoo.com

ABSTRACT

Ecophysiological responses of rubber (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg. clone PB 260) that cultivated in ex-mining bauxite soil with application of organic animal manure were observed at Natural Biology Education Laboratory, University of Riau during January to June 2013. The purpose of this research was looked for a kind and mixture organic manure ratio to the ex-mining bauxite soil that gave the best photosynthesis rate and chlorophyll content. The chicken and cow manure were used as source of organic matter in this single factor ex-situ experiment. Three ratios of organic manure : ex-mining bauxite soil (w/w) has been applied i.e control (ex-bauxite mining soil only), (1:1), and (1:2) were arranged according to Complete Randomize Design. The parameters that observed were photosynthesis rate, chlorophyll *a*, *b* and total chlorophyll content, stomata conductance and leaf area. The data were analyzed by using one-way ANOVA and advance test by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) in level of 5%. The results show that the mixture ratio 1:2 of cow organic manure and ex-mining bauxite soil gave the best ecophysiological responses of rubber clone PB 260 particularly photosynthesis rate ($10,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), total chlorophyll content ($42,50 \mu\text{g mL}^{-1}$), stomatal conductance ($0,32 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and leaf area ($46,17 \text{ cm}^2$). In conclusion, the mixture ratio 1:2 of cow manure and ex-mining bauxite is recommended for reclaiming bauxite ex-mining land by planting rubber plant PB 260 in term of ecophysiological characteristics.

Key words: chicken and cow organic manure, chlorophyll content, ex-mining bauxite soil, *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. clone PB 260, photosynthesis rate.

Pendahuluan

Karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) adalah tanaman perkebunan tropis yang ditanam untuk produksi lateks, suatu cairan tumbuhan seperti susu, yang merupakan bahan dasar bagi berbagai produk karet (Verheye, 2007). Pertumbuhan karet dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Indikator pertumbuhan dapat dilihat dari kinerja pertumbuhan seperti tinggi batang dan produksi lateks, serta dari fisiologi pertumbuhan seperti laju transpirasi dan fotosintesis. Faktor internal berupa genetik dari klon karet yang ditumbuhkan (Priyadarsahan, 2003; Miguel *et al.*, 2007). Sedangkan faktor eksternal dapat berupa kadar air (Sangsing *et al.*, 2004; Mokhtar *et al.*, 2011), kadar CO₂ (Devakumar *et al.*, 1998), media tumbuh (Mokhtar *et al.*, 2012), naungan terhadap cahaya matahari (Nugawela *et al.*, 1995; Senevirathna *et al.*, 2003), dan panjang torehan pada saat penyadapan (Obouayeba *et al.*, 2011; Eliathe *et al.*, 2012).

Fotosintesis merupakan suatu rangkaian proses dimana energi cahaya diubah menjadi energi kimia yang dapat digunakan untuk biosintesis. Pancaran energi ditangkap oleh tumbuhan hijau dan digunakan untuk mereduksi CO₂ atmosfer menjadi gula (Ting, 1982). Absorpsi energi radiasi cahaya matahari disebabkan oleh adanya beberapa pigmen seperti klorofil *a*, klorofil *b* dan karotenoid. Biosintesis klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor genetik, cahaya, suhu, air, dan unsur N, Mg, Fe, dan Mn. Cekaman kekeringan dapat mengubah rasio produksi klorofil *a*, klorofil *b* dan karotenoid. Kandungan klorofil

menurun secara signifikan seiring meningkatnya defisit air pada media tumbuh (Jaleel, *et al.*, 2009).

Tanah bauksit merupakan tanah laterit kaya alumina yang dihasilkan dari pemecahan batuan induk. Bauksit terbentuk secara alami dengan kandungan utama adalah satu atau lebih mineral hidroksida aluminium dan beberapa campuran silika (SiO_2), besi oksida (Fe_2O_3), titania (TiO_2), dan aluminosilikat serta campuran lainnya dalam jumlah yang sedikit. *Water Holding Capacity* (WHC) tanah bauksit berkisar 74-81% dan tanahnya bersifat asam (pH 5-6). (Mathiyazhagan & Natarajan, 2002).

Bahan organik merupakan suatu tambahan pada tanah yang berasal dari sumber alami yang menyediakan persentase minimum dari nitrogen, fosfat dan kalium. Kotoran hewan merupakan bahan organik yang paling baik karena membentuk materi organik dan dapat menyediakan sejumlah besar nutrisi penting bagi tumbuhan walaupun kandungan nutrisi pada kotoran hewan bervariasi tergantung pada jenis, umur hewan dan makanannya (Edwards & Walker, 1997). Pupuk organik tidak hanya menyediakan nutrisi yang esensial untuk tumbuhan, tapi juga memperbaiki tanah. Selain membantu menguraikan tanah yang liat, pupuk organik juga memperbaiki sirkulasi udara dan drainase, dan meningkatkan kapasitas tanah berpasir dalam menyimpan air (Gies, 1995).

Bahan dan Metode

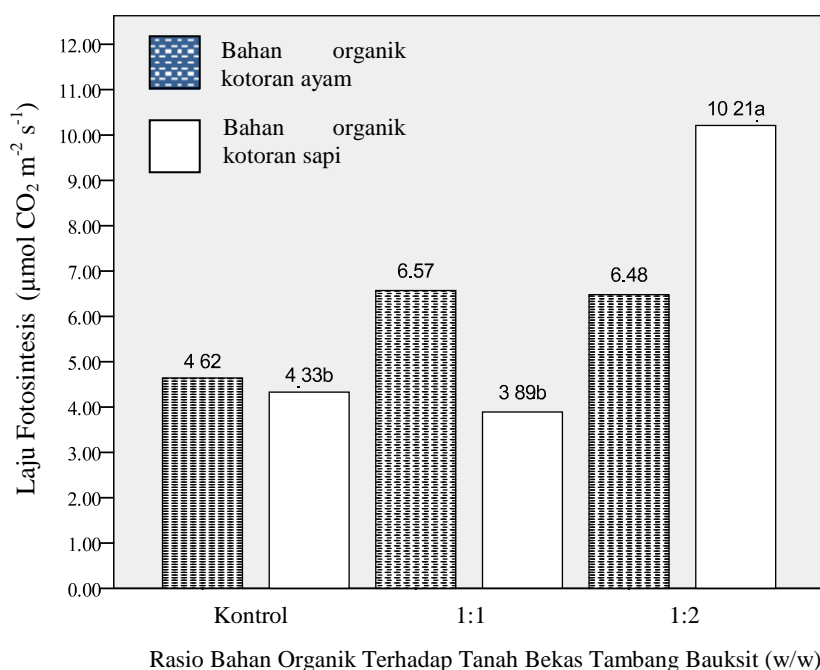
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau Pekanbaru, mulai bulan Januari-Mei 2013. Bahan tanah bekas tambang bauksit diambil dari lahan bekas penambangan bauksit di Pulau Singkep. Bibit tanaman karet klon PB 260 bersertifikat diperoleh dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan. Pupuk kandang kotoran Ayam diperoleh dari distributor kotoran ayam, Sei Pinang, Kampar. Pupuk kandang kotoran Sapi diperoleh dari UPT Dinas Peternakan PTPN V, Sei Galuh, Kampar.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, terpal, sekop, polybag dengan ukuran 10 cm x 20 cm yang dapat menampung tanah sebanyak 5 kg, saringan stainless steel dengan ukuran mata saring 4 mm, neraca elektronik, *Portable Photosynthesis System Model 6400 XT* untuk mengukur laju fotosintesis dan konduktansi stomata (Mokhatar *et al.*, 2011), mortar, aseton 80%, kertas saring Whatman No.2, cuvet, spektrofotometer untuk mengukur kandungan klorofil (Junk, 1971). Luas daun diukur dengan menggunakan metode gravimetri (Pardey & Singh, 2011). Derajat Keasaman pH (H_2O dan KCl) tanah diukur menurut cara Blackmore *et al.* (1987).

Metode eksperimen yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan terdiri dari dosis bahan organik pupuk kandang Ayam atau Sapi dengan tanah bekas tambang bauksit, masing-masing perlakuan dilakukan empat ulangan. Penelitian dilakukan terpisah antara bahan organik pupuk kandang Ayam atau Sapi. Rasio bahan organik kotoran ayam terhadap tanah bauksit dengan 3 perlakuan, yaitu tanah bekas tambang bauksit tanpa dicampur pupuk kandang (kontrol), campuran pupuk kandang dan tanah bekas tambang bauksit dengan rasio 1:1, dan campuran pupuk kandang dan tanah bauksit dengan rasio 1:2. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analisis Varians. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka akan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Laju Fotosintesis Tanaman Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit



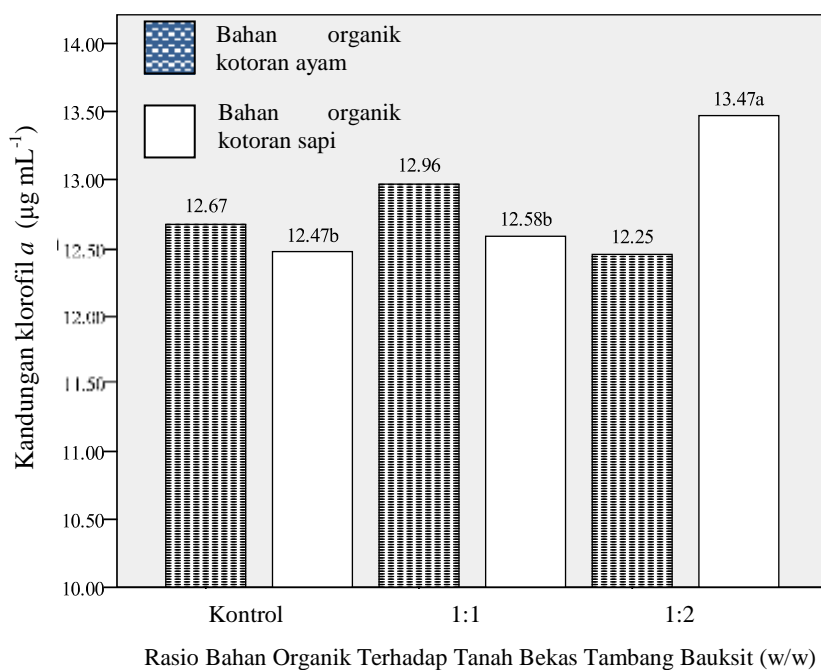
Gambar 1. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap laju fotosintesis *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260. (Angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Laju fotosintesis pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi adalah pada rasio 1:1 yaitu $6,57 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ dan paling rendah pada kontrol yaitu $4,64 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, laju fotosintesis berpengaruh signifikan dan paling tinggi terdapat pada tanaman dengan rasio 1:2 sebesar $10,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada rasio 1:1, yaitu $3,89 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Gambar 1).

Laju fotosintesis ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu kandungan klorofil, ketersediaan air dan CO₂, serta intensitas cahaya (Cechin dan Fumis, 2004). Klorofil berperan sebagai penangkap foton energi cahaya yang akan digunakan untuk membentuk energi kimia berupa ATP dan NADPH melalui reaksi terang yang terjadi di bagian tilakoid kloroplas. Klorofil *a* dan *b* merupakan kompleks pemanen cahaya paling utama yang disebut fotosistem dan dibantu oleh pigmen karotenoid. Pigmen ini berperan dalam fotoproteksi, yaitu pencegahan kerusakan klorofil oleh intensitas cahaya yang terlalu tinggi. Jika kandungan klorofil *a* dan *b* rendah, maka laju fotosintesis akan menurun.

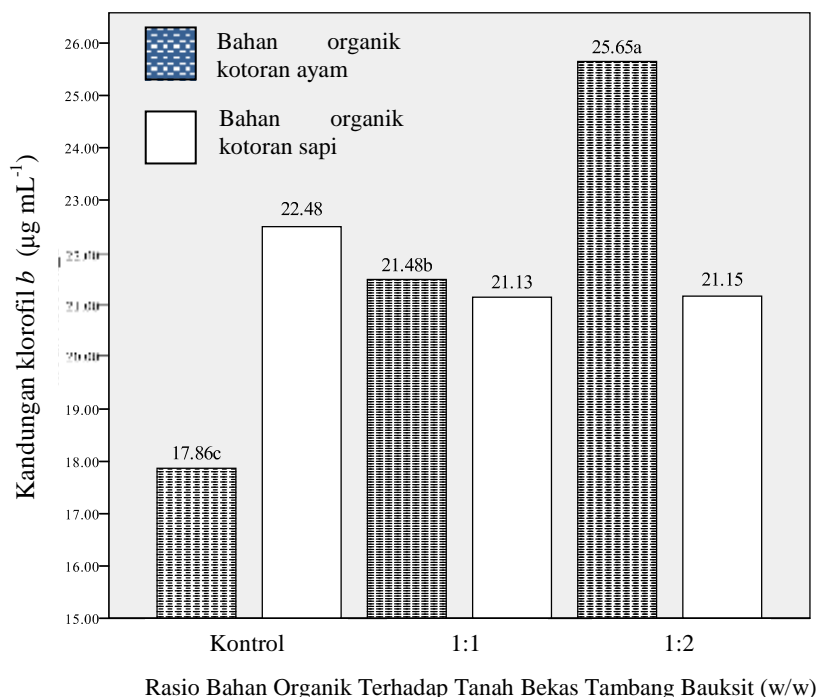
Kandungan klorofil a, b, dan total Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Kandungan klorofil *a* *H. brasiliensis* pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:1, yaitu $12,97 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada rasio 1:2 sebesar $12,45 \mu\text{g mL}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil *a* berpengaruh signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu $13,47 \mu\text{g mL}^{-1}$ dan paling rendah pada tanaman kontrol sebesar $12,47 \mu\text{g mL}^{-1}$. Rasio 1:1 tidak menunjukkan beda nyata terhadap tanaman kontrol melalui uji DMRT (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil *a* *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Kandungan klorofil *b* pada perlakuan bahan organik kotoran ayam paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu 25,65 µg mL⁻¹, dan paling rendah pada kontrol sebesar 17,87 µg mL⁻¹. Nilai tersebut berbeda nyata melalui uji DMRT. Sedangkan pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil *b* berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada tanaman kontrol, yaitu 22,49 µg mL⁻¹, dan paling rendah pada rasio 1:1, yaitu 21,14 µg mL⁻¹ (Gambar 3).

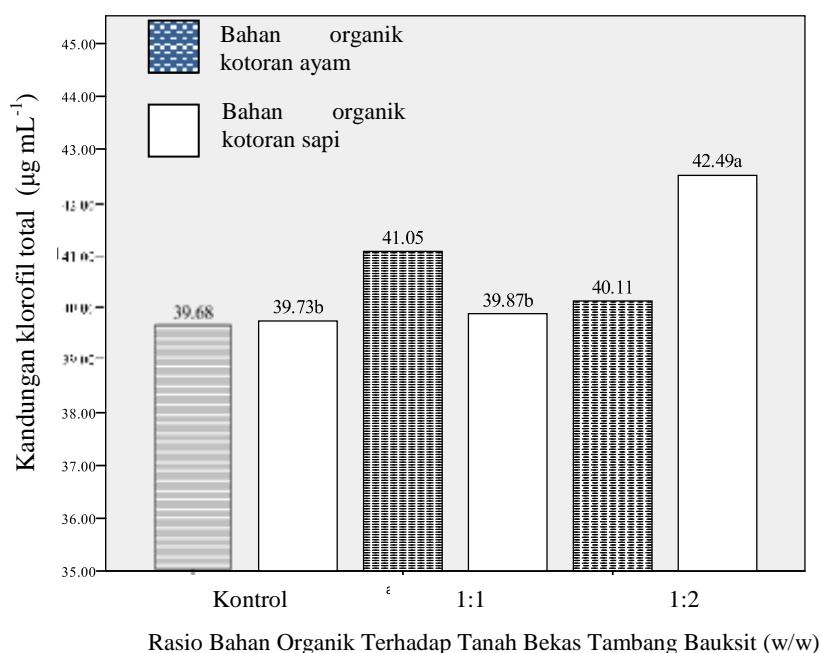


Gambar 3. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil *b Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Kandungan klorofil total pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:1 yaitu $41,06 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol sebesar $39,69 \mu\text{g mL}^{-1}$. Pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, kandungan klorofil total berpengaruh signifikan dan paling tinggi pada rasio 1:2, yaitu $42,50 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol, yaitu $39,74 \mu\text{g mL}^{-1}$ (Gambar 4).

Kandungan klorofil total pada perlakuan bahan organik ayam tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nitrogen pada kontrol tidak berbeda nyata dengan rasio 1:1 dan 1:2, sehingga kandungan klorofil total tidak mengalami beda nyata. Sedangkan pada perlakuan bahan organik sapi, kandungan klorofil total paling tinggi terdapat pada rasio 1:2 dan berbeda nyata dengan kontrol dan 1:1. Tingginya kandungan klorofil total pada rasio 1:2 dibandingkan dengan 1:1 disebabkan oleh kadar nitrogen yang berlebih pada rasio 1:1, sehingga kadar nitrogen berada pada kadar maksimal dan menyebabkan penurunan biosintesis klorofil. Sedangkan pada kontrol, kadar nitrogen berada pada kadar yang minimal, sehingga biosintesis klorofil juga rendah.

Selain dipengaruhi oleh unsur N, biosintesis klorofil juga dipengaruhi oleh ketersediaan Mg. Namun menurut Zhao, *et al.* (2005), dalam biosintesis klorofil, yang menjadi faktor pembatas adalah kehadiran nitrogen, karena selain berperan dalam pembentukan kerangka cincin tetrapirrol klorofil, nitrogen juga diperlukan sebagai unsur penyusun protein yang berfungsi sebagai enzim dalam berbagai proses metabolisme, termasuk biosintesis klorofil. Oleh karena itu, jika kandungan Mg mencukupi namun kandungan N berada di bawah keadaan normal, maka laju biosintesis klorofil akan berlangsung lambat. Beaumont dan Snell (1935), menyatakan bahwa unsur Mg lebih dalam tubuh tumbuhan lebih banyak digunakan sebagai kofaktor berbagai enzim kinase, yaitu enzim yang berperan dalam pemindahan gugus fosfat dari suatu substrat ke substrat lain, misalnya enzim piruvat kinase yang berperan dalam pemindahan gugus fosfat dari fosfoenol piruvat ke ATP pada fosforilasi tingkat substrat di glikolisis.

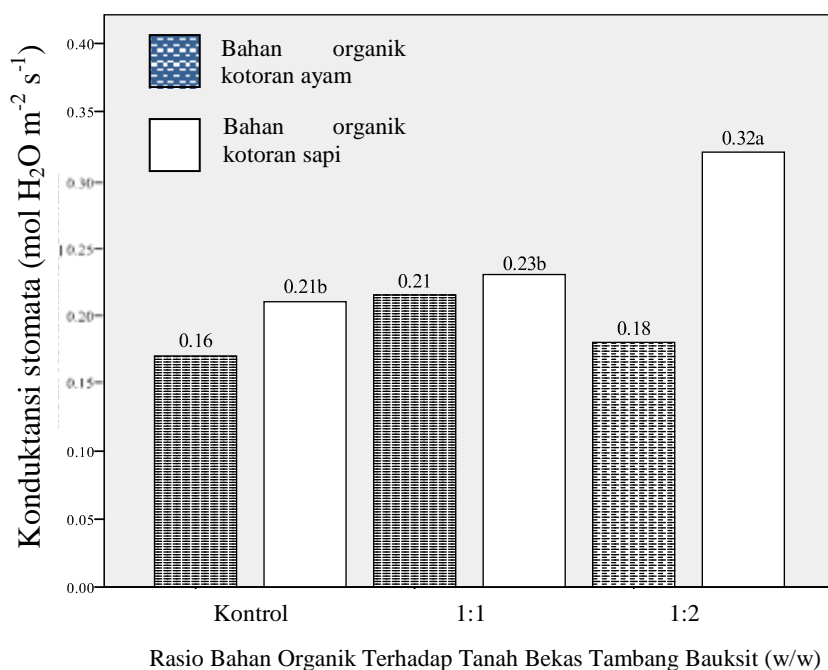


Gambar 4. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap kandungan klorofil total *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Konduktansi Stomata Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Konduktansi stomata pada perlakuan bahan organik kotoran ayam berpengaruh tidak signifikan dan paling besar pada rasio 1:1, yaitu $0,215 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol, yaitu $0,17 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Sedangkan pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, konduktansi stomata berpengaruh signifikan dan paling besar terdapat pada rasio 1:2 yaitu $0,32 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dan paling rendah pada kontrol yaitu $0,21 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ Untuk rasio 1:1 dan kontrol tidak terdapat perbedaan nyata melalui uji DMRT (Gambar 5).

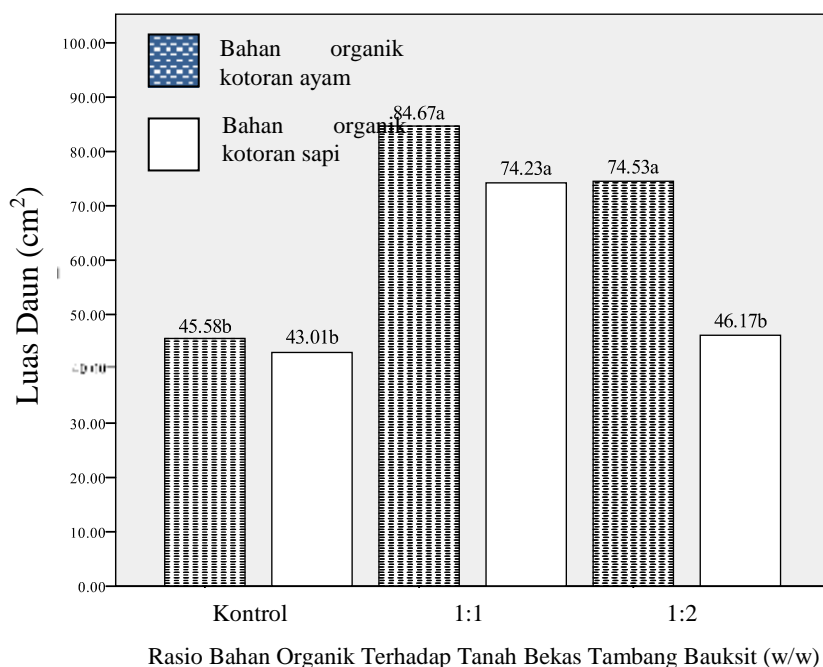
Membuka dan menutupnya stomata ditentukan oleh turgiditas sel penutup. Stomata terbuka saat turgor sel penutup tinggi dan akan menutup saat turgornya rendah. Perubahan turgor sel penutup dipengaruhi oleh keadaan cairan sel penutup. Turgor tinggi apabila ada air yang masuk ke dalam sel penutup dan hal ini hanya mungkin apabila potensial air di dalam sel penutup lebih rendah dari sel-sel sekitarnya. Perubahan nilai potensial osmotik di dalam sel penutup disebabkan oleh perubahan kimia yang terjadi di dalam sel penutup yang selanjutnya akan mengubah potensial air. Salah satu zat yang dapat mengakibatkan perubahan nilai potensial osmotik adalah konsentrasi ion K^+ di dalam sel penutup. Konsentrasi ion K^+ ditentukan oleh laju pemompaan oleh protein transpor yang terdapat pada membran sel penutup (Salisbury dan Ross, 1995) Besarnya nilai konduktansi stomata pada bahan organik perlakuan bahan organik kotoran sapi dengan rasio 1:2 dibandingkan perlakuan lainnya disebabkan kadar nitrogen yang tersedia pada tanah berada pada kisaran kurva optimal pertumbuhan. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang digunakan dalam sintesis protein. Pada rasio 1:1, konduktansi stomata lebih rendah karena kadar nitrogen berada pada kadar maksimal sehingga konduktansi menurun akibat keracunan. Pada kontrol, konduktansi stomata juga rendah karena kadar nitrogen tanah berada pada kadar minimal. Pada perlakuan bahan organik kotoran ayam, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk konduktansi stomata disebabkan kadar nitrogen pada tiap perlakuan bahan organik kotoran ayam tidak menunjukkan beda yang nyata.



Gambar 5. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap konduktansi *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

Luas Daun Karet klon PB 260 pada Variasi Campuran Bahan Organik Kotoran Ayam atau Sapi dengan Tanah Bekas Tambang Bauksit

Luas daun paling kecil ditemukan pada tanaman kontrol, yaitu 45,58 cm² untuk kontrol bahan organik kotoran ayam dan 43,02 cm² untuk kontrol bahan organik kotoran sapi. Luas daun paling besar pada perlakuan bahan organik kotoran ayam adalah pada rasio 1:1, yaitu sebesar 84,67 cm², begitu juga pada perlakuan bahan organik kotoran sapi, yaitu sebesar 74,23 cm² pada rasio 1:1 (Gambar 7).

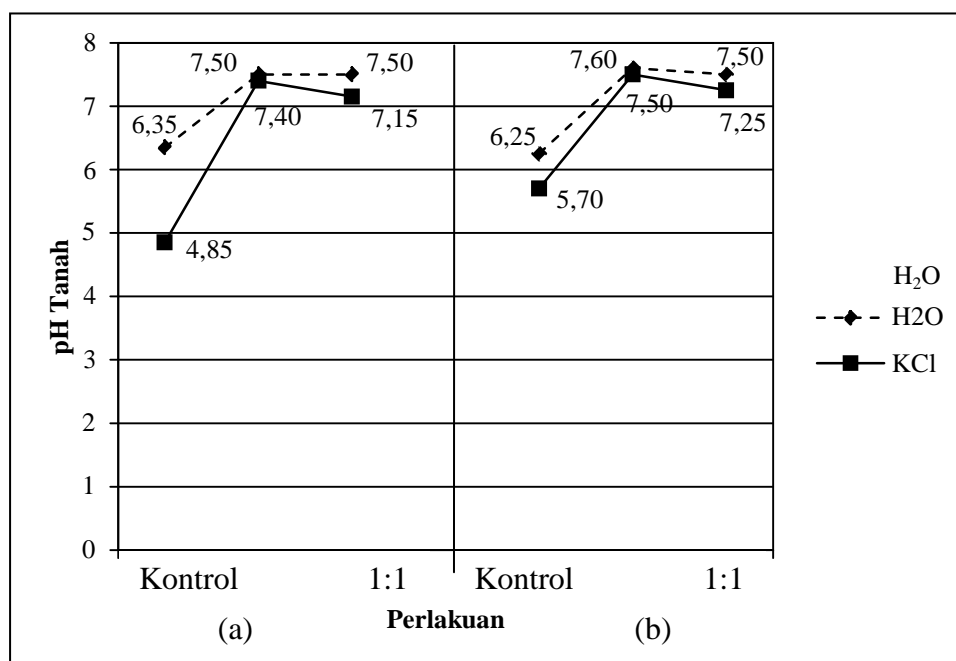


Gambar 6. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam atau sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap luas daun *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. klon PB 260 (Angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT)

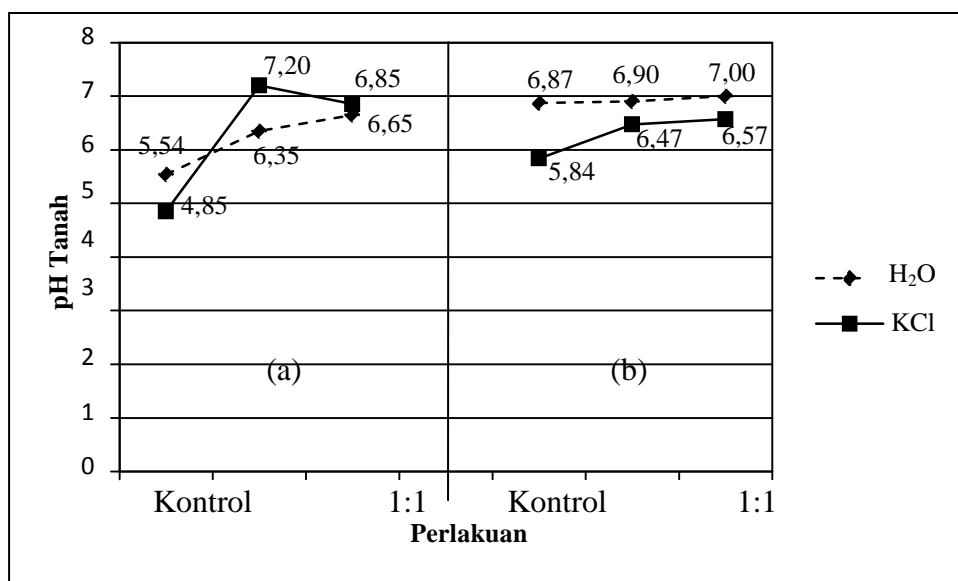
Salah satu unsur hara yang berperan dalam pembentukan daun adalah ion kalsium (Ca^{2+}) (Omami, 2005). Kalsium berperan sangat penting dalam sintesis pektin pada lamela tengah. Unsur ini juga terlibat dalam metabolisme atau pembentukan nukleus dan mitokondria. Kalsium berperan sangat penting bagi tumbuhan dan kekurangan kalsium yang parah dapat mengakibatkan kerusakan dan kematian tumbuhan. Kekurangan kalsium paling mempengaruhi daerah meristematik karena dapat menghambat pembentukan dinding sel baru sehingga pembelahan sel dapat terhambat. Dinding sel, terutama dalam menyokong struktur batang dan tangkai daun akan menjadi rapuh, dan perluasan sel dihambat (del Amor dan Marcelis, 2005).

Luas daun *H. brasiliensis* pada perlakuan bahan organik ayam dengan rasio 1:1 dan 1:2 tidak berbeda nyata dan berbeda nyata dengan kontrol berdasarkan uji DMRT. Dengan demikian, rasio 1:2 pada bahan organik kotoran ayam, lebih baik digunakan untuk tujuan perluasan daun karena tidak berbeda nyata pada rasio 1:1. Hal ini disebabkan karena kadar kalsium pada rasio 1:2 telah cukup untuk mendukung perluasan daun. Kekurangan kalsium seperti pada tanaman kontrol dapat menyebabkan perluasan daun terhambat dikarenakan kerja jaringan meristematik tidak berlangsung dengan baik. Perluasan daun disebabkan oleh beberapa jaringan meristematik, yaitu meristem apikal daun, meristem marginal dan meristem papan. Peningkatan aktivitas meristematik pada ketiga jenis meristem tersebut akan menyebabkan daun memanjang dan melebar.

Derajat Keasaman (pH) tanah



Gambar 7. Pengaruh rasio bahan organik kotoran ayam dan tanah bekas tambang bauksit terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b).



Gambar 8. Pengaruh rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bekas tambang bauksit terhadap perubahan pH tanah di awal (a) dan akhir penelitian (b).

Gambar 7 dan 8 menunjukkan bahwa nilai pH dengan menggunakan pelarut KCl cenderung lebih rendah dibandingkan menggunakan pelarut H₂O. Penambahan bahan organik baik kotoran ayam maupun kotoran sapi dapat menyebabkan kenaikan pH dari asam menjadi netral. Pada bahan organik kotoran ayam, nilai pH H₂O dan KCl paling tinggi terdapat rasio 1:1, yaitu 7,6 dan 7,5. Sedangkan pada bahan organik kotoran sapi, nilai pH H₂O dan KCl paling tinggi terdapat pada rasio 1:2, yaitu 7,0 dan 6,57. Nilai pH ini berkorelasi positif dengan ketersediaan unsur hara yang ditandai dengan laju fotosintesis, kandungan klorofil dan konduktansi stomata yang paling tinggi pada rasio tersebut. Namun untuk luas daun, bahan organik kotoran sapi memberikan luas daun paling luas pada rasio 1:1, sedangkan bahan organik kotoran ayam tetap pada rasio 1:1.

Kesimpulan

Bahan organik yang paling baik untuk laju fotosintesis, kandungan klorofil, dan konduktansi stomata tanaman karet yang ditumbuhkan pada tanah bekas tambang bauksit adalah bahan organik kotoran sapi dibandingkan dengan bahan organik kotoran ayam. Rasio bahan organik kotoran sapi dan tanah bekas tambang bauksit yang paling baik adalah 1:2.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Hibah Desentralisasi Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2013 melalui DIPA Universitas Riau tahun 2012, Nomor; DIPA-023.04.2.4.415092/2013 tanggal 5 Desember 2012 sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 730/UN.19/PL/2012, tanggal 11 Mei 2013. Terima kasih khusus kepada Dr. Ir. Adiwirman, MS dan Zaldi atas bantuan teknis dalam pengukuran laju fotosintesis di Laboratorium Ekofisiologi Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Riau.

Daftar Pustaka

- Beaumont, A.B., Snell, M.E. 1935. The effect of magnesium deficiency on crop plants. *Journal of Agricultural Research* 50(5), 553-562.
- Blakemore, L.C., Searle, P.L., Daly, B.K. 1987. *Methods For Chemical Analysis of Soils*. NZ Soil Bureau Report 80.
- Cechin, I. Fumis, T.F. 2004. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science* 166, 1379-1385.

- del Amor, F.M., Marcelis, L.F.M. 2005. Response of plant growth to low calcium concentration in the nutrient solution. *Acta Hort.*, 529-533.
- Devakumar, A.S., Shayee, M.S.S., Udayakumar, M., Prasad, T.G. 1998. Effect of elevated CO₂ concentration on seedling growth rate and photosynthesis in *Hevea brasiliensis*. *J. Biosci.*, **23** (1), 33-36.
- Dick, W. and Carey, L. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Allyn and Bacon; 6th ed.
- Edwards, J.H and Walker, R.H. 1997. Using organic residual on highly residual soil. *Biocycle* **38** (2), 56-57
- Eliathe, E.A.A., Edmond, K.K., Mathurin, O.K., Justin, L.Y., Pierre, N.A.S., Kouadio, D., Abdourahamane, S. 2012. Detection of *Hevea brasiliensis* clones yield potential and susceptibility to tapping panel dryness in Cote d'Ivoire using the 32 and 35 KDa lutoidic proteins. *African Journal of Biotechnology* **11**(44), 10200-10206
- Gies, G. 1995. Beneficial Use of Biosolids Expands in Canada. *Biocycle* **36**(3), 79-82
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, S., Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review of morphological characteristics and pigments composition. *Int. J. Agric. Bio.* **11**, 100-105.
- Junk, N.V. 1971. *Plant Photosynthetic Production: Manual Of Methods*. Publisher The Hague, Netherland
- Mathiyazhagan, N. and Natarajan, D. 2012. Physicochemical assessment of waste dumps of magnesite and bauxite mine in summer and rainy season. *International Journal of Environmental Sciences* **2** (3), 2243-2252
- Miguel, A.A., Oliveira, L.E., Cairo, P.A.R., Oliveira, D.M. 2006. Photosynthetic behaviour during the leaf ontogeny of rubber tree clones (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) in Lavras, MG. *Cienc. agrotec., Lavras* **31** (1), 91-97.
- Mokhatar, S.J., Daud, N.W., Ishak, C.F. 2012. Response of *Hevea brasiliensis* (RRIM 2001) planted on an oxisol to different rates of fertilizer application. *Malaysian Journal of Soil Science* **16**, 57-69.
- Mokhatar, S.J., Daud, N.W., Zamri, N.M. 2011. Evaluation of different water regimes on *Hevea brasiliensis* grown on haplic ferrarsol soil at nursery stage. *International Journal of Applied Science and Technology* **1** (3), 28-33.
- Nugawela, A., Ariyawansa, P., Samarasekera, R.K. 1995. Physiological yield determinants of sun and shade leaves of *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. *J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka* **76**, 1-10.
- Obouayeba, S., Soumahin, E.F., Okoma, K.M., Badou, A.E., Lacote, R., Coulibaly, L.F., Ake, S. 2011. Relationship between the tapping cut length and the parameters of vegetative growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis* clones GT 1 and PB 235 in south-eastern Cote D'Ivoire. *Journal of Crop Science* **2** (2), 27-44.
- Omami, E.N. 2005. Ameliorative effects of calcium on mineral uptake and growth of salted-stressed Amaranth. *University of Pretoria*.
- Pardey, A. K., Singh, H. 2011. A simple, cot effective method for leaf area estimation. *Journal of Botany* **2**, 24-34.
- Priyadarsahan, P.M. 2003. Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg) clones. *Genetics and Molecular Biology* **26** (4), 435-44
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. ITB, Bandung.
- Sangsing, K., Roux, X., Kasemsap, P., Thanisawanyangkura, S., Sangkhasila, K., Gohet, E., Thaler, P. 2004. Photosynthetic capacity and effect of drought on leaf gas exchange in two rubber (*Hevea brasiliensis*) clones. *Nat. Sci.* **38**, 111-122.
- Senevirathna, A.M.W.K., Stirling, S.M., Rodrigo, V.H.L. 2003. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. *Tree Physiology* **23**, 705-712.
- Ting, I.P. 1982. *Plant Physiology*. Addison Wesley, Publishing Co. California. Canada.
- Verheye, W. 2007. Growth and production of rubber. *Soils, Plant Growth and Crop Production* **2**, 24-33.
- Zhao, D., Reddy, K.R., Kakani, V.G., Reddy, V.R. 2005. Nitrogen deficiency effects on plants growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *Europ. J. Agronomy* **22**, 391-403.