

**RESPON PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) PADA TAHAP PEMBIBITAN
TERHADAP APLIKASI ABU BOILER DAN
KOMBINASI PUPUK TUNGGAL**



Oleh:
ADITYA JUNSEL
NPM: 2254211004

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS WIDYA GAMA MAHAKAM
SAMARINDA
2026**

**RESPON PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) PADA TAHAP PEMBIBITAN
TERHADAP APLIKASI ABU BOILER DAN
KOMBINASI PUPUK TUNGGAL**

Oleh:

ADITYA JUNSEL

NPM: 2254211004

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Pertanian
Pada Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda**

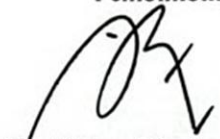
**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS WIDYA GAMA MAHAKAM
SAMARINDA
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

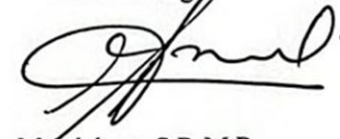
Judul : Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)
Pada Tahap Pembibitan Terhadap Aplikasi Abu Boiler Dan
Kombinasi Pupuk Tunggal
Nama : Aditya Junsel
NPM : 2254211004
Fakultas : Pertanian
Program studi : Agroteknologi
Konsentrasi : Kelapa Sawit

Menyetujui

Pembimbing I


Dr. Akhmad Sopian, S.P. M.P.
NIDN. 1120057001

Pembimbing II


Mahdalena, S.P. M.P.
NIDN. 1124087001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Widyagama Mahakam Samarinda


Dr. Ir. Iin Arsensi, S.P., M.P., IPM
NIK. 2022.071.294



**UNIVERSITAS WIDYA GAMA MAHAKAM
SAMARINDA
FAKULTAS PERTANIAN**

SURAT LULUS UJIAN PENDADARAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Aditya Junsel

Npm : 2254211004

Judul Skripsi : Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)
Pada Tahap Pembibitan Terhadap Aplikasi Abu Boiler Dan
Kombinasi Pupuk Tunggal

Lulus Tanggal :

Tim Penguji Sesuai SK No:

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Akhmad Sopian, SP., MP.	Ketua	
2.	Mahdalena, SP., MP.	Sekretaris	
3.	Hj. Purwati, SP., MP.	Anggota	
4.	Hamidah, SP., MP.	Anggota	

Samarinda, 26 Agustus 2026

Dekan,



Dr. Ir. Iin Arsensi, SP., MP., IPM.
NIK.2022.071.294

RIWAYAT HIDUP



Aditya Junsel, lahir di Desa Pulau Pinang Kecamatan Kembang Janggut Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur tanggal 29 Juli 2003, adalah anak kedua dari 2 bersaudara dari Bapak Yonas dan Ibu Netty. Pendidikan formal di mulai pada tahun 2010 penulis memulai Pendidikan Sekolah Dasar Negeri 008 Kembang Janggut, pada tahun 2016

penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Kembang Janggut, berijazah pada tahun 2019. Penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Kembang Janggut, Berijazah tahun 2022. Pendidikan tinggi dimulai pada tahun 2022 pada Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda Program Studi Agroteknologi dengan Konsentrasi Kelapa Sawit. Dari tanggal 1-31 Agustus 2025 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Makroman Kecamatan Sambutan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Kemudian pada tanggal 14 Oktober 2025 sampai 14 Desember 2025 penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT.PP London Sumatra Indonesia TBK. Desa Tanjung Isuy Kecamatan Jempang Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur.

ABSTRAK

Aditya Junsel, Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Tahap Pembibitan Terhadap Aplikasi Abu Boiler Dan Kombinasi Pupuk Tunggal, dibawah bimbingan Akhmad Sopian dan Mahdalena.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui respon pemberian abu boiler dan pupuk tunggal serta interaksi kedua perlakuan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan April sampai Juli 2026, bertempat di lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda, Jalan Wahid Hasyim, Kelurahan Sempaja, Kecamatan Samarinda Utara, Kalimantan Timur.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah Abu Boiler (A) yang terdiri dari 4 taraf yaitu, A0 (Kontrol), A1 (20 g/polybag), A2 (30 g/polybag), A3 (40 g/polybag), faktor kedua adalah Pupuk Tunggal (T) yang terdiri dari 4 taraf yaitu, T0 (Kontrol), T1 (2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag), T2 (5 g Urea, 5 g SP-36, 23 g KCl/polybag), T3 (8 g Urea, 8 g SP-36, 26 g KCl/polybag). Variabel pengamatan yaitu, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah helai daun dan diameter batang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu Boiler memberikan hasil berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang umur 12 MST dengan dosis terbaik 20 g/polybag. Pupuk Tunggal memberikan hasil berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah helai daun dan diameter batang umur 8 dan 12 MST dengan dosis terbaik 2 g Urea, 2 g SP-36, dan KCl 20 g/polybag. Sedangkan pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal tidak berpengaruh nyata pada semua parameter yang diamati.

Kata Kunci: *Abu Boiler, Kelapa Sawit, Pupuk Tunggal*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan bimbingan-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan serta penyusunan skripsi yang berjudul **“Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Pada Tahap Pembibitan Terhadap Aplikasi Abu Boiler Dan Kombinasi Pupuk Tunggal”**.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Orang Tua serta keluarga yang tidak hentinya memberikan dukungan baik secara materi maupun moril kepada penulis, tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Husaini Usman, M. Pd., M.T Sebagai Rektor Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda Kalimantan Timur.
2. Dr. Akhmad Sopian, SP., MP. Selaku Wakil Rektor Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda sekaligus dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan senantiasa meluangkan waktunya dalam membimbing, membantu dan memberikan dorongan serta saran dengan penuh ketulusan, rasa sabar dan ikhlas sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Iin Arsensi, SP., MP., IPM selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda.
4. Mahdalena, SP., MP. Selaku wakil Dekan Fakultas Pertanian dan dosen pembimbing 2 yang penuh kesabaran, perhatian dan terus memberikan motivasi serta bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
5. Asiah Wati, SP., MP. Selaku Ketua Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda.
6. Hj. Purwati, SP., MP. Sebagai dosen penguji I yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
7. Hamidah, SP., MP. Sebagai dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.

8. Seluruh dosen pengajar, staf administrasi yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
9. Teman-teman seangkatan di Jurusan Agroteknologi yang telah membantu penulis selama penyusunan.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu yang turut membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak mengandung kekurangan dan kekeliruan, maka penulis sangat mengharapkan masukan, baik berupa saran ataupun kritik untuk penyusunan yang lebih sempurna. Penulis berharap kiranya proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak yang memerlukan.

Samarinda, Agustus 2026

Aditya Junsel
2254211004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error!
Bookmark not defined.	
SURAT LULUS PENDADARAN.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Hipotesis.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tanaman Kelapa Sawit.....	5
2.2 Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit.....	5
2.3 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit.....	5
2.3.1 Akar.....	6
2.3.2 Batang.....	6
2.3.3 Daun.....	7
2.3.4 Bunga.....	7
2.3.5 Buah.....	8
2.4 Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit.....	8

2.4.1 Curah Hujan.....	8
2.4.2 Suhu Dan Ketinggian Tempat.....	9
2.4.3 Tanah	9
2.5 Abu Boiler Kelapa Sawit.....	10
2.6 Manfaat Dan Kandungan Abu Boiler Kelapa Sawit.....	11
2.7 Pupuk Anorganik	11

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15
3.4.1 Persiapan Lahan dan Naungan	15
3.4.2 Persiapan Bibit Kelapa Sawit	15
3.4.3 Persiapan Abu Boiler	15
3.4.4 Persiapan Media Tanam.....	15
3.4.5 Aplikasi Abu Boiler	16
3.4.6 Penanaman Bibit.....	16
3.4.7 Aplikasi Pupuk Tunggal	16
3.4.8 Pemeliharaan	16
3.5 Parameter Pengamatan	17
3.5.1 Tinggi Tanaman (cm).....	17
3.5.2 Jumlah Daun (helai).....	17
3.5.3 Diameter Batang (mm)	17
3.5.4 Pengambilan Sampel Tanah.....	17
3.6 Analisis data	18

IV. HASIL DAN ANALISIS

4.1 Tinggi Tanaman	20
4.1.1 Tinggi Tanaman (cm) 4 MST	20

4.1.2 Tinggi tanaman (cm) 8 MST	20
4.1.3 Tinggi tanaman (cm) 12 MST	21
4.2 Jumlah Daun	22
4.2.1 Jumlah Daun (helai) 4 MST	22
4.2.2 Jumlah Daun (helai) 8 MST	22
4.2.3 Jumlah Daun (helai) 12 MST	23
4.3 Diameter Batang	24
4.3.1 Diameter Batang (mm) 4 MST	24
4.3.2 Diameter Batang (mm) 8 MST	24
4.3.3 Diameter Batang (mm) 12 MST	25
 V. PEMBAHASAN	
5.1 Respon Pemberian Abu Boiler Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit.....	27
5.2 Pengaruh Pemberian Pupuk Tunggal (Urea, SP-36, dan KCl) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit.....	29
5.3 Interaksi Pemberian Abu boiler dan Pupuk tunggal (Urea, SP-36, dan KCl).....	31
 VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	34
6.2 Saran	34
 DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	39
GAMBAR	48

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Kombinasi Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Tunggal Terhadap Bibit Kelapa Sawit	15
2.	Sidik Ragam RAK Faktorial	18
3.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman 4 MST	20
4.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman 8 MST	20
5.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman 12 MST	21
6.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Jumlah Daun 4 MST	22
7.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Jumlah Daun 8 MST	22
8.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Jumlah Daun 12 MST	23
9.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Diameter Batang 4 MST	24
10.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Diameter Batang 8 MST	24
11.	Hasil Pengamatan Terhadap Rata-rata Diameter Batang 12 MST	25

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Deskripsi Tanaman Kelapa Sawit Varietas DXP Bah Lias 1/Lonsum	40
2.	Layout Penelitian	41
3.	Jadwal Penelitian.....	42
4.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman 4 MST	43
5.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman 8 MST	43
6.	Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman 12 MST	43
7.	Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun 4 MST	44
8.	Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun 8 MST	44
9.	Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun 12 MST	44
10.	Hasil Sidik Ragam Diameter Batang 4 MST	45
11.	Hasil Sidik Ragam Diameter Batang 8 MST	45
12.	Hasil Sidik Ragam Diameter Batang 12 MST	45
13.	Rekapitulasi Hasil Pengamatan Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Terhadap Abu Boiler dan Pupuk Tunggal	46
14.	Kriteria Sifat Kimia Tanah	47
15.	Hasil Analisis Sampel Tanah.....	48
16.	Perbandingan Hasil Laboratorium Tanah.....	49

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Dosis Abu Boiler dan Pengaplikasian	51
2.	Dosis Pupuk Tunggal dan Pengaplikasian	52
3.	Pengambilan Data	53
4.	Pemeliharaan Tanaman	54
5.	Tanaman Tertinggi Pada Perlakuan Abu Boiler	55
6.	Tanaman Tertinggi Pada Perlakuan Pupuk Tunggal.....	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas strategis di Indonesia yang berperan penting dalam meningkatkan perekonomian nasional. Selain mampu menyerap tenaga kerja sekitar 16 juta orang secara langsung maupun tidak langsung, sektor ini juga menjadi penyumbang devisa negara yang signifikan, dengan rata-rata nilai ekspor mencapai US\$ 22–23 miliar per tahun. Bahkan pada tahun 2023, kontribusi devisa dari sektor kelapa sawit diperkirakan mencapai sekitar Rp 600 triliun (Kusuma *et al.*, 2023). Sejalan dengan tingginya kontribusi tersebut, luas areal perkebunan kelapa sawit terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2022, luas perkebunan kelapa sawit tercatat mencapai 15,38 juta hektare dan meningkat menjadi 16,38 juta hektare pada tahun 2023 (Bahtera *et al.*, 2025). Peningkatan luas areal ini menunjukkan bahwa pengelolaan budidaya yang efektif menjadi faktor kunci dalam menjaga produktivitas dan keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Produktivitas kelapa sawit tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik, tetapi juga oleh aspek teknis budidaya, terutama pada tahap pembibitan. Tahap pembibitan merupakan fase krusial karena menentukan kualitas pertumbuhan tanaman di lapangan. Media tanam memegang peranan penting sebagai substrat tumbuh yang menyediakan unsur hara, air, serta ruang bagi perkembangan akar (Febriani *et al.*, 2021). Media tanam yang ideal harus memiliki sifat fisik, kimia, dan biologi yang baik agar mampu mendukung ketersediaan unsur hara secara optimal (Kusuma *et al.*, 2023). Namun demikian, penggunaan lapisan tanah atas (topsoil) secara terus-menerus sebagai media pembibitan dapat menurunkan kualitas dan status kesuburan tanah. Oleh karena itu, pemanfaatan lapisan tanah bawah (subsoil) yang dikombinasikan dengan bahan organik atau amelioran menjadi alternatif untuk meningkatkan kesuburan media tanam dan pertumbuhan bibit kelapa sawit (Rosman *et al.*, 2019).

Salah satu bahan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai amelioran adalah abu boiler yang dihasilkan dari industri pengolahan kelapa sawit.

Abu boiler mengandung berbagai unsur mineral yang bermanfaat bagi tanaman, antara lain silikon dioksida (58,02%), aluminium oksida (8,7%), besi oksida (2,6%), kalsium oksida (12,65%), magnesium oksida (4,23%), natrium oksida (0,41%), kalium oksida (0,72%), serta kandungan air sekitar 1,97% (Naim & Rinaldi, 2023). Kandungan kalsium dan magnesium yang cukup tinggi menjadikan abu boiler berpotensi sebagai amelioran untuk memperbaiki sifat kimia tanah, khususnya pada tanah masam. Selain itu, pemanfaatan abu boiler juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan karena dapat mengurangi limbah industri dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Berdasarkan Penelitian (Astianto *et al.*, 2012) pemberian abu boiler terhadap bibit kelapa sawit meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, dan pertambahan jumlah daun, pemberian Abu Boiler yang terbaik adalah 29 gram/polybag.

Pupuk anorganik tunggal merupakan pupuk yang hanya mengandung 1 unsur hara tertentu saja. Penggunaan pupuk anorganik tunggal memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan pupuk anorganik majemuk yakni cepat larut sehingga dapat mengurangi pencucian hara serta cocok sebagai tambahan hara pada tanaman menghasilkan. Pupuk anorganik tunggal dapat diaplikasikan satu kali dan dapat digunakan pada semua jenis tanaman pada berbagai kondisi lahan, iklim dan lingkungan. Penggunaan pupuk ini menjamin diterapkannya teknologi pemupukan berimbang, sehingga dapat meningkatkan produksi dan mutu hasil pertanian. Pupuk anorganik tunggal memiliki beberapa keuntungan yakni sifatnya yang cepat larut sehingga mengurangi pencucian unsur hara dan membuatnya cocok sebagai unsur hara tambahan bagi tanaman. Pupuk anorganik tunggal dapat digunakan pada berbagai tanaman termasuk kelapa sawit, serta dapat digunakan pula pada berbagai kondisi tanah, iklim dan lingkungan dikarenakan memiliki kandungan unsur hara yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Maryani *et al.*, 2024).

Berdasarkan Penelitian (Loso & Kriswantoro, 2025) pemberian pupuk Urea terhadap bibit kelapa sawit meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah pelepah daun, pemberian pupuk Urea yang terbaik adalah 5 gram/polybag.

Berdasarkan Penelitian (Purba *et al.*, 2023) pemberian pupuk SP-36 terhadap bibit kelapa sawit meningkatkan diameter batang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas daun pemberian pupuk SP-36 yang terbaik adalah 5 gram/polybag.

Berdasarkan Penelitian (Telaumbanua *et al.*, 2023) pemberian pupuk KCl terhadap bibit kelapa sawit meningkatkan diameter batang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas daun pemberian pupuk KCl yang terbaik adalah 23 gram/polybag.

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan abu boiler yang dikombinasikan dengan pupuk tunggal pada media tanam perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai alternatif media tanam yang lebih efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan dalam mendukung peningkatan kualitas bibit kelapa sawit.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan abu boiler terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada media tanam.
2. Mengetahui pengaruh pemberian pupuk tunggal terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada media tanam.
3. Mengetahui interaksi antara abu boiler dan pupuk tunggal terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.
4. Menentukan kombinasi dosis abu boiler dan pupuk tunggal terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan.

1.3 Hipotesis

1. Diduga pemberian dosis Abu boiler 29 g/polybag memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Diduga Pemberian pupuk Tunggal Urea dengan dosis 5 g/polybag, SP-36 dengan dosis 5 g/polybag, dan KCl dengan dosis 23 g/polybag memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit
3. Diduga adanya interaksi antara abu boiler dan pupuk Tunggal terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh penambahan abu boiler dan pupuk tunggal terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).
2. Menjadi bahan pertimbangan bagi pengelola pembibitan kelapa sawit dalam pemanfaatan abu boiler dan pupuk tunggal untuk meningkatkan pertumbuhan bibit.
3. Mendukung pemanfaatan limbah abu boiler sebagai bahan media tanam yang bernilai guna dan ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan golongan famili Palmaceae. Indonesia menyumbang 48% produksi CPO internasional (Nasamsir & Romadoni, 2020). Tanaman kelapa sawit merupakan bahan baku penghasil minyak nabati yang memiliki banyak manfaat sebagai minyak makan, minyak industri dan biodiesel/bahan bakar nabati (Permana *et al.*, 2024).

Kelapa sawit merupakan tanaman dari Famili Palmae. Brazil merupakan tempat pertama kali penghasil minyak nabati ini tumbuh. kemudian tanaman ini menyebar ke Amerika Equatorial, Afrika, Pasifik Selatan dan Asia Tenggara. Benih kelapa sawit pertama kali yang ditanam di Indonesia tahun 1984 berasal dari Mauritius, afrika. pada tahun 1911 tepatnya Tanah itam, Hulu Sumatera Utara Perkebunan kelapa sawit pertama dibangun oleh Schadt Jerman (Fauzi *et al.*, 2012).

2.2 Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit

Sistematika tanaman kelapa sawit adalah sebagai berikut (Suriana, 2019):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Embryophyta Shiponagama
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Arecales
Famili	: Arecales
Subfamili	: Cocoideae
Genus	: Elaeis
Species	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq
Varietas	: DxP Bah Lias 1/Lonsum

2.3 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan terdiri dari dua jenis yang umum ditanam, yaitu *E. guineensis* dan *E. oleifera*. Antara kedua jenis tersebut memiliki fungsi dan kelebihan di dalamnya. Jenis *E. guineensis*

memiliki produksi yang sangat tinggi sedangkan *E. oleifera* memiliki tinggi tanaman yang rendah (Tarigan, 2019).

2.3.1 Akar

Akar berfungsi untuk menunjang struktur batang di atas tanah, menyerap air dan unsur-unsur hara dari dalam tanah, serta sebagai salah satu alat respirasi. Sistem perakaran kelapa sawit merupakan sistem akar serabut, terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, dan kuarternier (Pahan, 2008)

Tanaman kelapa sawit termasuk kedalam tanaman berbiji satu (monokotil) yang memiliki akar serabut. Saat awal perkecambahan, akar pertama muncul dari biji yang berkecambah (radikula). Setelah itu, radikula akan mati dan membentuk akar pertama. Selanjutnya, akar primer akan membentuk akar sekunder, tersier, dan kuartier. Perakaran kelapa sawit yang telah terbentuk sempurna umumnya memiliki akar primer dengan diameter 6-10 mm, akar sekunder 2-4 mm, tersier 0,7-1,2 mm dan kuartener 0,2-0,8 mm (Rahmawati, 2023).

2.3.2 Batang

Tanaman kelapa sawit umumnya memiliki batang yang tidak bercabang, pertumbuhan awal setelah fase muda terjadi pembentukan batang yang melebar tanpa terjadi pemanjangan internodia. Titik tumbuh batang kelapa sawit hanya satu, terletak di pucuk batang, terletak di dalam tajuk daun, berbentuk seperti kubis, Pada batang terdapat pangkal pelepah-pelepah daun yang melekat kukuh dan sukar terlepas, walaupun daun telah kering dan mati (Satria *et al.*, 2015).

Batang kelapa sawit berbentuk slinder dengan diameter sekitar 20-75 cm. Tinggi batang bertambah sekitar 45-60 cm per tahun (tergantung varietas). Umur ekonomis tanaman sangat dipengaruhi oleh pertambahan tinggi batang per tahun. Semakin rendah pertambahan tinggi batang semakin panjang umur ekonomis tanaman. Batang diselimuti oleh pangkal pelepah daun tua sampai kira-kira umur 11-15 tahun (Pahan, 2008). Tinggi maksimum batang tanaman kelapa sawit yang ditanam diperkebunan antara 15-18 m sedangkan yang di alami mencapai 30 m (Sarwono *et al.*, 2018)

2.3.3 Daun

Seperti tanaman palma lainnya daun kelapa sawit merupakan daun majemuk. Daun berwarna hijau tua dan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya sangat mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam. bentuk daunnya menyirip, tersusun rozet pada ujung batang (Hadi, 2004). Biasanya tanaman kelapa sawit memiliki 40 hingga 55 daun, jika tidak dipangkas dapat mencapai 60 daun. Tanaman kelapa sawit tua membentuk 2-3 daun setiapbulannya. Sedangkan yang lebih muda menghasilkan 3-4 daun perbulan. Produksi daun ini dipengaruhi oleh faktor umur, lingkungan, musim, iklim, dan genetik. Produksi daun meningkat hingga umur 6-7 tahun, kemudian menurun pada usia 12 tahun, selanjutnya produksi daun tetap berkisar antara 22-24 daun pertahun (Hadi, 2004).

Daun tanaman kelapa sawit memiliki karakteristik yang membentuk komposisi daun majemuk, genap, dan sejajar dengan tulang. Daun kelapa ditopang oleh pelepah dengan panjang sekitar 9 meter. Jumlah anak daun di masing-masing pelepah sekitar 250-300 helai sesuai dengan jenis tanaman kelapa sawit, Daun muda yang masih kuncup berwarna kuning pucat. Pelepah duduk pada batang yang tersusun dalam susunan yang melingkari batang dan membentuk spiral (Tarigan, 2019).

2.3.4 Bunga

Kelapa sawit merupakan tanaman monoecious (berumah satu). Artinya, bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu pohon. Rangkaian bunga jantan terpisah dengan rangkaian bunga betina. Walaupun demikian, kadang-kadang dijumpai juga bunga jantan dan betina pada satu tandan (hermafrodit). Umumnya tanaman kelapa sawit melakukan penyerbukan silang. Bunga muncul dari ketiak daun dan setiap daun hanya dapat menghasilkan satu infloresen (bunga majemuk). Beberapa bakal infloresen biasanya gugur pada fase-fase awal perkembangan sehingga pada individu tanaman terlihat beberapa ketiak daun tidak menghasilkan infloresen (Pahan, 2008).

Tandan bunga jantan dibungkus oleh seludang bunga dan akan pecah jika akan anthesis. Tiap tandan memiliki 100-250 spi-kelet yang panjangnya 10-20 cm dengan diameter 1-1,5 cm. Tiap spikelet berisi 500-1500 bunga kecil yang berwarna kuning pucat dan bunga jantan akan matang dimulai dari bagian sebelah bawah. Tandan bunga yang sedang anthesis berbau khas. Tiap tandan bunga jantan, sesuai dengan umurnya dapat menghasilkan tepungsari sebanyak 25-60 gram dan jumlah ini dihasilkan dalam waktu 2-3 hari. Setelah anthesis selesai seluruhnya tandan bunga akan berwarna agak abu-abu karena ditumbuhi cendawan (Sulardi, 2022).

2.3.5 Buah

Secara botani, buah kelapa sawit digolongkan sebagai buah drope yang terdiri dari pericarp yang terbungkus oleh eksocarp. Buah kelapa sawit tersusun dari kulit buah yang licin dan keras (epicarp), daging buah (mesocarp) dari susunan serabut (fibre) dan mengandung minyak, kulit biji (endocarp) atau cangkang yang berwarna hitam dan keras, daging biji (endosperm) yang berwarna putih dan mengandung minyak serta lembaga (Satria *et al.*, 2015).

Buah (brondolan) terkumpul di dalam tandan. Dalam satu tandan terdapat sekitar 1.600 brondolan. Tanaman muda akan menghasilkan 20-22 tandan per tahun. Jumlah tandan buah pada tanaman tua sekitar 12-14 tandan per tahun. Berat setiap tandan sekitar 25-35 kg (Pahan, 2008).

2.4 Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit

2.4.1 Curah Hujan

Jumlah curah hujan yang baik adalah 2000-2500 mm/tahun, tidak mempunyai defisit air dan hujan relatif merata sepanjang tahun. Kebutuhan tanaman kelapa sawit yang efektif adalah 1300-1500 mm/tahun. Karenanya jumlah curah hujan yang kurang dari 2000 mm/tahun masih tetap baik bagi tanaman kelapa sawit sepanjang tidak ada defisit air 250 mm. Curah hujan yang jumlahnya 9 lebih dari 2500 mm juga tetap baik selama hari hujan tidak lebih dari 180 hari dalam setahun (Suriana, 2019).

Menurut (Rafiiq, 2022) menganalisis variabilitas curah hujan di Kalimantan Timur dengan menggunakan data harian dari Stasiun Meteorologi Sepingga dan Tumenggung selama periode 2001–2020. Hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan di Kalimantan Timur berada pada kisaran 2.000–3.000 mm per tahun, dengan variasi spasial yang cukup signifikan antarwilayah. Secara bulanan, pola curah hujan didominasi oleh pergerakan *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) dengan siklus sekitar enam bulan. Pada skala harian, variabilitas curah hujan dipengaruhi oleh fenomena atmosfer regional seperti *Boreal Summer Intraseasonal Oscillation* (BSISO) dan *Madden–Julian Oscillation* (MJO), sedangkan pada skala tahunan lebih banyak ditentukan oleh fenomena iklim global seperti *Indian Ocean Dipole* (IOD), La Niña, dan La Niña Modoki. Kompleksitas faktor pengendali ini menjadikan Kalimantan Timur sebagai wilayah dengan dinamika iklim yang tinggi.

2.4.2 Suhu Dan Ketinggian Tempat

Menurut (Tarigan, 2019), Pengembangan tanaman kelapa sawit yang sesuai sekitar 15°LU-15°LS. Suhu yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kelapa sawit adalah 24-28°C. Namun kelapa sawit masih dapat tumbuh pada suhu terendah 18°C dan suhu tertinggi 32°C. Untuk ketinggian perkebunan kelapa sawit yang baik berkisar antara 0-400 m di atas permukaan laut. Apabila ketinggian perkebunan kelapa sawit diatas 500 m diatas permukaan laut, maka pertumbuhannya akan sedikit terhambat.

2.4.3 Tanah

Tanaman kelapa sawit menghendaki tanah yang subur dengan kondisi fisik yang baik yakni gembur, subur, drainase baik, permeabilitas sedang, dan solum tanah dalam, serta pada kedalaman sekitar 80 cm tanpa lapisan cadas. Tanah yang selalu tergenang air tidak disukai karena kelapa sawit membutuhkan banyak oksigen untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Kelapa sawit dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah seperti podsolik, latosol, hidromorfik kelabu, regosol, dan aluvial. Tanah-tanah gambut juga dapat ditanami kelapa sawit asalkan ketebalan gambutnya tidak lebih dari satu

meter dan sudah tua. Tanaman kelapa sawit sebaiknya ditanam pada lahan dengan kemiringan 0° - 12° (Satria *et al.*, 2015). Menurut (Suriana, 2019) Kelapa sawit tumbuh pada beberapa jenis tanah seperti Podsolik, Latosol, Hidromorfik kelabu, Regosol, Andosol dan Alluvial. Sifat fisik tanah yang baik untuk kelapa sawit antara lain:

- a. Solum yang dalam, lebih dari 80 cm. Solum yang tebal akan merupakan media yang baik bagi perkembangan akar sehingga efisiensi penyerapan hara tanaman akan lebih baik.
- b. Tekstur lempung atau lempung berpasir dengan komposisi 20- 60% pasir, 10-40% lempung dan 20-50% liat.
- c. Struktur, perkembangan kuat, konsentrasi gembur sampai agak teguh dan permeabilitas sedang.

Sifat kimia tanah yang dikehendaki adalah:

- a) pH 4,0-6,0 dan yang terbaik pH 5,0-5,5
- b) C/N mendekati 10 dimana C = 10% dan N = 0,1 %
- c) Kapasitas tukar Mg = 0,4 – 1,0 me/100 gram
- d) Kapasitas tukar Mg, Mg^{2+} dan K^{+} masih berada dalam batas normal

2.5 Abu Boiler Kelapa Sawit

Abu boiler merupakan hasil pembakaran tandan kosong kelapa sawit, cangkang dan serat sawit dalam ketel dengan suhu yang sangat tinggi yaitu $800 - 900^{\circ}\text{C}$. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa abu boiler mengandung berbagai unsur hara seperti nitrogen (N), P_2O_5 (P), K_2O (K) dan magnesium (Mg). Hal ini sejalan dengan pendapat (Lumbanraja *et al.*, 2024) bahwa abu boiler pada dasarnya hanya mengandung sangat sedikit nutrisi tanaman, oleh karenanya tidak dapat digolongkan atau disebut sebagai pupuk melainkan hanya sebagai bahan amandemen tanah, bahkan tidak jarang dibiarkan terbuang begitu saja. Meski dalam kadar yang sangat kecil, diketahui bahwa dalam bahan limbah ini masih mengandung unsur-unsur basa seperti K, Ca, Mg. Kehadiran unsur-unsur basa pada abu boiler ini menjadikan bahan ini mempunyai tingkat pH yang cukup tinggi, sehingga jika dicampurkan ke dalam tanah, akan dapat menurunkan kemasaman tanah dengan meningkatkan pH tanah tersebut. Hasil penelitian

(Arianzi *et al.*, 2014) menjelaskan bahwa abu boiler memiliki kandungan 30 – 40% K₂O, 7% P₂O₅, 9% CaO dan 3% MgO. Selain itu, abu boiler juga bersifat basa dan cocok bagi jenis tanah yang masam dalam hal budidaya tanaman.

2.6 Manfaat Dan Kandungan Abu Boiler Kelapa Sawit

Abu boiler yang bersifat basa berpotensi dimanfaatkan untuk memperbaiki kondisi tanah dengan pH masam. Material ini mengandung berbagai mineral anorganik serta unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan. Selain itu, nilai pH abu boiler yang relatif tinggi menjadikannya efektif sebagai bahan amelioran, terutama untuk meningkatkan pH tanah Ultisol yang umumnya bersifat asam.

Abu boiler mengandung oksida-oksida dalam jumlah yang cukup tinggi, dan hidrolisis oksida-oksida tersebut akan membentuk basa-basanya. Ionisasi basa-basa tersebut akan menghasilkan ion OH⁻ yang dapat meningkatkan pH abu boiler. Peningkatan nilai pH tanah disebabkan karena Abu boiler yang diaplikasikan, merupakan bahan basa dengan pH 9.9. Pemberian perlakuan Abu boiler tampak nyata terhadap nilai pH tanah pada 2 minggu setelah pengaplikasian (Syarief *et al.*, 2020).

2.7 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia. Pupuk anorganik dapat dibedakan menjadi pupuk tunggal, pupuk majemuk dan pupuk lengkap. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya memiliki satu macam hara, misalnya pupuk urea yang mengandung unsur N, pupuk SP-36 yang mengandung unsur P, dan pupuk KCl yang mengandung unsur K. Pupuk majemuk adalah pupuk yang memiliki kandungan lebih dari satu atau beberapa unsur hara, misalnya N+K, N+P, N+P+K, dan sebagainya. Sedangkan pupuk lengkap adalah pupuk yang mengandung unsur hara makro dan mikro (Lestari, 2009).

Pupuk anorganik pada umumnya mempunyai kandungan unsur hara yang tinggi, praktis dalam pemakaian, dan mudah dalam menentukan dosisnya. Kekurangan dari pupuk ini yaitu dapat menurunkan sifat fisik,

kimia, dan biologi tanah apabila diberikan secara terus-menerus dengan dosis yang berlebihan (Lingga, 2001). Penurunan sifat kimia dapat terjadi diantaranya karena keasaman tanah akibat penggunaan pupuk nitrogen buatan dalam jumlah besar secara terus-menerus. Penurunan sifat fisik tanah dapat diakibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah ini dapat terjadi akibat pengelolaan tanah yang salah atau penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus. Penurunan sifat biologi tanah ditandai oleh penyusutan populasi mikroorganisme tanah (Muslih & Iswarini, 2022).

Unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman adalah nitrogen yang terdapat pada pupuk urea. Unsur ini sangat diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk urea mengandung kadar nitrogen (N) sekitar 46 % dan sangat bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit. (Maryani *et al.*, 2024) menyatakan unsur N yang terkandung dalam pupuk urea akan dimanfaatkan secara optimal oleh klorofil yang terdapat pada daun bibit tanaman bagi proses pembentukan fotosintesis. Jika proses fotosintesis pada daun tanaman semakin meningkat maka hasilnya akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Berdasarkan hasil penelitian (Nasution *et al.*, 2019), menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk Urea (N) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti: diameter bonggol, lebar dan jumlah daun, volume akar serta berat basah tanaman pada bibit tanaman kelapa sawit.

Unsur fosfor (P) merupakan salah satu yang sangat esensial dibutuhkan tanaman. Unsur fosfor (P) bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda (Septiawan *et al.*, 2018). Selain berperan dalam perkembangan sistem perakaran, fosfor juga memiliki peranan penting dalam proses pembelahan sel, pembentukan bunga dan buah, serta transfer energi di dalam tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup dapat membantu tanaman dalam membentuk sistem perakaran yang lebih baik sehingga penyerapan air dan unsur hara dari dalam tanah dapat berlangsung secara optimal. Oleh karena itu, kecukupan unsur fosfor

dalam tanah sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Unsur kalium (K) juga sangat penting bagi tanaman. Fungsi utama kalium adalah sebagaikatalisator (pendorong dan mempercepat reaksi–reaksi biokimia), mengatur kegiatan fotosintesis,transpirasi, serta reaksi biokimia dalam daun dan titik tumbuh (Muslih & Iswarini, 2022). Peran utama K bagi tanaman adalah sebagai kofaktor enzim, membantu penyerapan air dan unsur hara tanaman serta membantu transportasi hasil asimilasi dari daun ke jaringan tanaman (Maryani *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil penelitian (Septiawan *et al.*, 2019) menunjukkan bahwa interaksi pemberian pupuk anorganik tunggal KCl (Kalium) dengan dosis 0.825 g/tanaman memberikan hasil yang baik pada parameter pertambahan tinggi tanaman, pertumbuhan diameter bonggol dan pertambahan panjang pelepah daun.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda Jalan Wahid Hasyim, Gang Kampus Biru, Kelurahan Sempaja, Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, mulai dari bulan April 2026 sampai dengan Juli 2026, terhitung mulai dari persiapan hingga pengambilan data.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Parang, cangkul, gembor, jangka sorong, timbangan digital, alat tulis, kamera hand phone, meteran, spidol, sarung tangan dan terpal

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Stik es krim, taglabel, bibit kelapa sawit umur 3 bulan dengan rata-rata tinggi tanaman 23 cm varietas (D x P) Lonsum Bah Lias 1, Abu Boiler, Pupuk Tunggal, kayu, paranet, dan polybag ukuran 30 cm x 30 cm.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas dua faktor perlakuan. Secara keseluruhan terdapat $4 \times 4 = 16$ kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 48 satuan percobaan.

Faktor pertama adalah Abu Boiler (A) terdiri atas 4 taraf, yaitu:

A0: Kontrol (tanpa abu boiler)

A1: 20 g/polybag

A2: 30 g/polybag

A3: 40 g/polybag

Faktor kedua adalah kombinasi Pupuk Tunggal (T) yang terdiri atas 4 taraf, yaitu:

T0: Kontrol (tanpa pupuk)

T1 = 2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag

T2 = 5 g Urea, 5 g SP-36, dan 23 g KCl/polybag

T3 = 8 g Urea, 8 g SP-36, dan 26 g KCl/polybag

Tabel 1. Kombinasi Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Tunggal Terhadap Bibit Kelapa Sawit

Perlakuan	T0	T1	T2	T3
A0	A0T0	A0T1	A0T2	A0T3
A1	A1T0	A1T1	A1T2	A1T3
A2	A2T0	A2T1	A2T2	A2T3
A3	A3T0	A3T1	A3T2	A3T3

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Lahan dan Naungan

Lahan yang digunakan sebagai tempat penelitian dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran dan gulma serta diratakan dengan cangkul, lalu Pembuatan naungan menggunakan paranet dan kayu sebagai kerangka naungan dengan ketinggian 2 m dari permukaan tanah. Adapun tujuan pembuatan naungan sebagai peneduh untuk melindungi bibit kelapa sawit dari sinar matahari langsung, menahan air hujan langsung agar tidak langsung merusak bibit dan mencegah dari serangan hama pengganggu.

3.4.2 Persiapan Bibit Kelapa Sawit

Bibit kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini yaitu bibit yang di produksi pada PT. Tonar Krewat dengan umur 3 bulan dengan rata-rata tinggi 23 cm varietas Lonsum (London Sumatra)

3.4.3 Persiapan Abu Boiler

Abu boiler yang digunakan pada penelitian ini didapat dari PT. Rea Kaltim Plantations. Sebelum di aplikasikan abu boiler di jemur hingga kering selama 2-3 hari.

3.4.4 Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman kelapa sawit adalah tanah lapisan atas yang ada ditempat penelitian. Setelah tanah disiapkan langkah selanjutnya media tanah dicampurkan dengan abu boiler

dengan dosis 20 g/polybag untuk perlakuan A1, 30 g/polybag untuk perlakuan A2, dan 40 g/polybag untuk perlakuan A3. Setelah semua bahan tercampur media tanam di masukan kedalam polybag ukuran 30 cm x 30 cm

3.4.5 Aplikasi Abu Boiler

Aplikasi Abu boiler hanya satu kali yaitu dicampur dengan tanah pada polybag dengan dosis yang telah ditentukan yaitu tanpa perlakuan Abu boiler (A0) pemberian Abu boiler 20 g/polybag (A1), 30 g/polybag (A2), dan 40 g/polybag (A3) dengan dicampur tanah pada setiap satuan percobaan dengan dosis masing-masing taraf perlakuan.

3.4.6 Penanaman bibit

Bibit yang sudah di siapkan lalu ditanam pada polybag ukuran 30x30 dengan berat tanah pada polybag 5 kg.

3.4.7 Aplikasi Pupuk Tunggal

Aplikasi pupuk tunggal dilakukan sesuai dengan dosis perlakuan yang telah ditetapkan. Perlakuan T0 merupakan kontrol tanpa pemberian pupuk tunggal. Perlakuan T1: diberikan Pupuk Tunggal dengan dosis Urea: 2 g/polybag, SP-36: 2 g/polybag, KCl: 20 g/polybag = 24 g yang digabungkan lalu di bagi tiga untuk tiga kali pengaplikasian, dengan satu kali pengaplikasian 8 g/polybag, yaitu pada umur 3, 6, dan 9 minggu setelah tanam (MST) dengan cara dibenamkan ke dalam media tanam di sekitar tanaman. Perlakuan T2 diberikan pupuk tunggal dengan dosis Urea: 5 g/polybag, SP-36: 5 g/polybag, KCl: 23 g/polybag = 33 g yang digabungkan lalu di bagi tiga untuk tiga kali pengaplikasian, dengan satu kali pengaplikasian 11 g/polybag, yaitu pada umur 3, 6, dan 9 MST dengan cara dibenamkan ke dalam media tanam di sekitar tanaman. Perlakuan T3 diberikan pupuk tunggal dengan dosis Urea: 8 g/polybag, SP-36: 8 g/polybag, KCl: 26 g/polybag = 42 g yang digabungkan lalu di bagi tiga untuk tiga kali pengaplikasian, dengan satu kali pengaplikasian 14 g/polybag, yaitu pada umur 3, 6, dan 9 MST dengan cara dibenamkan ke dalam media tanam di sekitar tanaman.

3.4.8 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dan penyiangan gulma

1. Penyiraman dilakukan satu kali sehari (pagi atau sore), sesuai kondisi media tanam.
2. Penyiangan gulma dilakukan apabila ada gulma yang tumbuh, baik didalam polybag maupun diantara polybag, dilakukan secara manual dengan cara mencabut rumput yang ada didalam dan disekitar tanaman.

3.5 Parameter Pengamatan

Adapun parameter yang diamati meliputi pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, diameter batang tanaman dan data pengamatan diuji menggunakan sidik ragam RAK Faktorial.

3.5.1 Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang bawah yang telah diberi tanda menggunakan kayu stik eskrim sampai pucuk tanaman. Pengukuran menggunakan meteran dilakukan pada umur 4, 8, 12 minggu setelah tanam (MST).

3.5.2 Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang terbentuk dan telah membuka sempurna pada tanaman dan dilakukan pada umur 4, 8, 12 minggu setelah tanam (MST)

3.5.3 Diameter Batang (mm)

Pengukuran diameter batang menggunakan jangka sorong pada pangkal batang yang telah diberi tanda menggunakan kayu stik eskrim yang ditancapkan didekat batang tanaman dan dilakukan pada umur 4, 8, 12 minggu setelah tanam (MST).

3.5.4 Pengambilan Sampel Tanah

Sebelum pelaksanaan penelitian, dilakukan analisis awal kimia tanah. Sampel tanah diambil secara komposit dari media yang akan digunakan, kemudian dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mulawarman,

Analisis tanah juga di lakukan untuk perlakuan A3T3. Adapun parameter kimia tanah meliputi: pH, C organik, N, P2O5, K2O, dan KTK.

3.6 Analisis data

Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam RAK Faktorial. Apabila terdapat pengaruh pada sidik ragam maka di lakukan uji lanjut menggunakan Uji BNT pada taraf 5% untuk membandingkan dua rata-rata perlakuan.

Tabel 1. Sidik Ragam RAK Faktorial

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Kel	r-1	JK Kel	JK Kel/DB Kel	KT Kel/KT G		
A	A-1	JK A	JK A/DB A	KT A/KT G		
T	T-1	JK T	JK T/DB T	KT T/KT G		
AXT	(A-1)*(T-1)	JK JK AXT	JK AXT/DB PXN	KT AXT/KT G		
Galat	(A*T)*(r-1)	JK Galat	JK G/DB G			
Total	(A*T*r)-1	JK Total				

Rumus yang digunakan untuk uji lanjut dengan uji BNT pada taraf 5% BNT: $t(a\%;DB)$, Dimana :

- DB : Derajat Bebas
- BNT : Beda Nyata Terkecil
- JK : Jumlah Kuadrat
- KT : Kuadrat Tengah
- KT G : Kuadrat Tengah Galat
- r : Kelompok
- t : Nilai Tabel T
- A : Abu Boiler
- T : Pupuk Tunggal

Untuk melihat persentase tingkat ketelitian pada penelitian yang dilaksanakan maka harus di hitung nilai koefisien keragaman:

Rumus Koefisien Keragaman (KK)= $\sqrt{(KT \text{ Sisa})/y} \times 100\%$

Apa bila hasil sidik ragam menunjukkan hasil berpengaruh maka dianjurkan dengan uji BNT 5%

$$\text{BNT A Taraf } 5\% = t(a\%:db) \sqrt{\frac{2.KTGalat}{A.r}}$$

$$\text{BNT T Taraf } 5\% = t(a\%:db) \sqrt{\frac{2.KTGalat}{T.r}}$$

$$\text{BNT AxT Taraf } 5\% = t(a\%:db) \sqrt{\frac{2.KTGalat}{r}}$$

IV. HASIL DAN ANALISIS

4.1 Tinggi Tanaman

4.1.1 Tinggi Tanaman (cm) 4 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) dan Pupuk Tunggal (T) tidak berpengaruh nyata. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 4 MST (Lampiran 4). Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman umur 4 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Tinggi Tanaman 4 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	38,97	35,13	40,37	36,27	37,68
A1	38,67	41,03	36,17	34,53	37,60
A2	37,50	38,30	35,30	39,77	37,72
A3	35,30	42,80	42,67	37,60	39,59
Rata-rata	37,61	39,32	38,63	37,04	

4.1.2 Tinggi tanaman (cm) 8 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) tidak berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 8 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 8 MST (Lampiran 5). Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman umur 8 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 4. Hasil pengamatan terhadap rata-rata tinggi tanaman 8 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	46,43	46,50	49,60	49,23	47,94
A1	45,57	50,00	47,60	47,23	47,60
A2	47,97	45,67	46,93	49,23	47,45
A3	44,37	52,67	54,07	49,00	50,03
Rata-rata	46,08b	48,71a	49,55a	48,68a	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT $T = 2,48$

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T1, T2, dan T3 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Tetapi antara perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata. Rata-rata tinggi tanaman yang tertinggi terdapat pada pemberian perlakuan T2 (5 g Urea, 5 g SP-36, 23 g KCl/polybag) yaitu, 49,55 cm dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 46,08 cm

4.1.3 Tinggi tanaman (cm) 12 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 12 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (A x T) tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 12 MST (Lampiran 6). Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman umur 12 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengamatan terhadap rata-rata tinggi tanaman 12 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	54,47	56,63	64,13	55,43	57,67b
A1	53,10	64,30	58,63	56,93	58,24b
A2	60,07	60,07	58,00	64,23	60,59ab
A3	53,33	68,93	68,33	62,20	63,20a
Rata-rata	55,24b	62,48a	62,28a	59,70a	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT A= 4,16 dan nilai BNT T = 4,16

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan A3 tidak berbeda nyata dengan A2. Tetapi berbeda nyata pada perlakuan A1 dan A0. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A3 (40 g/polybag) yaitu, 63,20 cm dan yang terendah terdapat pada perlakuan A0 (kontrol) yaitu, 57,67.

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T1, T2, dan T3 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Antara perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata. Rata-rata tinggi tanaman

yang tertinggi terdapat pada pemberian perlakuan T1 (2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag) yaitu, 62,48 cm dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 55,24 cm.

4.2 Jumlah Daun

4.2.1 Jumlah Daun (helai) 4 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) dan Pupuk Tunggal (T) tidak berpengaruh nyata. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 4 MST (Lampiran 7). Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun umur 4 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun 4 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	5,00	5,67	5,67	5,00	5,33
A1	5,67	5,67	5,33	5,33	5,50
A2	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33
A3	5,33	5,33	5,33	5,33	5,33
Rata-rata	5,33	5,50	5,42	5,25	

4.2.2 Jumlah Daun (helai) 8 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) tidak berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 8 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 8 MST (Lampiran 8). Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun umur 8 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun 8 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	5,33	6,33	6,67	6,67	6,08
A1	6,00	6,67	6,67	7,00	6,42
A2	6,33	6,33	6,33	6,67	6,33
A3	6,67	6,67	6,67	6,67	6,42
Rata-rata	6,08b	6,50ab	6,58a	6,75a	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT $T = 0,44$

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T1, T2, dan T3 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Antara perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata rata-rata jumlah daun yang terbanyak terdapat pada pemberian perlakuan T3 (8 g Urea, 8 g SP-36, 26 g KCl/polybag) yaitu, 6,75 helai dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 6,08 helai

4.2.3 Jumlah Daun (helai) 12 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) tidak berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 12 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (A x T) tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 12 MST (Lampiran 9). Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun umur 12 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun 12 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	6,67	7,33	7,67	7,67	7,33
A1	7,33	8,00	7,67	7,33	7,58
A2	6,67	7,67	7,33	7,67	7,33
A3	7,67	8,00	8,00	7,33	7,75
Rata-rata	7,08b	7,75a	7,67a	7,50ab	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT $T = 0,46$

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T1, T2, dan T3 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Tetapi perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata. Rata-rata jumlah daun yang tertinggi terdapat pada pemberian perlakuan T1 (2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag) yaitu, 7,75 helai dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 7,08 helai.

4.3 Diameter Batang

4.3.1 Diameter Batang (mm) 4 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) dan Pupuk Tunggal (T) tidak berpengaruh nyata. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 4 MST (Lampiran 10). Hasil pengamatan rata-rata diameter batang umur 4 MST dapat dilihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Diameter Batang 4 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	8,90	11,30	11,73	8,73	10,17
A1	10,90	10,77	10,07	10,07	10,45
A2	10,10	10,60	10,13	10,60	10,36
A3	10,73	11,07	11,87	10,43	11,03
Rata-rata	10,16	10,93	10,95	9,96	

4.3.2 Diameter Batang (mm) 8 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) tidak berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 8 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 8 MST (Lampiran 11). Hasil pengamatan rata-rata diameter batang umur 8 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 10. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Diameter Batang 8 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	12,83	13,67	15,07	13,67	13,81
A1	13,87	14,07	14,37	14,13	14,11
A2	13,07	13,90	12,70	13,43	13,28
A3	12,67	13,70	15,20	14,23	13,95
Rata-rata	13,11b	13,83ab	14,33a	13,87ab	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT T= 0,81

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T2 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Tetapi perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata, rata-rata tertinggi diameter batang yang terdapat pada pemberian perlakuan T2 (5 g Urea, 5 g SP-36, 23 g KCl/polybag) yaitu, 14,33 mm dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 13,11 mm.

4.3.3 Diameter Batang (mm) 12 MST

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Abu Boiler (A) berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan Pupuk Tunggal (T) berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang umur 12 MST. Pada interaksi antara Abu Boiler dan Pupuk Tunggal (AxT) tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 12 MST (Lampiran 12). Hasil pengamatan rata-rata diameter batang umur 12 MST dapat di lihat pada tabel berikut dibawah ini.

Tabel 11. Hasil Pengamatan Terhadap Rata-Rata Diameter Batang 12 MST

Perlakuan	T0	T1	T2	T3	Rata-rata
A0	13,13	15,80	16,63	13,00	14,64b
A1	15,07	16,27	16,37	15,53	15,81ab
A2	13,47	17,10	14,77	17,20	15,63b
A3	15,60	17,40	19,33	16,27	17,15a
Rata-rata	14,32b	16,64a	16,78a	15,50ab	

Keterangan: Angka rata-rata diikuti oleh notasi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5% dengan nilai BNT A= 1,42 dan nilai BNT T = 1,42

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan A3 tidak berbeda nyata dengan A1. Tetapi berbeda nyata pada perlakuan A2 dan A0. Rata-rata diameter batang yang tertinggi terdapat pada pemberian perlakuan A3 (40 g/polybag) yaitu, 17,15 mm dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 14,64 mm.

Berdasarkan hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian perlakuan T1, T2, dan T3 berbeda nyata terhadap perlakuan T0. Antara perlakuan T1, T2 dan T3 tidak berbeda nyata, rata-rata diameter batang

tertinggi terdapat pada pemberian perlakuan T2 (5 g Urea, 5 g SP-36, 23 g KCl/polybag) yaitu, 16,78 mm dan yang terendah terdapat pada perlakuan T0 (kontrol) yaitu, 14,32 mm.

V. PEMBAHASAN

5.1 Respon Pemberian Abu Boiler Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 4, 5, 7, 8, 9, 10, dan 11), pemberian abu boiler tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bibit kelapa sawit pada umur 4 MST dan 8 MST, tetapi memberikan pengaruh nyata pada umur 12 MST. Hasil ini menunjukkan bahwa unsur hara yang terdapat pada abu boiler belum tersedia dalam bentuk yang cukup untuk diserap oleh bibit kelapa sawit pada fase awal pertumbuhan, sehingga belum mampu meningkatkan tinggi tanaman pada bibit. Hal ini diduga karena abu boiler merupakan bahan amelioran yang bekerja secara bertahap (*slow release*), sehingga unsur hara yang terkandung di dalamnya memerlukan waktu untuk tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Pada umur 4–8 MST, unsur hara dari abu boiler diduga belum tersedia dalam jumlah yang cukup sehingga belum mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi bibit. Selain itu, pada fase awal pertumbuhan bibit kelapa sawit masih memanfaatkan cadangan makanan yang terdapat pada endosperm biji sebagai sumber energi sebelum sistem perakaran berkembang dengan baik.

Pada umur 12 MST, unsur hara tersebut telah lebih tersedia sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit. Abu boiler mengandung unsur hara K, Ca, Mg, dan unsur mineral lain yang membutuhkan waktu untuk mengalami proses terlarutnya didalam media tanam. Seiring bertambahnya umur tanaman, proses terlarutnya berlangsung lebih sempurna sehingga unsur hara menjadi lebih tersedia dan dapat diserap oleh akar. Selain itu, abu boiler juga berperan dalam memperbaiki sifat kimia media tanam, seperti meningkatkan pH dan ketersediaan unsur hara, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik pada fase pertumbuhan selanjutnya.

Berdasarkan hasil analisis sifat kimia tanah, pemberian abu boiler mampu memperbaiki kondisi tanah. Hal ini terlihat dari meningkatnya nilai pH tanah dari 4,16 menjadi 4,89, C-organik dari 1,39% menjadi 2,26%, N-

total dari 0,37% menjadi 0,70%, serta K tersedia dari 43,73 ppm menjadi 75,67 ppm. Meningkatnya pH tanah menunjukkan bahwa abu boiler dapat mengurangi tingkat kemasaman tanah sehingga unsur hara menjadi lebih mudah tersedia bagi tanaman. Selain itu, peningkatan kandungan nitrogen dan kalium juga diduga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Nitrogen berfungsi dalam pembentukan klorofil, pembelahan sel, dan pertumbuhan jaringan tanaman, sedangkan kalium berperan dalam aktivasi enzim, translokasi hasil fotosintesis, serta menjaga tekanan turgor sel yang mendukung pemanjangan batang. Dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara tersebut, pertumbuhan tinggi bibit menjadi lebih baik pada umur 12 MST.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Dinas *et al.*, (2019) yang melaporkan bahwa pemberian abu boiler pada pembibitan pre-nursery kelapa sawit memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 90 HST atau sekitar 12 MST. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa unsur hara yang berasal dari abu boiler mulai memberikan respons ketika bibit memasuki fase pertumbuhan vegetatif aktif sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi lebih baik dibandingkan tanpa pemberian abu boiler.

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 6 dan 12), pemberian abu boiler juga memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang pada umur 12 MST. Hal ini diduga karena meningkatnya kandungan kalium tersedia dalam tanah setelah pemberian abu boiler. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kandungan K tersedia meningkat dari 43,73 ppm menjadi 75,67 ppm. Kalium merupakan unsur hara yang berperan penting dalam pembentukan jaringan batang, membantu translokasi hasil fotosintesis, serta memperkuat jaringan tanaman sehingga mampu mendukung pembesaran diameter batang. Selain itu, meningkatnya pH tanah menyebabkan penyerapan unsur hara menjadi lebih baik sehingga proses pembelahan dan pembesaran sel dapat berlangsung lebih optimal.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian (Sari & Herman, 2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan abu boiler cangkang kelapa

sawit pada pembibitan main nursery mampu meningkatkan pertambahan tinggi tanaman dan pertumbuhan daun. Menurut penelitian tersebut, kandungan kalium dan kalsium yang terdapat pada abu boiler dapat memperbaiki kondisi media tanam sehingga pertumbuhan vegetatif bibit menjadi lebih baik.

Sementara itu, pemberian abu boiler tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun hingga umur 12 MST. Hal ini diduga karena jumlah daun pada bibit kelapa sawit lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan fase pertumbuhan dibandingkan dengan perlakuan yang diberikan. Pada fase pembibitan, pembentukan daun berlangsung relatif konstan sehingga perbedaan dosis abu boiler belum mampu memberikan perbedaan jumlah daun yang nyata. Selain itu, unsur hara yang tersedia diduga lebih banyak dimanfaatkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan tinggi dan pembesaran diameter batang dibandingkan untuk pembentukan daun baru.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Isra *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa pemberian abu boiler sebagai amelioran pada tanah Ultisol tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit, termasuk pada parameter jumlah daun. Hal tersebut menunjukkan bahwa respons bibit kelapa sawit terhadap pemberian abu boiler dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi media tanam, dosis yang diberikan, serta lamanya waktu pengamatan.

5.2 Respon Pemberian Pupuk Tunggal (Urea, SP-36, dan KCl) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 4, 7, dan 10), perlakuan pupuk tunggal (T) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang bibit kelapa sawit pada umur 4 MST. Hal ini diduga karena pada umur tersebut bibit masih berada pada fase awal pertumbuhan pre-nursery, sehingga sebagian besar kebutuhan hara masih dipenuhi dari cadangan makanan (endosperm) yang terdapat di dalam biji. Selain itu, sistem perakaran pada fase ini belum berkembang secara optimal sehingga kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dari media tanam

masih terbatas. Akibatnya, unsur nitrogen (N) dari Urea, fosfor (P) dari SP-36, dan kalium (K) dari KCl yang diberikan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung pertumbuhan tinggi tanaman, pembentukan daun, maupun pembesaran diameter batang.

Selain dipengaruhi oleh kondisi perakaran yang belum berkembang sempurna, unsur hara yang berasal dari pupuk juga memerlukan waktu agar tersedia bagi tanaman. Unsur fosfor dari pupuk SP-36 tidak langsung tersedia karena harus mengalami proses pelarutan dan sebagian dapat terfiksasi oleh mineral tanah, terutama pada tanah masam, sehingga jumlah fosfor yang dapat diserap tanaman menjadi lebih rendah. Demikian pula nitrogen dari pupuk Urea harus mengalami proses hidrolisis menjadi amonium dan selanjutnya nitrifikasi menjadi nitrat sebelum dapat diserap oleh akar tanaman. Oleh karena itu, pada umur 4 MST respons bibit terhadap pemberian pupuk tunggal belum terlihat secara nyata.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Asshidiqi *et al.*, (2025) yang melaporkan bahwa pemberian berbagai dosis Urea dan SP-36 pada bibit kelapa sawit fase pre-nursery belum memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan. Hal tersebut disebabkan karena bibit masih berada pada fase awal perkembangan sehingga kebutuhan hara masih banyak dipenuhi dari cadangan makanan yang terdapat di dalam biji.

Seiring bertambahnya umur tanaman, sistem perakaran berkembang semakin baik sehingga kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dari media tanam juga meningkat. Unsur hara yang sebelumnya belum dapat dimanfaatkan secara optimal mulai diserap dalam jumlah yang lebih besar sehingga memberikan respons terhadap pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 5, 6, 8, 9, 11, dan 12), perlakuan pupuk tunggal memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada umur 8 MST dan 12 MST. Hal ini diduga karena pada umur tersebut sistem perakaran telah berkembang lebih baik sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih efektif. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil, sintesis protein, dan

pembelahan sel yang mendukung pertumbuhan tinggi tanaman serta pembentukan daun baru. Fosfor berfungsi merangsang perkembangan akar dan berperan dalam proses metabolisme energi melalui pembentukan ATP, sedangkan kalium berfungsi mengaktifkan berbagai enzim, membantu translokasi hasil fotosintesis, mengatur tekanan osmotik sel, serta memperkuat jaringan batang. Ketersediaan ketiga unsur hara tersebut menyebabkan pertumbuhan vegetatif bibit menjadi lebih baik dibandingkan pada umur 4 MST.

Meningkatnya tinggi tanaman pada umur 8 MST dan 12 MST menunjukkan bahwa unsur nitrogen telah tersedia dalam jumlah yang cukup untuk mendukung proses pembelahan dan pemanjangan sel. Bertambahnya jumlah daun menunjukkan bahwa proses pembentukan klorofil dan fotosintesis berlangsung lebih baik sehingga mampu menghasilkan asimilat yang lebih banyak. Sementara itu, meningkatnya diameter batang menunjukkan bahwa hasil fotosintesis dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan baru sehingga batang menjadi lebih besar dan lebih kokoh.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Hertos. M (2014) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk pada pembibitan kelapa sawit mampu meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang seiring bertambahnya umur tanaman. Hal tersebut disebabkan karena perkembangan sistem perakaran yang semakin baik meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara sehingga pertumbuhan menjadi lebih optimal. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa respons pertumbuhan bibit lebih jelas terlihat pada umur 8 MST dan 12 MST dibandingkan pada fase awal pertumbuhan.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang menjelaskan bahwa pemupukan menggunakan kombinasi Urea, SP-36, dan KCl memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik setelah tanaman memasuki fase pertumbuhan vegetatif aktif. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pemupukan tidak hanya dipengaruhi oleh jenis dan dosis pupuk yang diberikan, tetapi juga oleh umur tanaman, perkembangan sistem

perakaran, serta kemampuan tanaman dalam menyerap dan memanfaatkan unsur hara yang tersedia.

5.3 Interaksi pemberian Abu boiler dan Pupuk tunggal (Urea, SP-36, dan KCl)

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 4-12) menunjukkan tidak adanya interaksi antara perlakuan abu boiler dan pupuk tunggal (AxT) terhadap semua parameter pengamatan pada umur 4, 8, dan 12 MST. Hal ini menunjukkan bahwa respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap pemberian pupuk tunggal tidak dipengaruhi oleh pemberian abu boiler, demikian pula efektivitas abu boiler tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk tunggal yang diberikan. Dengan demikian, kedua faktor tersebut bekerja secara independen dalam memengaruhi pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Tidak terjadinya interaksi diduga karena fungsi masing-masing perlakuan berbeda. Abu boiler berperan sebagai bahan amelioran yang memperbaiki sifat kimia media tanam melalui peningkatan pH, penambahan beberapa unsur hara terutama kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam media. Sebaliknya, pupuk Urea, SP-36, dan KCl berfungsi sebagai sumber utama unsur hara makro N, P, dan K yang langsung digunakan tanaman dalam proses pertumbuhan. Oleh karena mekanisme kerja kedua perlakuan tersebut berbeda, maka peningkatan efektivitas salah satu perlakuan belum tentu meningkatkan efektivitas perlakuan lainnya secara bersamaan.

Pada umur 4 MST, sistem perakaran bibit kelapa sawit masih berkembang sehingga kemampuan menyerap unsur hara dari media tanam belum optimal. Kondisi ini menyebabkan baik unsur hara yang berasal dari abu boiler maupun pupuk tunggal belum dimanfaatkan secara maksimal oleh tanaman. Akibatnya, kombinasi kedua perlakuan tersebut belum mampu menghasilkan respons pertumbuhan yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, maupun diameter batang.

Pada umur 8 MST dan 12 MST, meskipun secara terpisah abu boiler maupun pupuk tunggal mulai menunjukkan pengaruh terhadap beberapa

parameter pertumbuhan, kombinasi keduanya tetap tidak menunjukkan interaksi yang nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan pertumbuhan yang terjadi lebih disebabkan oleh pengaruh masing-masing faktor secara mandiri daripada adanya efek sinergis di antara kedua perlakuan. Dengan kata lain, pengaruh pupuk tunggal relatif sama pada setiap taraf abu boiler, demikian pula respons abu boiler relatif sama pada setiap taraf pupuk tunggal.

Secara fisiologis, unsur nitrogen dari Urea berperan dalam pembentukan klorofil, protein, dan jaringan vegetatif, fosfor dari SP-36 berfungsi dalam pembentukan akar dan transfer energi, sedangkan kalium dari KCl berperan dalam aktivasi enzim, pengaturan tekanan osmotik sel, dan translokasi hasil fotosintesis. Sementara itu, abu boiler lebih berfungsi memperbaiki kondisi media tanam dan menambah beberapa unsur mineral. Apabila kondisi media tanam telah cukup baik atau kebutuhan hara tanaman telah dipenuhi oleh pupuk yang diberikan, maka tambahan abu boiler tidak selalu meningkatkan efektivitas pupuk tersebut sehingga tidak terjadi interaksi yang nyata.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Prayogi *et al.*, (2026) yang melaporkan bahwa interaksi antara dosis abu boiler dengan dosis pupuk Urea dan SP-36 pada pembibitan utama kelapa sawit tidak berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan, sedangkan sebagian parameter lainnya lebih dipengaruhi oleh faktor tunggal masing-masing perlakuan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa respons tanaman lebih banyak ditentukan oleh pengaruh individu setiap faktor dibandingkan oleh kombinasi kedua perlakuan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Abu boiler berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter pada umur 12 MST dengan perlakuan terbaik pada A1 (20 g/polybag).
2. Pupuk tunggal berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada umur 8 dan 12 MST dengan perlakuan terbaik, dengan perlakuan terbaik pada T1 (2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag)
3. Tidak terdapat interaksi antara abu boiler dan pupuk tunggal terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.

6.2 Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan memberikan abu boiler dengan dosis (20g/polybag) dan pupuk tunggal dengan dosis (2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag) secara terpisah
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan satu jenis pupuk tunggal agar penggunaan biaya penelitian menjadi lebih efisien serta memudahkan evaluasi pengaruh masing-masing jenis pupuk terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas abu boiler pada tanaman lain, sehingga dapat memperluas pemanfaatan limbah abu boiler sebagai media tanam organik yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfandi, T., Ardi, & Ikhsan, Z. (2021). Efikasi Herbisida Ipa Glifosat Terhadap Gulma Dan Dosis Pupuk (Urea+SP-36+KCl) Terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit Pada Fase Tanaman Belum Menghasilkan. *Jurnal Riset Perkebunan*, 2(2).
- Arianci, R., Nelvia, & Idwar. (2014). Pengaruh Komposisi Kompos TKKS, Abu Boiler Dan Trichoderma Terhadap Pertanaman Kedelai Pada Sela Tegakan Kelapa Sawit Yang Telah Menghasilkan Di Lahan Gambut. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 1(1), 1–14.
- Asshidiqi, H., Setyawati, E. R., & Parwati, W. D. U. (2025). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Urea Dan SP-36 Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Pre-Nursery. *Agroforetech*, 3(1).
- Astianto, A., Ardian, & Khoiri, M. A. (2012). Pemberian Berbagai Dosis Abu Boiler Pada Pembibitan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Pembibitan Utama (Main Nursery). *Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian UNRI*.
- Bahtera, N. I., Yulia, Y., & Herza, H. (2025). Implementation of Good Agricultural Practices by Smallholder Oil Palm Farmers (Challenges and Determining Factors). *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 10(2), 103–110. <https://doi.org/10.37149/jia.v10i2.1674>
- Dinas, A., Nurdiana, D., & Nafi'ah, H. H. (2019). Pengaruh Dosis Limbah Cair dan Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pre Nursery. *JAGROS*, 4(1).
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., & Paeru, R. H. (2012). *Kelapa Sawit: Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran* (R. Pusparani & S. Nugroho, Eds.). Penebar Swadaya.
- Febriani, L., Gunawan, G., & Gafur, A. (2021). Review: Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman. In *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi* (Vol. 7, Number 2, pp. 93–104). <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v7i2.10902>
- Hadi, M. M. (2004). Teknik Berkebun Kelapa Sawit. *Edisi Pertama. Adicita Karya Nusa. Jakarta*, 125.
- Isra, M., Yosephine, I. O., Fauzi, W. R., & Pahlawan, W. U. (2024). Pengaruh Pemberian Abu Boiler Sebagai Amelioran Tanah Ultisol Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Pre-Nursery. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 5526–5538.

- Kusuma, Y. R., Cahyani, A. P., Aprilianto, E., & Prazidno, B. (2023). Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional Prosiding Seminar Nasional. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang*, 3(1), 5–6.
- Lestari, A. P. (2009). Pengembangan pertanian berkelanjutan melalui substitusi pupuk anorganik dengan pupuk organik. *Jurnal Agronomi*, 13(1), 38–44.
- Lingga, P. (2001). *Petunjuk penggunaan pupuk*. Niaga Swadaya.
- Loso, S., & Kriswanto, H. (2025). Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pembibitan Main Nursery terhadap Pemberian Pupuk Urea KCL dan Pupuk Kandang Ayam. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 4(1), 250–264. <https://doi.org/10.55606/jurrit.v4i1.5589>
- Lumbanraja, P., Gari, R. A., Tampubolon, Y. R., Pandiangan, S., Tampubolon, Ba., Tindaon, F., & Nurhayati. (2024). Potensi Abuboiler dan Pupukkandang pada Utisol Simalingkar untuk Meningkatkan Kadar Air Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Biji Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*). *BEST Journal*, 7(2), 1257–1263.
- Maryani, A. T., Nurafifa, Fathia, N. M. E., & Rahmadani, E. (2024a). Dampak Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Terhadap Pemberian Pupuk Anorganik Dan Kompos Limbah Lumpur Ipal Pabrik Karet Di Pembibitan Utama. *Jurnal Agroteknologi*, 15(1), 47. <https://doi.org/10.24014/ja.v15i1.25708>
- Maryani, A. T., Nurafifa, N., Fathia, N. M. E., & Rahmadani, E. (2024b). Dampak Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Terhadap Pemberian Pupuk Anorganik Dan Kompos Limbah Lumpur Ipal Pabrik Karet Di Pembibitan Utama. *Jurnal Agroteknologi*, 15(1), 47. <https://doi.org/10.24014/ja.v15i1.25708>
- Muslih, G., & Iswarini, H. (2022). Analisis Manajemen Produksi Agribisnis Pabrik Kelapa Sawit PT. Buluh Cawang Plantation Dabuk Rejo Kecamatan Lempuing Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Societa*, 50–59.
- Naim, M., & Rinaldi. (2023). Pengaruh Pemberian Abu Boiler Kelapa Sawit Dan Poc (Pupuk Organik Cair) Kotoran Ayam Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11.
- Nasamsir, & Romadoni, E. (2020). Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dengan Peremajaan Tumbang Total dan Sisipan. *Jurnal Media Pertanian*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.33087/jagro.v5i1.88>

- Nasution, A., Nadhira, A., & Zulkifli, T. B. H. (2019). Respon Pemberian Pupuk Urea dan Urine Sapi terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Awal. *Agrinula : Jurnal Agroteknologi Dan Perkebunan*, 2(2), 28–32.
<https://doi.org/10.36490/agri.v2i2.130>
- Pahan, I. (2008). *Panduan Budidaya Kelapa Sawit untuk Pekebun oke*. Penebar Swadaya Grup.
- Permana, H. A., Delvitasari, F., Hartari, W. R., & Maryanti, M. (2024). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Suhu Delignifikasi pada Kandungan Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 12(1), 51–58. <https://doi.org/10.25181/jaip.v12i1.2729>
- Prayogi, E., Andayani, N., & Rahayu, E. (2026). Pengaruh Pemberian Abu Boiler dengan Dosis Pupuk N dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Main Nursery). 4, 116–121.
- Purba, T. N., Sipakkar, R. B., & Manurung, A. I. (2023). Pengaruh Pemberian SP-36 Dan Urea Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) DI Pre Nursery). *Jurnal Agrotekda*, 6, 51–63.
- Rafiiq, A. H. (2022). Analisis Variabilitas Curah Hujan di Kalimantan Timur.
- Rahmawati, N. (2023). Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Terhadap Pemberian Abu Boiler Dan Pupuk Organik Cair (Poc) Azolla Microphylla Di Pembibitan Utama. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae brunensis* (Vol. 53, Number 1). Universitas Jambi.
- Rosman, A. S., Kendarto, D. K., & Dwiratna, S. (2019). Pengaruh Penambahan Berbagai Komposisi Bahan Organik Terhadap Karakteristik Hidroton Sebagai Media Tanam. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 180–189.
<https://jurnal.usu.ac.id/index.php/Tropik>
- Sari, W. K., & Herman, R. P. (2023). Pengaruh Kombinasi Dosis Abu Cangkang Kelapa Sawit Dan Pupuk Kotoran Walet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Main Nursery. *Agroscience*, 13(1).
- Sarwono, E., Adinegoro, M. B., & Widarti, B. N. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Batang, Pelepah, Dan Daun Tanaman Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Bioarang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 11–22.
- Satria, Wardati, & Khoiri. (2015). the Giving Effect of Empty Fruit Bunch Compost and. *Jom Faperta*, 2(1), 1–14.

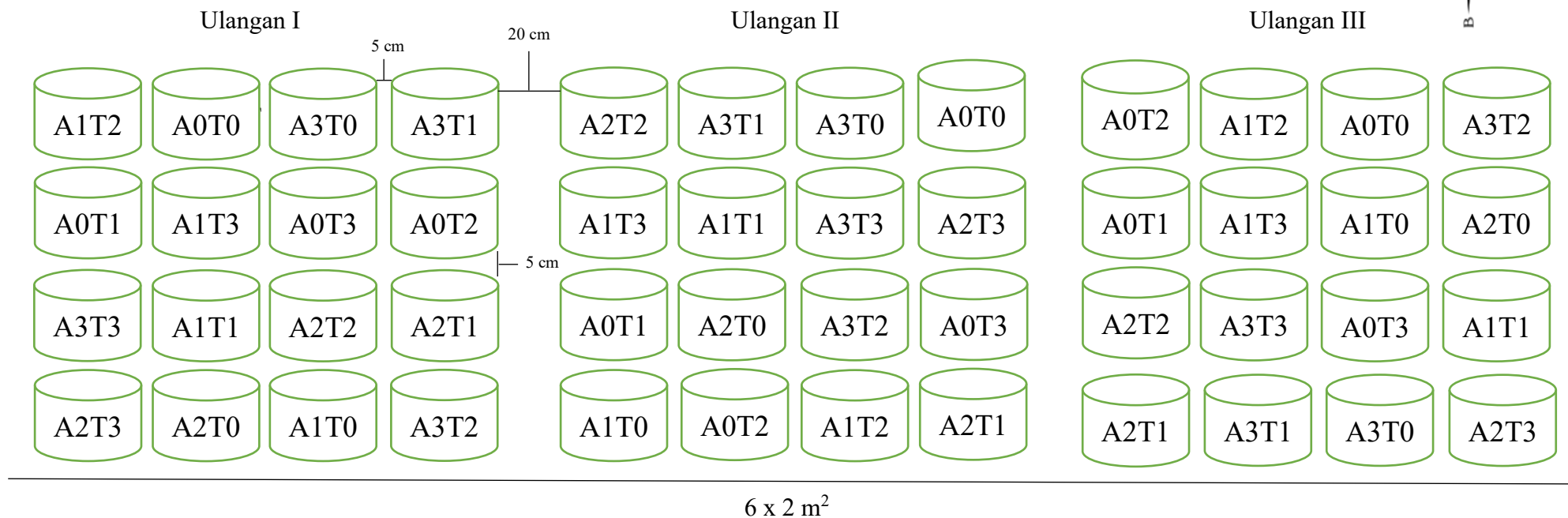
- Septiawan, D., Darini, M. T., & Darnawi. (2019). Pemberian Pupuk Organik Dan Sumber Nitrogen Humat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) di Lahan Pasir. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 3(1), 1–9.
- Sulardi. (2022). *Budidaya Tanaman Kelapa Sawit* (Aly Rasyid, Ed.). PT Dewangga Energi Internasional Anggota IKAPI (403/JBA/2021).www.dewanggapublishing.com
- Suriana, N. (2019). *BudiDaya Tanaman Kelapa Sawit*. Bhuana Ilmu Populer.
- Syarief, A., Nugroho, W. S., & Nugraha, A. (2020). Analisa Unjuk Kerja Induced Draft Fan Pltu Asam- Asam Unit 3 Dan 4. *21*(2), 185–198.
- Tarigan, O. O. (2019). Pengaruh Pupuk Npk 15: 15: 15 Dan Pupuk Hayati Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Pembibitan Utama. *Jurnal Agromast*, 5(2), 48–51.
- Telaumbanua, A., Sirait, B., & Manurung, A. I. (2023). Pengaruh Komposisi Pupuk KCl Dan Pupuk Majemuk Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotekda*, 7, 84–98.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Kelapa Sawit Varietas DXP Bah Lias 1/Lonsum

Asal	: Pohon induk
	: Delia dura terpilih
	: <i>Elita pisifera Avros</i>
Silsilah	: Pregeny Delia Dura x pohon
	Arvos
	: DXP Bah Lias 1
Kecepatan meninggi	: $72,3 \pm 10,4$ cm/ tahun
Panjang pelepah (cm) 5,5 tahun setelah tanam	: 545 ± 66 cm
Rekom umur mulai panen	: 27 bulan
Rerata jumlah tandan (TM 1 – TM 4)	: $22 \pm$ tandan/tahun
Rerata produksi TBS per pohon (TM 1 – TM 4)	: 186 ± 37 kg/pohon/tahun
Rerata produksi TBS per hektar (TM 1 – TM 4)	: $26,7 \pm 5,3$ ton/ha/tahun
Berat satuan buah	: 13.0 ± 2.9 gr
Bobot biji per buah (g)	: 2.30 ± 0.61 gram
Persentase inti per buah (%)	: 8.24 ± 2.3 %
Persentase mesokarp per buah (%)	: 82.2 ± 5.3 %
Persentase kemel pertandan (%)	: 5.50 ± 1.53 %
Potensi rendamen industri CPO (ier)	: $26.3 \pm 2,6$ %
Potensi rendamen inti sawit	: $5.50 \pm 1,53$ %
Potensi produksi CPO	: 8.90 ± 3.2 ton/ha/tahun (TM
	4 : K =0,8555)
Potensi produksi POK	: $1,74 \pm 0,77$ ton/ha /tahun
	(TM 4)
Rekomendasi SPH (pohon/hektar)	: 135 atau 145
Sumber	: Sumatra Bioscience, PT PP London Sumatra Indonesia

Lampiran 2. Layout Penelitian



Keterangan:

Ukuran Polybag	: 30 cm x 30 cm	A0 : Kontrol (tanpa Abu boiler)	T0 : Kontrol (tanpa Pupuk Tunggal)
Luas Lahan	: 3 m x 3 m	A1 : 20 g/polybag	T1 : 2 g Urea, 2 g SP-36, 20 g KCl/polybag
Jarak Antara Ulangan	: 20 cm	A2 : 30 g/polybag	T2 : 5 g Urea, 5 g SP-36, 23 KCl/polybag
Jarak Antar Polybag	: 5 cm	A3 : 40 g/polybag	T3 : 8 g Urea, 8 g SP-36, 26 KCl/polybag

Lampiran 3. Jadwal Penelitian

No	Uraian kegiatan	Waktu 2026															
		April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan Lahan dan Naungan																
2.	Persiapan Bibit Kelapa Sawit																
3.	Persiapan Media Tanam																
4.	Pemasangan Label																
5.	Aplikasi Abu Boiler																
6.	Penanaman																
7.	Aplikasi Pupuk Tunggal																
8.	Pemeliharaan																
9.	Pengambilan Data - Tinggi Tanaman (cm) - Jumlah Daun (helai) - Diameter Batang (mm)																
10.	Analisis Data																

Lampiran 4. Hasil sidik ragam tinggi tanaman 4 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	10,26	5,13	0,37tn	3,22	5,39
A	3	33,44	11,15	0,80tn	2,92	4,51
T	3	37,30	12,43	0,89tn	2,92	4,51
AXT	9	245,61	27,29	1,95tn	2,21	3,06
Sisa	30	419,35	13,98			
Total	47	745,96				

KK = 9,80 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

Lampiran 5. Hasil sidik ragam tinggi tanaman 8 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	32,36	16,18	1,82tn	3,22	5,39
A	3	51,70	17,23	1,94tn	2,92	4,51
T	3	81,30	27,10	3,05*	2,92	4,51
AXT	9	164,93	18,33	2,06tn	2,21	3,06
Sisa	30	266,31	8,88			
Total	47	596,60				

KK = 6,17 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Lampiran 6. Hasil sidik ragam tinggi tanaman 12 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	91,15	45,58	1,82tn	3,22	5,39
A	3	229,24	76,41	3,06*	2,92	4,51
T	3	408,62	136,21	5,45**	2,92	4,51
AXT	9	495,04	55,00	2,20tn	2,21	3,06
Sisa	30	749,79	24,99			
Total	47	1973,85				

KK = 6,46 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

**: berpengaruh sangat nyata

Lampiran 7. Hasil sidik ragam Jumlah daun 4 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	0,50	0,25	0,85tn	3,22	5,39
A	3	0,25	0,08	0,28tn	2,92	4,51
T	3	0,42	0,14	0,47tn	2,92	4,51
AXT	9	1,25	0,14	0,47tn	2,21	3,06
Sisa	30	8,83	0,29			
Total	47	11,25				

KK = 10,10 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

Lampiran 8. Hasil sidik ragam Jumlah daun 8 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	0,79	0,40	1,39tn	3,22	5,39
A	3	1,23	0,41	1,44tn	2,92	4,51
T	3	2,90	0,97	3,39*	2,92	4,51
AXT	9	2,52	0,28	0,98tn	2,21	3,06
Sisa	30	8,54	0,28			
Total	47	15,98				

KK = 8,24 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Lampiran 9. Hasil sidik ragam Jumlah daun 12 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	1,63	0,81	2,70tn	3,22	5,39
A	3	1,50	0,50	1,66tn	2,92	4,51
T	3	3,17	1,06	3,50*	2,92	4,51
AXT	9	2,67	0,30	0,98tn	2,21	3,06
Sisa	30	9,04	0,30			
Total	47	18,00				

KK = 7,32 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Lampiran 10. Hasil sidik ragam Diameter Batang 4 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	4,26	2,13	0,91tn	3,22	5,39
A	3	4,91	1,64	0,70tn	2,92	4,51
T	3	9,60	3,20	1,36tn	2,92	4,51
AXT	9	18,52	2,06	0,87tn	2,21	3,06
Sisa	30	70,57	2,35			
Total	47	107,86				

KK = 14,61 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

Lampiran 11. Hasil sidik ragam Diameter Batang 8 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	2,36	1,18	1,26tn	3,22	5,39
A	3	4,71	1,57	1,68tn	2,92	4,51
T	3	9,21	3,07	3,28*	2,92	4,51
AXT	9	11,32	1,26	1,34tn	2,21	3,06
Sisa	30	28,06	0,94			
Total	47	55,66				

KK = 7,02 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Lampiran 12. Hasil sidik ragam Diameter Batang 12 MST

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5 %	1 %
Kel	2	7,55	3,77	1,30tn	3,22	5,39
A	3	38,30	12,77	4,41*	2,92	4,51
T	3	47,39	15,80	5,45**	2,92	4,51
AXT	9	41,08	4,56	1,58tn	2,21	3,06
Sisa	30	86,94	2,90			
Total	47	221,26				

KK = 10,77 %

Keterangan : tn : tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

**: berpengaruh sangat nyata

Lampiran 13. Rekapitulasi hasil pengamatan Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Terhadap Aplikasi Abu Boiler Dan Pupuk Tunggal

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun (helai)			Diameter Batang (mm)		
	4 MST	8 MST	12 MST	4 MST	8 MST	12 MST	4 MST	8 MST	12 MST
KK (%)	9,80	6,17	6,46	10,10	8,24	7,32	14,61	7,02	10,77
BNT	-	-	4,16	-	-	-	-	-	1,42
Hasil	tn	tn	*	tn	tn	tn	tn	tn	*
A0	37,68	47,94	57,67b	5,33	6,25	7,33	10,17	13,81	14,64b
A1	37,60	47,60	58,24b	5,50	6,58	7,58	10,45	14,11	15,81ab
A2	37,62	47,45	60,59ab	5,33	6,42	7,33	10,36	13,28	15,63b
A3	39,59	50,03	63,20a	5,33	6,67	7,75	11,03	13,95	17,15a
BNT	-	2,48	4,16	-	0,44	0,46	-	0,81	1,42
Hasil	tn	*	**	tn	*	*	tn	*	**
T0	37,61	46,08b	55,24b	5,33	6,08b	7,08b	10,16	13,11b	14,32b
T1	39,32	48,71a	62,48a	5,50	6,50ab	7,75a	10,93	13,83ab	16,64a
T2	38,63	49,55a	62,28a	5,42	6,58a	7,67a	10,95	14,33a	16,78a
T3	37,04	48,68a	59,70a	5,25	6,75a	7,50ab	9,96	13,87ab	15,50ab
BNT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hasil	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
A0T0	38,97	46,43	54,47	5,00	5,33	6,67	8,90	12,83	13,30
A0T1	35,13	46,50	56,63	5,67	6,33	7,33	11,30	13,67	15,80
A0T2	40,37	49,60	64,13	5,67	6,67	7,67	11,73	15,07	16,63
A0T3	36,27	49,23	55,43	5,00	6,67	7,67	8,73	13,67	13,00
A1T0	38,67	45,57	53,10	5,67	6,00	7,33	10,90	13,87	15,07
A1T1	41,03	50,00	64,30	5,67	6,67	8,00	10,77	14,07	16,27
A1T2	36,17	47,60	58,63	5,33	6,67	7,67	10,07	14,37	16,37
A1T3	34,53	47,23	56,93	5,33	7,00	7,33	10,07	14,13	15,53
A2T0	37,50	47,97	60,07	5,33	6,33	6,67	10,10	13,07	13,47
A2T1	38,30	45,67	60,07	5,33	6,33	7,67	10,60	13,90	17,10
A2T2	35,30	46,93	58,00	5,33	6,33	7,33	10,13	12,70	14,77
A2T3	39,77	49,23	64,23	5,33	6,67	7,67	10,60	13,43	17,20
A3T0	35,30	44,37	53,33	5,33	6,67	7,67	10,73	12,67	15,60
A3T1	42,80	52,67	68,93	5,33	6,67	8,00	11,07	13,70	17,40
A3T2	42,67	54,07	68,33	5,33	6,67	8,00	11,87	15,20	19,33
A3T3	37,60	49,00	62,20	5,33	6,67	7,67	10,43	14,23	16,27

Lampiran 14. Kriteria Sifat Kimia Tanah

Kriteria Penilaian							
No	Parameter	Satuan	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
1.	C-organik	%	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00
2.	N total	%	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75
3.	C/N rasio	-	< 5	5-10	0,50	15-25	> 25
4.	KTK	Meq/100g	< 5	5-16	21-40 17-24	25-40	> 40
5.	Ca	Meq/100g	< 2	2-5	6-10	11-20	> 20
6.	Mg	Meq/100g	< 0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	> 8,0
7.	K	Meq/100g	< 0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	> 1,0
8.	Na	Meq/100g	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	> 1,0
9.	Kej. basa	%	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70

Kemasaman tanah	Sangat masam	masam	Agak masam	Mineral	Agak alkalis	Alkalis
Ph	< 4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	> 8,5

Sumber: PPT 1938

Lampiran 15. Hasil analisis tanah

No : 125/EXTLT-FP/VII-2026

Pengirim : Aditya Junsel

Nama Contoh : Tanah

Lokasi Pngambilan Contoh : Jl. Wahid Hasyim 1

Jumlah Contoh : 2 (Dua)

No	Kode	pH	C organik	N total	C/N rasio	P	K	Kation Basa (pH 7)				KTK	Kej. Basa
	Sampel		%	Tersedia		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺				
				ppm		Meq/100g				%			
1	A0T0	4,16	1,39	0,37	3.72	7,45	43,73	3,49	1,90	5,80	3,28	23,20	62,37
2	A3T3	4,89	2,26	0,70	3,23	6,39	75,07	2,14	0,56	2,50	1,65	23,60	28,93

Sumber : Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman

Lampiran 16. Perbandingan Hasil Laboratorium Analisis Tanah

No	parameter	Nilai		Kriteria	
1	ph	4,16	4,89	Sangat masam	Masam
2	C-organik	1,39	2,26	Rendah	Sedang
3	N total	0,37	0,70	Sedang	Tinggi
4	C/N rasio	3,72	3,23	Sangat rendah	Sangat rendah
5	Ca	3,49	2,14	Rendah	Rendah
6	Mg	1,90	0,56	Sedang	Rendah
7	K	5,80	2,50	Sangat tinggi	Sangat tinggi
8	Na	3,28	1,65	Sangat tinggi	Sangat tinggi
9	ktk	23,20	23,60	Sedang	Sedang
10	Kejenuhan basa	63,37	28,93	tinggi	rendah

GAMBAR



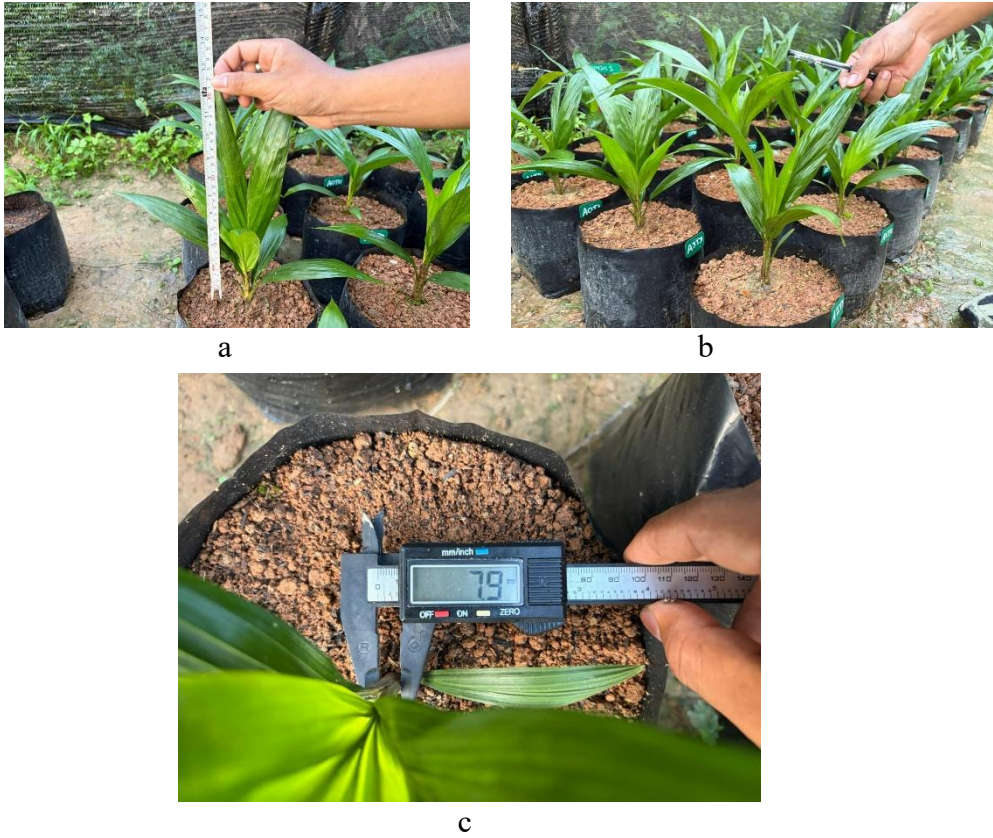
Gambar 1. Dosis Abu Boiler Dan Pengaplikasian

- a.) Abu boiler
- b.) Dosis abu boiler 20 gram
- c.) Dosis abu boiler 30 gram
- d.) Dosis abu boiler 40 gram
- e.) Pencampuran abu boiler dan tanah



Gambar 2. Dosis Pupuk Tunggal Dan Pengaplikasian

- a.) Dosis Urea 5 gram
- b.) Dosis SP-36 5 gram
- c.) Dosis KCl 23 gram
- d.) Pengalikasian pupuk tunggal



Gambar 3. Pengambilan Data

- a.) Pengambilan Data Tinggi Tanaman
- b.) Pengambilan Data Jumlah Daun
- c.) Pengambilan Data Diameter Batang



a



b

Gambar 4. Pemeliharaan Tanaman

- a) Penyiraman
- b) Penyiangan gulma



Gambar 5. Tanaman tertinggi pada perlakuan abu boiler



Gambar 6. Tanaman tertinggi pada perlakuan pupuk tunggal