

ANALISIS PERBANDINGAN TEKNIK Pengerasan Jalan MENGUNAKAN Laterit dan Laterit ditambah Probese di Perkebunan Kelapa Sawit

Aang Kuvaini

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada tanggal 23 Pebruari sampai 8 Juni 2011 di perkebunan kelapa sawit PT Gawi Bahandep Sawit Mekar yang berlokasi di Desa Baung, Kecamatan Seruyan Hilir, Kabupaten Seruyan, Propinsi Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan teknis dan mutu pengerasan jalan kebun menggunakan laterit dengan laterit ditambah probase.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode observasi secara langsung di lapangan, dengan cara mengamati proses pembuatan jalan menggunakan Laterit dan pembuatan jalan menggunakan Laterit ditambah Probese. Hasil pengamatan kemudian diolah secara deskriptif terkait dengan perbandingan proses pembuatan dan mutu/kualitas jalan. Hasil pengamatan ini kemudian diperkuat dengan metode wawancara dengan pihak perkebunan dan metode studi pustaka.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa antara pengerasan jalan kebun menggunakan laterit dengan pengerasan jalan laterit ditambah probase dari teknis pembuatan lebih mudah pengerasan jalan laterit, bahan baku lebih berkualitas probase, tingkat ketahanan lebih bagus jalan probase dan untuk biaya lebih mahal pengerasan jalan laterit ditambah probase, tetapi sesuai dengan keuntungan-keuntungan yang didapat

Kata kunci : Perkebunan Kelapa Sawit, Pemeliharaan Jalan, Laterit, Probese

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman tahunan yang memiliki umur sekitar 25 tahun, dan merupakan investasi jangka panjang karena tanaman ini mulai menghasilkan pada umur 2-3 tahun. Untuk memperoleh produksi yang maksimal perlu kegiatan pemeliharaan terhadap tanaman, antara lain pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta infrastruktur jalan yang merupakan faktor penting dalam kelancaran distribusi produksi tersebut.

Jalan di perkebunan kelapa sawit terbagi menjadi beberapa bagian seperti jalan utama, jalan produksi, jalan koleksi, dan jalan pringgau. Bahan utama dari jalan di kebun adalah laterit. Tanah laterit merupakan tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi.

Jalan menjadi sarana penting di perkebunan yang harus dipersiapkan sejak awal pembangunan kebun. Dengan adanya jalan, pada saat memulai pembukaan lahan, akan meningkatkan kualitas pekerjaan pembukaan lahan itu sendiri. Perkebunan kelapa sawit menghasilkan produk dalam bentuk Tandan Buah Segar. Untuk mengeluarkan Tandan Buah Segar dari dalam blok ke Tempat Pengumpulan Hasil dan mengangkutnya ke pabrik pengolahan, mutlak diperlukan jaringan jalan yang dapat memenuhi beberapa persyaratan dan manfaat. Untuk menambah masa pakai jalan diperlukan pengerasan, salah satunya pengerasan jalan laterit.

Pengerasan jalan laterit dilakukan dengan cara memadatkan badan jalan menggunakan *compactor* yang telah dibentuk cembung. Namun, pengerasan jalan laterit ini masih memiliki kekurangan seperti jika cuaca panas

akan berdebu, sedangkan pada saat hujan jalan menjadi berlumpur dan sangat mengganggu kelancaran pengiriman Tandan Buah Segar. Untuk itu perlu cara untuk pengerasan jalan agar tidak berdebu dan berlumpur dan dapat digunakan dalam segala musim.

Pengerasan jalan secara kimiawi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya pengerasan jalan probase. Banyak para *planters* yang belum mengetahui pengerasan jalan probase ini, untuk itu perlu informasi yang mendalam mengenai bahan baku, proses pengerasan dan tingkat ketahanan dari pengerasan jalan probase sehingga dapat dijadikan salah satu referensi dalam pengerasan jalan perkebunan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan teknis dan mutu pengerasan jalan kebun menggunakan laterit dengan laterit ditambah probase.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada tanggal 23 Pebruari sampai 8 Juni 2011 di perkebunan kelapa sawit PT Gawi Bahandep Sawit Mekar yang berlokasi di Desa Baung, Kecamatan Seruyan Hilir, Kabupaten Seruyan, Propinsi Kalimantan Tengah.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : Alat Berat, cangkul, meteran dan patok. Sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari : Probase TX-85 dan T3-55, dan Tanah Laterit.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode observasi secara

langsung di lapangan, dengan cara mengamati proses pembuatan jalan menggunakan Laterit dan pembuatan jalan menggunakan Laterit ditambah Probase. Hasil pengamatan kemudian diolah secara deskriptif terkait dengan perbandingan proses pembuatan dan mutu/kualitas jalan. Hasil pengamatan ini kemudian diperkuat dengan metode wawancara dengan pihak perkebunan dan metode studi pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik Pengerasan Jalan dengan Laterit

Pengerasan jalan menggunakan laterit merupakan pengerasan yang umum digunakan di perkebunan termasuk di PT Gawi Bahandep Sawit Mekar. Tanah laterit diambil dari tempat pengambilan laterit yang disebut quari dan diangkut menggunakan truk. Satu truk dapat mengangkut sekitar 5 m³ dan pembayarannya disesuaikan dengan jarak tempuh. Pengerasan jalan dengan laterit didasarkan karena bahannya mudah didapatkan, tidak mengeluarkan biaya untuk pembelian bahan dan tekstur tanahnya yang mudah padat.

Menurut Wijaya (2008) laterit adalah suatu lempung besi padat yang terbentuk di daerah tropis. Dalam klasifikasi tanah laterit masuk kedalam tanah butir kasar, kerikil, campuran antara kerikil (*gravel*) dan lempung (*clay*), mempunyai lambang GC (Erizal, 2011). Berikut adalah proses pengerasan jalan dengan laterit:

1. Angkut laterit dengan truk dan jatuhkan di badan jalan (lihat **Gambar 1**)
2. Ratakan dengan *grader* dan langsung bentuk jalan menjadi cembung (lihat **Gambar 2**)
3. Setelah tanah laterit rata, padatkan dengan menggunakan *compactor* (lihat **Gambar 3**)

4. Untuk mendapatkan bentuk jalan yang bagus, padatkan badan jalan mulai dari pinggir-pinggirnya.
5. Apabila ada kotoran seperti kayu ataupun akar-akar segera singkirkan agar pemadatannya sempurna.



Gambar 1. Laterit dijatuhkan di badan jalan



Gambar 2. Membentuk badan jalan



Gambar 3. Pemadatan badan jalan menggunakan *compactor*

6. Perlu diperhatikan drainase di samping badan jalan agar saat hujan air dapat mengalir.
7. Pengerasan jalan menggunakan laterit telah selesai dan siap digunakan dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil akhir pengerasan jalan menggunakan laterit

Teknik Pengerasan Jalan dengan laterit ditambah Probase

Sebenarnya tahapan pengerasan jalan probase sama dengan pengerasan jalan laterit, hanya saja ada item kerja tambahan seperti penambahan bahan perekat tanah dan penambahan aspal cair. Sistem jalan probase adalah teknologi yang diadopsi untuk memelihara jalan tanah sehingga lebih efektif dan ekonomis. Jalan tanah dipertahankan melalui sistem probase jadi jalan tidak hanya terbebas dari debu dan lumpur tetapi juga lebih aman, halus, kuat dan yang terpenting lebih tahan lama. Jalan probase bukan jalan aspal konvensional, ini adalah jalan dengan perawatan yang mudah dan dengan biaya hemat untuk jalan tanah/kerikil.

Ada dua produk yang digunakan dalam jalan Probase yaitu TX-85 Soil Stabilizer & Strengthener dan T3-55 Sealant & Dust Control. Teknologi probase adalah kombinasi dari negara Amerika untuk TX-85 Soil Stabilizer &

Strengtheners, Italia dan Swedia untuk T3-55 Sealant & Dust Control dan dipatenkan di Malaysia. Produk ini diproduksi oleh Probase Manufacturing Sdn. Bhd. yang beroperasi sejak 1998 dan mendapatkan ISO sejak Desember 2004. Berikut ini adalah petunjuk untuk mengaplikasikan TX-85 Soil Stabilizer & Strengtheners dan T3-55 Sealant & Dust Control.

a. Persiapan

Daerah yang akan diaplikasikan harus dihaluskan dan dipadatkan ringan. Jika ada tempat-tempat rendah, lubang atau gundukan, ratakan dan perbaiki sebelum pekerjaan dimulai.

b. Mengisi Tangki Air

Pastikan tangki setidaknya terisi air sebelum menambahkan Probase TX-85 dari drum. Jika menempatkan Probase langsung ke tangki kosong, dapat menyebabkan katup spray bar tersumbat. (Harus berhati-hati saat mengambil Probase TX-85 dari drum, tidak disarankan menggunakan pompa tangan). Proses pengisian TX-85 ke dalam tangki dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Pengisian TX-85 kedalam tangki

c. Menentukan Jumlah Produk yang Diperlukan

- Kalikan daerah (lebar x panjang) dengan kedalaman daerah yang akan dirawat.

(p)___meter x (l)___meter x (t) ___ meter
= ___ meter kubik.

- Kalikan jumlah meter kubik dengan 2,1 untuk mendapatkan jumlah liter produk yang dibutuhkan. ___ meter kubik x 2,1 = ___liter TX-85 yang diperlukan.

Contoh :

- Panjang 288 meter, lebar 5 meter dan dalam 0,15 meter (15 cm).
- (p) 288 meter x (l) 5 meter x (t) 0,15 meter = 216 meter kubik.
- 216 meter kubik x 2,1 = **453,6** liter TX-85 yang diperlukan.

d. Pengenceran Lebih Lanjut

Ada beberapa cara yang direkomendasikan untuk menentukan tingkat pengenceran.

1. Jika jumlah air yang tepat dibutuhkan untuk mendapatkan kadar air optimum diketahui, tambahkan TX-85 yang diperlukan ke air.
2. Dalam situasi normal dianggap sesuai jika:
 - ✓ Kondisi tanah kering : 10-13/1 (10-13 liter air untuk 1 liter Probase TX-85);
 - ✓ Kondisi tanah normal : 6-8/1 (6-8 liter air untuk 1 liter Probase TX-85);
 - ✓ Kondisi tanah basah : 4-6/1 (4-6 liter air untuk 1 liter Probase TX-85).

Catatan: Bila mengambil Probase TX-85 dari drum dan menuangkan ke tangki, harus dihindari agar konsentrat tidak terkena mata. Konsentrat tidak berbahaya. Tidak asam dan beracun, tetapi lengket jika masuk ke mata, disarankan untuk memakai kacamata.

e. Teknik Aplikasi Probase

1. Bentuk badan jalan dengan menggunakan *grader*, setelah badan jalan terbentuk, garuk jalan dengan *grader* (lihat **Gambar 6**)

2. Setelah jalan digaruk dengan *grader*, gunakan *rotopator* untuk menggemburkan tanah (kedalaman penggemburan 15 cm, lihat **Gambar 7**)
3. Sesudah tanah gembur, siram tanah tersebut dengan Probase TX-85 yang telah dicampur dengan air di tangki (lihat **Gambar 8**)



Gambar 8. Penyiraman jalan dengan menggunakan Probase TX-85



Gambar 6. Pembentukan jalan dengan menggunakan *grader*

4. Setelah Probase TX-85 diaplikasikan, gemburkan tanah kembali dengan menggunakan *rotopator*.
5. Sesudah tanah dan Probase TX-85 tercampur, padatkan tanah dengan menggunakan *compactor*.



Gambar 7. Jalan digaruk dengan menggunakan rotopator

6. Minimal 7 jam, jalan sudah bisa diaspal atau lihat kondisi jalan. Apabila ada jalan yang belum padat secara sempurna sebaiknya jangan diaspal terlebih dahulu, lakukan perbaikan untuk mendapatkan hasil yang baik.
7. Setelah jalan padat secara sempurna, lakukan proses pengaspalan dengan menggunakan T3-55. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Proses pengaspalan

8. Saat aspal cair (T3-55) sedang diaplikasikan, taburi segera dengan menggunakan batu chipping/batu koral (lihat **Gambar 10**)



Gambar 10. Penaburan jalan dengan batu chipping/batu koral

9. Agar batu chipping dapat masuk kedalam aspal, padatkan kembali jalan dengan menggunakan compactor (lihat **Gambar 11**)



Gambar 11. Pemadatan kembali dengan menggunakan *compactor*

10. Jalan telah selesai diaplikasikan Probase TX-85 dan T3-55 dan siap untuk digunakan (lihat **Gambar 12**)



Gambar 12. Jalan yang telah selesai diaplikasikan Probase TX-85 dan T3-55

Analisis Perbandingan Pengerasan Jalan dengan Laterit dan Laterit ditambah Probase

a. Bahan baku

Untuk pengerasan jalan dengan laterit menggunakan bahan baku berupa tanah laterit. Laterit adalah tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi seperti tanah di Kalimantan Barat dan Lampung (Khairil, 2010).

Sedangkan menurut Wijaya (2008) Tanah laterit adalah jenis tanah berkembang lanjut, dengan ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, horisonisasi telah lanjut, reaksi tanah masam, kadar lempung meningkat, kejenuhan basa dan Kapasitas Tukar Kation rendah serta bahan organik tanah sangat rendah. Dalam pengerasan jalan laterit tidak ada perlakuan lanjutan seperti penambahan bahan kimia ke dalam tanah sehingga tanah laterit relatif lebih mudah tererosi.

Pengerasan jalan dengan probase menggunakan dua produk yaitu TX-85 *Soil Stabilizer & Strengtheners* dan T3-55 *Sealant & Dust Control* dengan tambahan batu chipping dan laterit. TX-85 mempunyai komposisi 100 % bahan organik, gabungan sulphur organik dan asam buffer yang digabungkan sebagai bi-sulfat. Tidak beracun dan tidak menimbulkan ancaman bagi flora dan fauna, menaikkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR), menurunkan nilai *Plasticity Index* (PI). TX-85 berfungsi sebagai pengikat butiran-butiran tanah dan kerikil pada jalan. Sedangkan untuk T3-55 terdiri dari aspal cair dan berfungsi sebagai pengikat batu chipping dan pelapis tanah yang telah diaplikasikan TX-85. Batu chipping/batu kali berfungsi memberikan permukaan yang agak kasar agar mudah

digunakan. Kemasan dalam drum dari TX-85 dan T3-55 dapat dilihat pada **Gambar 13**.



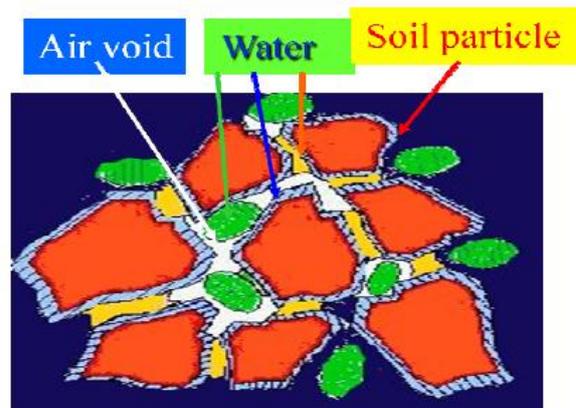
Gambar 13. Bahan baku TX-85 dan T3-55

Pengerasan dengan tanah laterit mempunyai beberapa kelemahan seperti tanah tidak mendapat perlakuan lanjutan menyebabkan partikel-partikel tanah mudah terlepas yang pada akhirnya akan mempercepat kerusakan jalan, berdebu saat panas serta licin dan berlumpur saat hujan. Sedangkan pengerasan jalan menggunakan probase juga tidak luput dari kelemahan seperti pengadaan bahan yang relatif sulit dan mahal. Tetapi pengerasan jalan probase memiliki lebih banyak kelebihan yang tidak dimiliki pengerasan jalan laterit seperti tingkat kerusakan lebih kecil dibanding laterit, memperkecil masuknya air ke pori-pori tanah dan pemeliharaannya yang mudah karena tidak memerlukan alat berat.

b. Proses Pengerasan

Pengerasan jalan dengan laterit memiliki tahapan yang singkat, karena bahannya hanya tanah laterit. Penggunaan alat berat juga lebih sedikit dibanding pengerasan jalan dengan probase, dari tenaga kerja juga lebih sedikit, hanya membutuhkan 3 orang yang terdiri dari operator *grader*, *helper*, dan operator *compactor*. Proses pengerasannya dilakukan pada saat cerah disebabkan pada saat hujan tanah akan basah, menggumpal dan otomatis akan lebih sulit di bentuk.

Tingkat kesulitan dalam proses pengerasan dengan laterit tergolong rendah, selain dikarenakan bahannya yang sudah umum digunakan juga tidak perlu keahlian khusus, semua orang dapat melakukannya asalkan sudah mengetahui syarat-syarat bentuk jalan yang baik. Faktor yang sering menghambat dalam proses pengerasan jalan selain cuaca adalah ketersediaan alat berat, diusahakan agar kondisi alat berat selalu dalam kondisi baik, apabila rusak segera perbaiki karena hal semacam ini yang sering menghambat pekerjaan perkerasan jalan di lapangan.



Gambar 14. Struktur tanah laterit

Dari gambar 14, dapat dilihat bahwa dalam struktur tanah laterit masih terdapat ruang-ruang udara diantara butiran-butiran tanah,

walaupun sudah dilakukan pemadatan menggunakan compactor tidak menutup kemungkinan masih ada ruang-ruang udara tersebut. Ruang-ruang udara tersebut menyebabkan antara butiran-butiran tanah tidak dapat menyatu dengan sempurna sehingga mudah terlepas terutama saat dilalui oleh kendaraan. Pengerasan jalan dengan laterit ditambah probase memiliki tahapan yang lebih panjang dibanding laterit.

Pengerasan jalan dengan probase dapat dikatakan proses perlakuan lanjutan dari pengerasan jalan laterit. Proses pengerasan ini tergolong pengerasan jalan secara kimiawi karena menggunakan bahan kimia seperti TX-85. Pengerasan membutuhkan tenaga kerja lebih banyak dari pengerasan jalan laterit yaitu 14 orang terdiri dari operator grader, helper ,operator compactor ,operator tractor, penyerak batu chipping, perata batu chipping, dan penyemprot aspal cair. Proses pengerasan dilakukan saat cuaca cerah, karena memang pekerjaan jalan sangat tergantung kepada cuaca. Apabila pada saat proses penyiraman TX-85 dan tiba-tiba hujan maka badan jalan tersebut segera tutup dengan menggunakan terpal agar obat yang telah diaplikasikan tidak terbawa air.



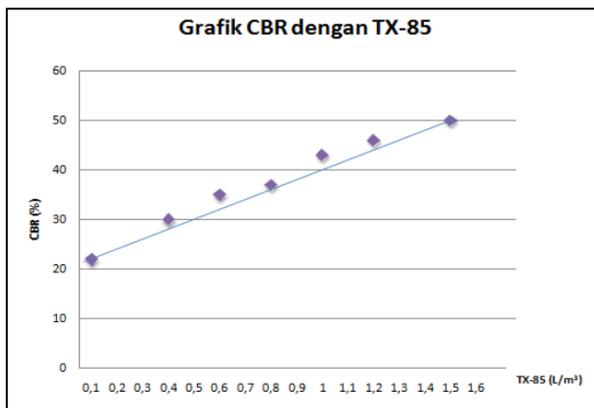
Gambar 15. Tanah yang diberi perlakuan TX-85

Tingkat kesulitan dalam pengerasan jalan probase termasuk cukup sulit karena probase merupakan salah satu inovasi dalam pengerasan jalan sehingga banyak orang belum mengenal. Jika menggunakan pengerasan jalan probase maka dalam proses aplikasinya akan dibimbing oleh konsultan probase yang bertugas membimbing dan mengarahkan terutama kepada asisten infrastruktur, setelah asisten tersebut paham barulah untuk selanjutnya proses pengerasan dapat dipimpin oleh asisten tersebut.

Dari **gambar 15** dapat dilihat proses kerja TX-85, bahan TX-85 yang telah dicampur dengan air akan mengisi ruang-ruang udara di dalam tanah setelah proses pemadatan. Selanjutnya TX-85 berfungsi sebagai lem tanah yang menyatukan antara partikel tanah sehingga partikel-partikel tersebut tidak mudah terlepas. Untuk lebih menyempurnakan lagi digunakanlah T3-55 *Sealant & Dust Control* dan batu chipping.

c. Tingkat Ketahanan

Rotasi dalam perawatan jalan adalah satu kali setahun (Purba, 2010). Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk pengerasan jalan biasa atau laterit dapat bertahan antara 6-12 bulan, tergantung perawatannya. Perawatan pada pengerasan jalan laterit menggunakan alat berat seperti *grader* dan *compactor* yang tidak jauh berbeda dengan saat pembuatan. Salah satu faktor yang juga perlu diperhatikan agar umur pakai jalan semakin lama adalah adanya drainase di bahu jalan, walaupun hal ini sering disepelekan padahal keberadaannya sangat dirasakan terutama pada saat musim penghujan.



Gambar 16. Hubungan antara nilai CBR dengan TX-85

Sedangkan untuk pengerasan jalan probase mempunyai umur pakai lebih lama yaitu 3-5 tahun (Anonim, 2011). Hal ini juga ditentukan perawatan jalan tersebut, untuk rotasi perawatan yaitu 1 x 2 bulan. Dari **Gambar 16** dapat dilihat pengaruh TX-85 terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Dengan penambahan TX-85, maka akan menaikkan nilai CBR-nya yang otomatis akan menambah umur pakai jalan.

d. Analisis Biaya

Asumsi biaya pengerasan jalan laterit dengan laterit ditambah probase panjang 30 m, lebar 7 m, dan dapat diselesaikan dalam satu hari, alat berat milik perusahaan serta tenaga kerja semuanya adalah harian dirincikan sebagai berikut serta hasil analisis perbandingan biayanya disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan Biaya Pengerasan Jalan Laterit dengan Laterit ditambah Probase

No.	Pengerasan Jalan Laterit	Pengerasan Jalan Probase
1.	Rp 282.980,-/30 m/hari	Rp 24.645.098,-/30 m/hari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan beberapa hal :

- Pemeliharaan jalan di PT Gawi Bahandep Sawit Mekar perlu perhatian khusus karena hal ini penyebab utama buah tinggal.
- Antara pengerasan jalan kebun menggunakan laterit dengan pengerasan jalan laterit ditambah probase dari teknis pembuatan lebih mudah pengerasan jalan laterit, bahan baku lebih berkualitas probase, tingkat ketahanan lebih bagus jalan probase dan untuk biaya lebih mahal pengerasan jalan laterit ditambah probase, tetapi sesuai dengan keuntungan-keuntungan yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadianti, H., D. Olovan., S. Uyun., F. Azizi., dan G. Yunitasari. 2011. Penentuan Konsistensi dan Index Plastisitas Tanah. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Anonim. 2011. Instalasi Probase (<http://www.probase.com.my/products.htm> diakses 17 Juni 2011)
- Ariandi, R. 2010. Pelaksanaan Pembebasan Lahan untuk Proyek Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit. Politeknik Citra Widya Edukasi. Bekasi
- Buana, L.,D. Siahaan dan S. Adiputra. 2003. *Budidaya Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Darmosaskoro, W., M.L.Fadli dan P.Purba. 2006. *Kamus Istilah Kelapa Sawit*. Pusat penelitian kelapa sawit. Medan
- Erizal. 2011. *Rekayasa Perkerasan Jalan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta

- Khairil. 2010. Struktur Tanah (<http://taeki29.blogspot.com/2010/03/struktur-tanah.html> di akses tanggal 17 Juli 2011)
- Nugroho, S. A., M. Yusa dan S.R. Ningsih. 2010. Studi Laboratorium CBR Non Rendaman (*Unsoaked CBR*) dan CBR Rendaman (*Soaked CBR*). Universitas Riau.Riau
- Pahan, I. 2008. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta
- Purba, P., W. Darmosarkoro., M. L. Fadli., E. S. Sutarta., Sugiyono., dan D.Wiratmoko. 2006. Pembukaan Lahan dan Penanaman Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Purba, S. 2010. Pekerjaan di Tanaman Belum Menghasilkan. Diktat kuliah Politeknik Citra Widya Edukasi. Bekasi
- Renteng, S. 2009. Pembangunan Perkebunan dan Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit. Cipta Nusantara Indah Konsultan. Palangkaraya
- Wijaya, H. 2008. Penggunaan Tanah Laterit Sebagai Media Adsorpsi untuk Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Pengolahan Limbah Cair di Rumah Sakit Baktiningsih Klepu, Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta