

DISERTASI

**KULTIVASI SPODOSOLS GUNA PERBAIKAN
FAKTOR PENENTU HASIL KELAPA SAWIT MELALUI AMELIORASI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN DOLOMIT**



**Oleh:
IDA BAGUS ARIMBAWA
NIM. 2240511310019**

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

DISERTASI

**KULTIVASI SPODOSOLS GUNA PERBAIKAN FAKTOR
PENENTU HASIL KELAPA SAWIT MELALUI AMELIORASI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN DOLOMIT**

Oleh:

**Ida Bagus Arimbawa
NIM. 2240511310019**

**Dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 14 Juli 2025
Dan dinyatakan memenuhi syarat**

**Komisi Pembimbing :
Ketua,**

**Prof.Akhmad R. Saidy, S.P.,M.Ag.,Sc.,Ph.D
NIP. 196904251995121001**

Anggota 1

**Dr.Ir.Fakhrur Razie, M.Si
NIP. 196707071993031004**

Anggota 2

**Dr.Joko Purnomo, S.P.,M.P
NIP. 196805011997031001**

Banjarbaru, 28 Juli 2025

**Koordinator,
Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian**

**Dekan
Fakultas Pertanian ULM**

**Prof. Dr. Ir Bambang Joko P., M.P.
NIP. 196305051990031001**

**Prof.Akhmad R. Saidy, S.P.,M.Ag.,Sc.,Ph.D
NIP. 196904251995121001**

IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN KOMISI PENGUJI

JUDUL DISERTASI :

Kultivasi Spodosols Guna Perbaikan Faktor Penentu Hasil Kelapa Sawit Melalui Ameliorasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Dolomit

Nama : Ida Bagus Arimbawa
NIM : 2240511310019
Program Studi : Doktor (S3) Ilmu Pertanian

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Prof.Akhmad R. Saidy, S.P.,M.Ag.,Sc.,Ph.D
Anggota 1 : Dr.Ir.Fakhrur Razie, M.Si
Anggota 2 : Dr.Joko Purnomo, S.P.,M.P

KOMISI PENGUJI:

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, MP
Penguji 2 : Prof. Agung Nugroho STP., M.Sc., Ph.D
Penguji 3 : Dr. Dewi Erika Adriani, SP., MP., Ph.D
Penguji Tamu : Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S

Tanggal Ujian Disertasi : 14 Juli 2025

SK Komisi Penguji : 420/UN8.1.23/KU/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan Saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur -unsur jiplakan, saya bersedia Penelitian ini dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70 berbunyi : 'Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi atau vokasi terbukti merupakan jiplakan dicabut gelar' Pasal 70 yang berbunyi : 'Lulusan yang karya ilmiahnya yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).

Banjarbaru, 28 Juli 2025

Ida Bagus Arimbawa
2240511310019

SERTIFIKAT UJI PLAGIASI

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 047/UN8.1.23/DV.02.05/2025

Sertifikat ini diberikan kepada:

IDA BAGUS MADE ARIMBAWA

Dengan Judul Disertasi :

Kultivasi Spodosols Guna Perbaikan Faktor Penentu Hasil Kelapa Sawit Melalui Ameliorasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Dolomit

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarbaru, 11 Agustus 2025

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik,



Prof. Dr. Ir. Ika Sumentri, S.Pt., M.Si., M.Sc., IPM

NIP 197308071998031003



RIWAYAT HIDUP

Ida Bagus Arimbawa adalah seorang anak desa dan anak petani yang lahir di Tabanan pada 18 Agustus 1968, masa kecil dihabiskan di sebuah desa kecil yang bernama Purwosari, Kecamatan Torue, Parigi Mautong, Sulawesi Tengah jauh dari hingar bingar kota dan sangat lekat dengan kehidupan desa yang dicirikan oleh pertanian secara luas, gotong royong, kebersamaan dan budaya agraris dan kultur ketimuran.

Riwayat pendidikan dimulai dari sebuah SD sederhana di desa Purwosari hingga meraih gelar Sarjana Pertanian di Universitas Tadulako, Palu (1992), kemudian menyelesaikan Magister Manajemen Perkebunan (2022) dengan predikat cum laude, dan kini melanjutkan studi Doktor Pertanian di Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Karier profesional berawal sebagai Field Assistant Manager di perusahaan perkebunan swasta skala nasional (1992), lalu berkembang ke posisi puncak seperti Manager dan General Manager di berbagai perusahaan sawit ternama, baik PMDN maupun PMA. Kini sebagai Vice President Best Plantation 2, Best Agro Internasional Group. Hingga kini telah berkarier lebih dari 30 tahun di bidang perkebunan. Adapun fokus dari pembangunan dan pengembangan perkebunan yang dilakukan selama ini adalah ; Pengembangan SDM perkebunan terkait Attitude, Skill, dan Knowledge, Manajemen kebun terpadu (mekanisasi sawit, peningkatan produktivitas, optimasi anggaran) serta Transformasi sistem kerja berbasis efisiensi dan teknologi, dengan tujuan meningkatkan daya saing, konsisten dan berkelanjutan berbasis kelestarian alam, pemberdayaan manusia dan meraih keuntungan secara ekonomis.

Berfokus dalam strategi pemberdayaan tenaga kerja, terus berupaya menggabungkan keilmuan dan praktik, tertuang dalam beberapa penelitian tentang mekanisasi kebun sawit dan pengaruh tanah terhadap produktivitas. Prestasi dan reputasi yang telah diakui adalah penghargaan lulusan terbaik dan karya tulis ilmiah yang menjadi rujukan industri.

Dengan semangat "Membangun Kebun, Memberdayakan Manusia", sebagai profesional akan terus berkontribusi menciptakan perkebunan yang berkelanjutan dan SDM yang unggul dan berdaya saing global dimasa datang.

Semoga semesta alam selalu mendukung dan Tuhan memberkati

Banjarbaru, 28 Juli 2025

Ida Bagus Arimbawa

RINGKASAN

Ida Bagus Arimbawa, NIM 2240511310019. Kultivasi Spodosols Guna Perbaikan Faktor Penentu Hasil Kelapa Sawit Melalui Ameliorasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Dolomit. Ketua komisi Pembimbing : Akhmad R. Saidy, Anggota Komisi Pembimbing 1 :Fakhrur Razie, Anggota Komisi Pembimbing 2 : Joko Purnomo.

Perkebunan kelapa sawit Indonesia adalah yang terbesar di dunia (16,83 juta Ha), yang mana tanaman ini lebih efisien dalam penggunaan air, lahan, dan pupuk dibandingkan komoditas minyak nabati lain, namun produktivitas CPO saat ini (2,80 ton/ha) masih jauh di bawah potensi maksimal (7-9 ton/ha) akibat faktor seperti kesesuaian lahan dan kesuburan tanah. Pemanfaatan tanah marginal, seperti Spodosols, menjadi tantangan utama dalam budidaya kelapa sawit karena faktor pembatas seperti kesuburan tanah yang rendah, meskipun luasannya mencapai 2,16 juta Ha dengan sebaran terbesar di Kalimantan Tengah, Barat, dan Timur. Meningkatkan produktivitas kelapa sawit di lahan marginal memerlukan penanganan khusus terhadap kendala kesuburan tanah untuk mengoptimalkan potensi hasil tanaman. Spodosols memiliki permasalahan utama berupa tekstur berpasir dan lapisan hardpan yang menghambat pertumbuhan akar serta mengurangi kesuburan tanah, sehingga penelitian ini bertujuan untuk: (1) memvalidasi sumber dan besarnya kesenjangan hasil kelapa sawit pada Spodosols, (2) menganalisis pengaruh dolomit terhadap dekomposisi TKKS, (3) mengkaji interaksi dolomit dan TKKS dalam memperbaiki sifat kimia tanah untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit. Manfaat penelitian meliputi: (1) informasi kesenjangan produktivitas Spodosols dibanding tanah lain (Ultisols, Inceptisols) sebagai dasar pertimbangan budidaya, (2) temuan baru peningkatan kualitas dekomposisi TKKS dengan dolomit, serta (3) rekomendasi manajemen perkebunan kelapa sawit di lahan Spodosols untuk optimalisasi kesuburan tanah dan hasil tanaman.

Penelitian dilakukan di perkebunan kelapa sawit di Desa Bangkal, Kecamatan Seruyan Raya, Kabupaten Seruyan, Provinsi Kalimantan Tengah dengan umur tanaman 15-18 tahun. Penelitian terbagi menjadi 2 bagian yang mana penelitian tahap pertama berupa validasi faktor pembatas dimulai pada Bulan Juni 2023. Penelitian tahap ke-2 di bulan Juli setelah tahap ke-1 selesai. Penelitian tahap-2 berupa kultivasi Spodosols dengan kombinasi perlakuan 3 dosis TKKS (0, 30 dan 60 ton ha⁻¹) dan 3 dosis dolomit (0, 2,5 dan 5 ton ha⁻¹) menggunakan rancangan acak lengkap yang diamati secara berkala selama 12 bulan penelitian.

Pada lokasi penelitian ditemukan 3 jenis tanah dominan yaitu Ultisols, Inceptisols dan Spodosols. Penelitian kali ini membuktikan bahwa terjadi korelasi negatif peubah pasir terhadap seluruh unsur hara kecuali pH tanah. Pasir berkorelasi negatif kuat dengan beberapa peubah yaitu C-organik, KTK, Ca, Na tanah dan hasil. Selisih hasil rerata selama 10 tahun produksi antara Spodosols dan Ultisols cukup besar yaitu 3,97 toh ha⁻¹ TBS per tahun. Selisih hasil Spodosols dan Inceptisols sangat besar hingga 9,74 ton ha⁻¹ TBS per tahun. Sedangkan selisih Ultisols dan Inceptisols sebesar 5,77 ton ha⁻¹ TBS per tahun.

Pemberian dolomit tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas dekomposisi TKKS yang mana pada penelitian ini waktu inkubasi (bulan

pengamatan) memberikan pengaruh signifikan terhadap peubah (pH, Berat kering, C-organik, N-total dan C/N rasio). Berdasarkan kriteria kualitas kompos dekomposisi TKKS pada penelitian ini masih tergolong buruk dengan C/N rasio > 20.

Pengaruh amelioran TKKS dan dolomit hanya mempengaruhi peubah C-organik tanah yang mana pemberian dolomit 5 ton ha⁻¹ pada TKKS 60 efektif meningkatkan C-organik tanah. Pengaruh interaksi TKKS dan bulan pengamatan tampak pada peubah vegetatif (massa akar dan penambahan jumlah pelepah) yang mana dosis TKKS 60 ton ha⁻¹ pada bulan pengamatan ke-6 meningkatkan massa akar dibanding tanpa aplikasi TKKS. Aplikasi TKKS 60 ton ha⁻¹ memberikan penambahan jumlah pelepah tertinggi pada bulan ke-9 pengamatan dibanding penambahan pelepah di bulan ke-3. Interaksi dolomit dan bulan pengamatan berpengaruh terhadap kandungan nitrat tanah, di mana kandungan nitrat tanah lebih tinggi pada dosis dolomit 2,5 ton ha⁻¹ pada bulan ke-6 dibanding pada bulan ke-3 dengan dosis dolomit yang sama. Pengaruh mandiri TKKS terhadap kimia tanah hanya terlihat pada peubah C-organik, P-total, dan kejenuhan basa tanah. Kandungan C-organik pada perlakuan TKKS 60 lebih tinggi dibanding pada dosis TKKS lain. P-total tanah terendah pada perlakuan TKKS 30. Perlakuan TKKS 60 memiliki kejenuhan basa lebih rendah dibanding kontrol (TKKS 0). Pengamatan peubah hara daun memperlihatkan bahwa aplikasi TKKS mempengaruhi kandungan Ca pada daun kelapa sawit, di mana peningkatan dosis TKKS yang diaplikasikan menghasilkan kandungan Ca daun yang semakin rendah. Pengaruh mandiri dolomit hanya terlihat pada peubah P-tersedia dan Mg-tukar tanah. P-tersedia pada dosis dolomit 2,5 ton ha⁻¹ lebih rendah dibanding kontrol dan dosis maksimal (5 ton ha⁻¹). Dosis dolomit yang diaplikasikan akan diikuti dengan penurunan Mg-tukar, hal ini diduga karena konsentrasi dolomit hanya terletak pada lubang aplikasi. Aplikasi dolomit berdampak negatif terhadap kandungan kalium daun, di mana kalium daun pada dosis dolomit 5 ton ha⁻¹ lebih rendah dibanding kontrol dan dosis 2,5 ton ha⁻¹. Bulan pengamatan berpengaruh terhadap peubah kimia tanah (pH, C-Organik, P-total, P Bray-1, K-tukar, Mg-tukar dan kejenuhan basa), hara daun (N, P, K, Mg dan Ca) dan hasil (sex rasio). Hara N dan K daun meningkat bersamaan dengan waktu pengamatan, sementara hara Ca, dan Mg daun menurun selama masa penelitian. Hara P daun pada bulan ke-6 lebih rendah dibanding pada bulan ke-3 dan 12. Sex rasio dipengaruhi oleh waktu pengamatan yang mana pada triwulan ke-4 83% bunga yang muncul adalah bunga betina kemungkinan dipengaruhi oleh variasi temporal tanaman.

Respons hara daun yang meningkat (N dan K) menjadi alternatif utama dalam penyusunan rekomendasi pemupukan tahunan yang sebaiknya mengacu pada analisis daun (leaf analysis) sebagai indikator utama, sementara analisis tanah digunakan sebagai pelengkap untuk memantau perubahan jangka panjang. Standar kriteria optimal hara daun (seperti kadar N 2,5-2,8%; P 0,15-0,2%; K 1,2-1,5%) harus menjadi acuan utama dalam menyesuaikan dosis pupuk, bukan hanya berdasarkan rekomendasi umum berbasis tanah. Perbaikan fisik pada Spodosols merupakan solusi pertama untuk memperbaiki sifat fisik Spodosols yang merupakan faktor pembatas utama.

SUMMARY

Ida Bagus Arimbawa, NIM 2240511310019. Cultivation of Spodosols to Improve Oil Palm Yield Determinants Through Amelioration with Empty Fruit Bunches and Dolomite. Promotor : Akhmad R. Saidy, Co-Promotor 1 :Fakhrur Razie, Co-Promotor 2 : Joko Purnomo.

Indonesian oil palm plantations are the largest in the world (16.83 million hectares), with this crop being more efficient in water, land, and fertilizer use compared to other vegetable oil commodities. However, current crude palm oil (CPO) productivity (2.80 tons/ha) remains far below its maximum potential (7–9 tons/ha) due to factors such as land suitability and soil fertility. The utilization of marginal soils, such as Spodosols, poses a major challenge in oil palm cultivation due to limiting factors like low soil fertility, despite their extensive coverage of 2.16 million hectares, primarily distributed in Central, West, and East Kalimantan. Enhancing oil palm productivity on marginal lands requires specific interventions to address soil fertility constraints and optimize crop yield potential. Spodosols are characterized by key issues such as sandy texture and a hardpan layer that restricts root growth and diminishes soil fertility. This research aims to: (1) validate the sources and extent of yield gaps in oil palm grown on Spodosols, (2) analyze the effect of dolomite on the decomposition of oil palm empty fruit bunches (EFB), and (3) examine the interaction between dolomite and EFB in improving soil chemical properties to boost oil palm productivity. The study's benefits include: (1) insights into productivity disparities between Spodosols and other soil types (Ultisols, Inceptisols) as a basis for cultivation decisions, (2) novel findings on enhancing EFB decomposition quality with dolomite, and (3) recommendations for oil palm plantation management on Spodosols to optimize soil fertility and crop yields.

The research was conducted in an oil palm plantation in Bangkal Village, Seruyan Raya District, Seruyan Regency, Central Kalimantan, involving 15–18-year-old palm trees. The study was divided into two phases, with the first phase focusing on validating limiting factors and commencing in June 2023. The second phase, initiated in July after the completion of the first, involved Spodosols cultivation using a combination of three EFB doses (0-, 30-, and 60-ton ha⁻¹) and three dolomite doses (0-, 2.5-, and 5-ton ha⁻¹) in a completely randomized design, with repeated measurement over 12 months.

Three dominant soil types were identified at the research site: Ultisols, Inceptisols, and Spodosols. This study confirmed a negative correlation between sand content and all soil nutrients except pH. Sand exhibited strong negative correlations with several variables, including organic carbon, cation exchange capacity (CEC), calcium, sodium, and yield. The average 10-year yield gap between Spodosols and Ultisols was substantial at 3.97 tons of fresh fruit bunches (FFB) per hectare annually, while the difference between Spodosols and Inceptisols was even greater at 9.74-ton ha⁻¹. In contrast, the yield gap between Ultisols and Inceptisols was 5.77-ton ha⁻¹.

Dolomite application did not significantly influence EFB decomposition quality. Instead, incubation time (observation period) had a notable effect on variables such as pH, dry weight, organic carbon, total nitrogen, and C/N ratio. Based on compost quality criteria, EFB decomposition in this study was still

classified as poor, with a C/N ratio exceeding 20. The combined application of EFB and dolomite only affected soil organic carbon, with 5 ton ha⁻¹ of dolomite applied alongside 60 ton ha⁻¹ of EFB effectively increasing soil organic carbon. The interaction between EFB and observation time was evident in vegetative variables (root mass and frond increment), where 60 ton ha⁻¹ of EFB at the 6-month observation mark enhanced root mass compared to no EFB application. Similarly, EFB at 60 ton ha⁻¹ resulted in the highest frond increment by the 9th month compared to the 3rd month. The interaction between dolomite and observation time influenced soil nitrate levels, with higher nitrate content observed at 2.5 ton ha⁻¹ of dolomite by the 6th month compared to the same dose at the 3rd month. The main effect of EFB on soil chemistry was observed only in organic carbon, total phosphorus, and base saturation. Organic carbon was higher at 60 ton ha⁻¹ of EFB compared to other doses, while total phosphorus was lowest at 30 tons/ha. Base saturation under 60 ton ha⁻¹ of EFB was lower than the control (no EFB). Leaf nutrient analysis revealed that EFB application affected calcium content in oil palm leaves, with increasing EFB doses leading to progressively lower leaf calcium levels. Dolomite independently influenced available phosphorus and exchangeable magnesium in the soil. Available phosphorus at 2.5 ton ha⁻¹ of dolomite was lower than both the control and the maximum dose (5 ton ha⁻¹). Higher dolomite doses corresponded with reduced exchangeable magnesium, likely due to localized application. Dolomite negatively impacted leaf potassium, with the highest dose (5 ton ha⁻¹) resulting in lower potassium levels than the control and 2.5 ton ha⁻¹. Observation time significantly affected soil chemical properties (pH, organic carbon, total phosphorus, Bray-1 phosphorus, exchangeable potassium, exchangeable magnesium, and base saturation), leaf nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, and calcium), and yield (sex ratio). Leaf nitrogen and potassium increased over time, while calcium and magnesium decreased. Leaf phosphorus was lower at the 6th month compared to the 3rd and 12th months. Sex ratio was influenced by observation time, with 83% of flowers being female in the fourth quarter, likely due to temporal plant variations.

The increase in key leaf nutrients (nitrogen and potassium) suggests that annual fertilization recommendations should prioritize leaf analysis as the primary indicator, while soil analysis serves as a supplementary tool for long-term monitoring. Standard optimal leaf nutrient criteria (e.g., nitrogen: 2.5–2.8%; phosphorus: 0.15–0.2%; potassium: 1.2–1.5%) should guide fertilizer dosing adjustments rather than generalized soil-based recommendations. Physical improvement of Spodosols remains the foremost solution to address their inherent constraints, which are the primary limiting factors.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia yang telah diberikan hingga penulis mampu menyelesaikan Disertasi ini dengan judul “Kultivasi Spodosols Guna Perbaikan Faktor Penentu Hasil Kelapa Sawit Melalui Ameliorasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Dolomit” sekaligus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Akhmad Rizalli Saidy, SP., M.Ag.Sc., Ph.D, , Dr.Joko Purnomo, S.P.,M.P dan Dr. Ir. Fakhur Razie, M.Si yang telah memberikan bimbingan, masukan juga suport moral dalam menyelesaikan Disertasi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, MP, Prof. Agung Nugroho STP., M.Sc., Ph.D, Dr. Dewi Erika Adriani, SP., MP., Ph.D selaku dewan penguji dan Prof. Dr. Ir. Hermantoro, M.S selaku penguji tamu yang telah meluangkan waktu untuk menguji materi dari Disertasi ini.
3. Kepada keluarga tercinta yang selalu memberikan dorongan juga dukungan kepada penulis untuk tetap semangat dalam setiap tugas di tengah keterbatasan, dan berbagai kendala.
4. Serta semua pihak lain yang juga telah memberikan bantuan tenaga, pikiran, materiil serta spiritual dalam penyelesaian Kemajuan Penelitian ini.

Penulis berharap agar tulisan ini dapat menjadi dasar rujukan guna penyusunan perencanaan dan kebijakan yang nantinya dapat menjadi solusi dalam mengatasi pengelolaan Spodosols untuk perkebunan kelapa sawit, baik skala usaha besar maupun usaha tani rakyat. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat mengubah persepsi Spodosols sebagai tanah marginal yang dianggap tidak menguntungkan dan tidak perlu dikelola untuk pertanian menjadi tanah yang layak dan produktif. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang ilmu tanah, agronomi, dan manajemen perkebunan, sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan pertanian di lahan marginal.

Setiap grafik, diagram, atau ilustrasi yang termuat dalam naskah disertasi ini yang tidak disertai sumber referensi eksternal merupakan karya orisinal penulis dan dilindungi sebagai bagian dari hak cipta disertasi ini. Untuk materi yang dikutip

dari sumber lain, penulis telah mencantumkan sumber referensi secara lengkap sesuai dengan kaidah penulisan akademik dan etika penelitian yang berlaku..

Penulis sadar akan kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian ini, baik dari segi metodologi, analisis, maupun penyajian data. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

Dalam ketulusan dan keikhlasan hati, penulis juga memohon maaf kepada semua pihak jika terdapat hal-hal yang kurang berkenan selama proses penelitian dan penulisan disertasi ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat dan petunjuk-Nya agar ilmu yang dihasilkan dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan pertanian berkelanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

Akhir kata, penulis berharap disertasi ini tidak hanya menjadi dokumen akademis, tetapi juga dapat diaplikasikan dalam praktik nyata untuk meningkatkan produktivitas lahan Spodosols. Dengan demikian, tanah yang sebelumnya dianggap marginal dapat menjadi aset berharga bagi pembangunan pertanian Indonesia di masa depan.

Banjarbaru, 28 Juli 2025

Ida Bagus Arimbawa

DAFTAR ISI

RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
1. PENDAHULUAN	24
1.1. Latar Belakang.....	24
1.2. Rumusan Masalah.....	29
1.3. Tujuan Penelitian	29
1.4. Manfaat Penelitian	29
1.5. Kebaharuan (Novelty).....	30
1.6. Kerangka Pemikiran	31
2. TINJAUAN PUSTAKA	32
2.1. Kelapa Sawit.....	32
2.2. Klasifikasi tanah di Indonesia.....	35
2.2.1. Sistem Klasifikasi Soil Taxonomi USDA	37
2.2.2. Sistem Klasifikasi Tanah WRB FAO/UNESCO	37
2.2.3. Sistem Klasifikasi Tanah Nasional Indonesia.....	38
2.3. Lahan Marginal.....	38
2.4. Ultisols	42
2.5. Inceptisols	43
2.6. Spodosols	44
2.6.1. Kesuburan dan Potensi Spodosols	47
2.6.2. Pengelolaan Spodosols	49
2.6.3. Parit Diskontinu	51
2.7. Amelioran	51
2.7.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	53
2.7.2. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)	59
2.7.3. Dolomit	61
3. METODE PENELITIAN.....	64
3.1. Kerangka Penelitian.....	64
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	65
3.3. Tahapan Penelitian.....	65
3.3.1. Tahap Penelitian I: Validasi Faktor Pembatas dan Hasil Tanaman Kelapa Sawit pada Spodosols	65

3.3.1.1. Alat dan Bahan	65
3.3.1.2. Metode Pengambilan Data	66
3.3.1.3. Analisa Data	70
3.3.2. Tahap Penelitian II: Kultivasi Spodosols dengan Ameliorasi Bahan Organik dan Dolomit.....	71
3.3.2.1. Alat dan Bahan	73
3.3.2.2. Persiapan perlakuan.....	74
3.3.2.3. Metode Pengambilan Data	80
3.3.2.4. Analisa Data	88
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	94
4.1. Hasil dan Pembahasan Tahap 1	94
4.1.1. Pemetaan dan Klasifikasi Tanah Lokasi Penelitian	94
4.1.1.1. Deskripsi Profil Tanah.....	94
4.1.1.2. Peta Klasifikasi Tanah.....	99
4.1.2. Validasi Faktor Pembatas dan Hasil Tanaman Kelapa sawit pada Spodosols	99
4.1.2.1. Status Hara Tanah	100
4.1.2.2. Kesesuaian Lahan.....	103
4.1.2.3. Selisih Hasil Kelapa Sawit	106
4.2. Hasil dan Pembahasan Penelitian Tahap 2	109
4.2.1. Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	110
4.2.1.1. Berat Kering	111
4.2.1.2. pH	112
4.2.1.3. N-Total	113
4.2.1.4. C-Organik.....	114
4.2.1.5. C/N rasio.....	115
4.2.2. Kimia Tanah.....	117
4.2.2.1. pH	119
4.2.2.2. N-Total, NO ³⁻ , C-Organik, dan C/N rasio	120
4.2.2.3. P-Total dan P Tersedia (P Bray-1)	125
4.2.2.4. KTK, Kation Tukar (K, Ca, Mg) dan KB	130
4.2.3. Hara Daun.....	139
4.2.3.1. Nitrogen (N)	140
4.2.3.2. Fosfor (P).....	142
4.2.3.3. Kalium (K)	143
4.2.3.4. Magnesium (Mg).....	144
4.2.3.5. Kalsium (Ca)	146
4.2.4. Vegetatif Tanaman.....	148
4.2.4.1. Indeks Luas Daun (LAI).....	149
4.2.4.2. Pertambahan Jumlah Daun.....	151
4.2.4.3. Massa Akar.....	152
4.2.5. Hasil (Yield) Tanaman.....	153
4.2.5.1. Sex Rasio	154
4.2.5.2. Rerata Berat Tandan.....	156
4.3. Implikasi Hasil Penelitian.....	157
4.3.1. Implikasi Teoritis	157
4.3.2. Implikasi Praktis	158

4.3.3. Implikasi Manajerial	159
5.KESIMPULAN DAN SARAN.....	163
5.1. Kesimpulan	163
5.2. Saran	165
DAFTAR PUSTAKA	166
LAMPIRAN.....	196
GLOSARIUM.....	264
PUBLIKASI ILMIAH TERKAIT	270

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai kesetaraan kandungan pupuk dari TKKS (kg pupuk ton ⁻¹ TKKS).....	54
Tabel 2.2.	Akumulasi hara yang hilang pada TKKS di tumpukan PKS pra-aplikasi	56
Tabel 2.3.	Pelepasan hara TKKS berdasarkan waktu setelah aplikasi (Kg Pupuk)	58
Tabel 2.4.	Kandungan kimia LCPKS	59
Tabel 2.5.	Karakteristik Kompos Limbah PKS dari beberapa literatur.....	60
Tabel 3.1.	Peubah pengamatan identifikasi faktor pembatas	69
Tabel 3.2.	Kriteria kelas kesuburan tanah	70
Tabel 3.3.	Penilaian kesesuaian lahan untuk kelapa sawit	70
Tabel 3.4.	Dosis pupuk Kimia perlakuan seragam	73
Tabel 3.5.	Kombinasi perlakuan penelitian (3x3 = 9 Kombinasi).....	74
Tabel 3.6.	Pengacakan nomor plot perlakuan.....	75
Tabel 3.7.	Kriteria penilaian kualitas dekomposisi TKKS	89
Tabel 3.8.	Daftar jenis distribusi dan <i>link</i> function di SAS	91
Tabel 3.9.	Derajat bebas model linier.....	92
Tabel 4.1.	Deskripsi Spodosols	95
Tabel 4.2.	Deskripsi Inceptisols	96
Tabel 4.3.	Deskripsi Ultisols	97
Tabel 4.4.	Status hara tanah dan kelas kesuburan tanah lokasi penelitian	101
Tabel 4.5.	Kesesuaian lahan lokasi penelitian.....	104

Tabel 4.6	Korelasi antar peubah	108
Tabel 4.7	Hasil uji normalitas dan homogenitas (Levene's test) peubah dekomposisi TKKS	110
Tabel 4.8.	Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap berat kering, pH, kandungan N-total, kandungan C-organik, dan rasio C/N TKKS	111
Tabel 4.9.	Rerata peubah pH TKKS.....	112
Tabel 4.10.	Rerata peubah N-total (%) TKKS	113
Tabel 4.11.	Peubah C/N rasio pada TKKS.....	115
Tabel 4.12.	Kualitas dekomposisi TKKS bulan ke-12	117
Tabel 4.13.	Rekapitulasi anova peubah sifat kimia tanah	118
Tabel 4.14	Rerata N-total tanah pada kombinasi perlakuan dan bulan pengamatan.....	121
Tabel 4.15.	Rerata C/N rasio tanah pada kombinasi perlakuan dan bulan pengamatan.....	125
Tabel 4.16.	Rerata KTK(cmol kg^{-1}) tanah pada kombinasi perlakuan dan bulan pengamatan.....	131
Tabel 4.17.	Rerata Ca-tukar (cmol kg^{-1}) tanah pada kombinasi perlakuan dan bulan pengamatan	135
Tabel 4.18.	Rekapitulasi anova peubah hara daun	140
Tabel 4.19.	Rekapitulasi anova peubah Vegetatif tanaman.....	148
Tabel 4.20.	Rekapitulasi anova peubah hasil tanaman kelapa sawit	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Kerangka Pemikiran	31
Gambar 2. 1	Kombinasi peta kesesuaian kelapa sawit.....	35
Gambar 2. 2	Lahan marginal yang tidak dimanfaatkan	40
Gambar 2. 3	Profil Spodosols.....	45
Gambar 2. 4	Peta sebaran cadangan batu kapur di Indonesia	63
Gambar 3. 1	Kerangka pemikiran	64
Gambar 3. 2	Peta Geologi dan Jenis tanah yang sudah ada	67
Gambar 3. 3	Peta Lereng dan SPT Pra-survei.....	67
Gambar 3. 4	Denah titik sampel.....	69
Gambar 3. 5	Denah pohon sampel dan titik aplikasi dalam plot.....	75
Gambar 3. 6	Pembuatan parit drainase sebagai perlakuan seragam plot percobaan.....	76
Gambar 3. 7	a) Denah ukuran parit diskontinu b) Denah ukuran overflow antar parit diskontinu	77
Gambar 3. 8	Denah ukuran lubang aplikasi perlakuan (TKKS+dolomit+LCPKS).....	77
Gambar 3. 9	Pembuatan lubang aplikasi menggunakan unit <i>excavator</i> PC100	78
Gambar 3. 10	Aplikasi TKKS secara mekanis dengan unit Jet Grabber	78
Gambar 3. 11	Aplikasi TKKS pada lubang aplikasi	79
Gambar 3. 12	Aplikasi LCPKS pada lubang aplikasi; kiri) tanpa TKKS, kanan) perlakuan TKKS	79

Gambar 3. 13	Aplikasi dolomit dalam lubang aplikasi	80
Gambar 3. 14	Penimbangan TKKS	81
Gambar 3. 15	Pengambilan sampel TKKS	82
Gambar 3. 16	Skema titik pengambilan sampel A) dekomposisi TKKS, B) akar dan C) tanah.....	84
Gambar 3. 17	Pengambilan sampel tanah	84
Gambar 3. 18	<i>Phyllotaxis</i> Kelapa Sawit Spiral Kiri (Kiri) Spiral Kanan (Kanan).....	86
Gambar 3. 19	Pengukuran <i>leaf area</i> dan pengambilan sampel daun pada pelepah ke-17.....	86
Gambar 3. 20	Desain Root trap	87
Gambar 3. 21	Pemurnian titik sampel dan pemasangan root trap.....	88
Gambar 4. 1	Selisih Hasil Kelapa Sawit	106
Gambar 4. 2	Hari Hujan dan Curah Hujan di lokasi penelitian tahun 2023-2024.....	109
Gambar 4. 3	Pengaruh waktu inkubasi (bulan) terhadap berat kering	111
Gambar 4. 4	Pengaruh waktu inkubasi (bulan pengamatan) terhadap pH TKKS.....	113
Gambar 4. 5	Pengaruh waktu inkubasi (bulan pengamatan) terhadap N (%) TKKS.....	114
Gambar 4. 6	Pengaruh waktu inkubasi (bulan pengamatan) terhadap C- Organik TKKS.....	115
Gambar 4.7	Pengaruh waktu inkubasi (bulan pengamatan) terhadap C/N rasio TKKS	116

Gambar 4. 8	Pengaruh bulan pengamatan terhadap pH tanah.....	120
Gambar 4. 9	Pengaruh interaksi dolomit x bulan pengamatan terhadap NO ₃ - tanah.....	121
Gambar 4. 10	Pengaruh interaksi TKKS dan dolomit terhadap C-organik tanah	123
Gambar 4. 11	Pengaruh bulan pengamatan terhadap C-organik (%) tanah	124
Gambar 4. 12	Pengaruh TKKS terhadap P-total (ppm) tanah.....	126
Gambar 4. 13	Pengaruh bulan pengamatan dan curah hujan terhadap P- total tanah	127
Gambar 4. 14	Pengaruh dosis dolomit terhadap P Bray-1 (ppm) tanah.....	129
Gambar 4. 15	Pengaruh bulan pengamatan terhadap P- tersedia tanah (ppm)	129
Gambar 4. 16	Pengaruh bulan pengamatan dan curah hujan 2 bulan sebelumnya terhadap K-tukar (cmol kg ⁻¹).....	132
Gambar 4. 17	Pengaruh dosis dolomit terhadap Mg-tukar (cmol kg ⁻¹).....	133
Gambar 4. 18	Pengaruh bulan pengamatan dan akumulasi curah hujan 2 bulan sebelumnya terhadap Mg-tukar (cmol kg ⁻¹)	134
Gambar 4. 19	Pengaruh TKKS terhadap KB tanah (%).....	137
Gambar 4. 20	Pengaruh bulan pengamatan terhadap KB tanah (%).....	138
Gambar 4. 21	Pengaruh bulan terhadap N (%) daun.....	141
Gambar 4. 22	Pengaruh Bulan pengamatan terhadap P (%) daun	142
Gambar 4. 23	Pengaruh dosis dolomit terhadap K (%) daun	143
Gambar 4. 24	Pengaruh bulan pengamatan terhadap K(%) daun	144

Gambar 4. 25	Pengaruh bulan pengamatan terhadap Mg (%) daun.....	145
Gambar 4. 26	Pengaruh TKKS terhadap Ca (%) daun.....	146
Gambar 4. 27	Pengaruh bulan pengamatan terhadap Ca (%) daun.....	147
Gambar 4. 28	Pengaruh interaksi dosis dolomit x bulan pengamatan terhadap LA.....	150
Gambar 4. 29	Pengaruh interaksi TKKS x bulan pengamatan terhadap penambahan jumlah pelepah.....	151
Gambar 4. 30	Pengaruh interaksi TKKS dan bulan pengamatan pada massa akar	153
Gambar 4. 31	Pengaruh bulan pengamatan terhadap sex rasio (%).....	156
Gambar 4. 32	Rerata BJR (Kg) perlakuan TKKS selama 12 bulan pengamatan.....	157

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Sebaran lahan sub optimal di Indonesia	196
Lampiran 2.	Peta SPT lokasi penelitian	197
Lampiran 3.	Acuan Pengelompokan kelas kesuburan tanah.....	198
Lampiran 4.	Rerata dosis pupuk blok sampel 10 tahun terakhir.....	199
Lampiran 5.	Hasil Uji T Produksi Tanaman Kelapa Sawit.....	200
Lampiran 6.	Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004)	201
Lampiran 7.	Pengembangan kriteria kesesuaian lahan kelapa sawit	202
Lampiran 8.	Pencocokan Data Kesesuaian Lahan (<i>Mantcing</i>).....	203
Lampiran 9.	Deskripsi Profil dan Bor Tanah	204
Lampiran 10.	Data Produksi 2013-2022 Perblok pada 3 Jenis Tanah	221
Lampiran 11.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Tanah Penelitian Tahap 1	222
Lampiran 12.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 1	223
Lampiran 13.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 2.....	224
Lampiran 14.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 3.....	225
Lampiran 15.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 4.....	226
Lampiran 16.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 5.....	227
Lampiran 17.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia TKKS 6.....	228
Lampiran 18.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Tanah 1	229
Lampiran 19.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Tanah 2	230
Lampiran 20.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Tanah 3	231
Lampiran 21.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Tanah 4	232
Lampiran 22.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Daun Bulan 0.....	233
Lampiran 23.	Hasil Uji Lab Analisa Kimia Daun Bulan 3	234

Lampiran 24. Hasil Uji Lab Analisa Kimia Daun Bulan 6	235
Lampiran 25. Hasil Uji Lab Analisa Kimia Daun Bulan 12	236
Lampiran 26. Peubah TKKS	237
Lampiran 27. Analisa TKKS	238
Lampiran 28. Data Kimia Tanah Bulan ke-0	240
Lampiran 29. Data Kimia Tanah Bulan ke-3	241
Lampiran 30. Data Kimia Tanah Bulan ke-6	242
Lampiran 31. Data Kimia Tanah Bulan ke-12	243
Lampiran 32. Analisa Statistik Kimia Tanah	244
Lampiran 33. Hara Daun Bulan ke-0	250
Lampiran 34. Hara Daun Bulan ke-3	251
Lampiran 35. Hara Daun Bulan ke-6	252
Lampiran 36. Hara Daun Bulan ke-12	253
Lampiran 37. Analisa Statistik Hara Daun	254
Lampiran 38. Data Vegetatif Berat akar dan Luas Daun	257
Lampiran 39. Data Vegetatif Jumlah Pelepah	258
Lampiran 40. Analisa Statistik Vegetatif tanaman	259
Lampiran 41. Data perhitungan Sex rasio (%) tanaman	261
Lampiran 42. Data perhitungan berat TBS (Kg) per catur wulan	262
Lampiran 43. Analisa statistik peubah hasil tanaman	263