

TEKNIK PEMUPUKAN TANAMAN MENGHASILKAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN PRINSIP EMPAT TEPAT (4T)

Muhdan Syarovy*, Anggri Sentia Br Barus¹, Novella Angelica Hutagalung² dan Wan Riski Fauzi

Abstrak - Pemupukan berperan penting dalam meningkatkan produktivitas kelapa sawit, namun efektivitasnya bergantung pada penerapan prinsip 4T (tepat waktu, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat cara). Penelitian ini membahas strategi optimalisasi pemupukan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk serta menjaga keseimbangan hara dalam tanah. Pemupukan dilakukan dengan mempertimbangkan curah hujan optimal (100-250 mm per bulan), jenis pupuk yang sesuai (tunggal atau majemuk), serta dosis berdasarkan analisis tanah dan daun. Aplikasi pupuk dapat dilakukan dengan metode tebar (*broadcast*) atau benam (*pocket*), tergantung kondisi lahan. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi pemupukan meliputi ketidakseimbangan hara, kesalahan penempatan pupuk, waktu aplikasi yang tidak tepat, serta gangguan gulma dan hama. Ketidaktepatan dalam aspek-aspek ini dapat menyebabkan kehilangan unsur hara akibat pencucian, penguapan, atau aliran permukaan. Implementasi prinsip 4T diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kelapa sawit secara berkelanjutan dengan mengoptimalkan serapan hara tanaman, meminimalkan kerugian pupuk, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Kata kunci: efektivitas, efisiensi, pemupukan, prinsip 4T.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan penghasil minyak nabati yang dijadikan sebagai bahan baku biodiesel, pangan maupun non pangan (Pardamean, 2011). Pada tahun 2022, perkebunan kelapa sawit Indonesia dicatat sebagai perkebunan kelapa sawit terluas di dunia dengan luas areal mencapai 15.380.981 hektar. Produksi tanaman pada tahun 2022 mencapai 48.235.405 ton (Ditjenbun, 2022). Tingginya produktivitas tanaman kelapa sawit dapat dicapai dengan pemeliharaan yang intensif.

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit adalah pemupukan (Poeloengan & Erningpraja,

1994; Afifudin et al., 2023). Pemupukan merupakan penambahan unsur hara ke dalam tanah untuk menjaga keseimbangan hara yang dibutuhkan tanaman dan mengganti hara yang hilang terbawa hasil panen (Panggabean & Purwono, 2017; Ningsih et al., 2022). Pemupukan termasuk salah satu kultur teknis yang sangat penting dan kompleks, dikarenakan menggunakan biaya (*cost*) yang cukup mahal, berkisar antara 50-70% dari biaya pemeliharaan tanaman menghasilkan, sehingga pihak praktisi perkebunan dituntut untuk menentukan jenis dan kualitas pupuk dengan tepat (Limbong, 2011; Aprilia, 2020; Ginting, 2020). Namun demikian, besarnya input pemupukan sering kali tidak diikuti dengan peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan di lapangan.

Efisiensi dan efektivitas pemupukan ditentukan oleh dua aspek besar, yaitu kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan kapasitas atau kemampuan tanah dalam menyediakan hara bagi tanaman (Ginting, 2020). Upaya mencapai efektivitas dan efisiensi pemupukan tanaman dapat dilakukan dengan sistem 4T, yaitu tepat waktu, tepat jenis, tepat dosis, dan tepat cara (4T) (Syarovy et al., 2015; Pradiko et al., 2021). Jenis pupuk disesuaikan

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Muhdan Syarovy(✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia
Email: muhdansyarovy@iopri.co.id

¹ Universitas Jambi, Jambi – Muara Bulian No. KM 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi

² Universitas Gadjah Mada - Jl. Flora No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta

dengan kondisi lahan dan kebutuhan tanaman, sementara dosis yang diaplikasikan harus mencukupi kebutuhan tanaman. Selanjutnya, metode pengaplikasian pupuk dapat dilakukan dengan cara disebar atau dibenam (pocket) sesuai dengan kondisi lahan. Terakhir, waktu pemupukan harus ditetapkan secara tepat untuk mengurangi kehilangan hara akibat limpasan permukaan (*run off*), pencucian (*leaching*), atau penguapan.

Prinsip 4T pada pemupukan kelapa sawit adalah pendekatan yang berkelanjutan dan berwawasan masa depan dalam budidaya kelapa sawit. Konsep ini sangat penting untuk memastikan pemberian pupuk yang efisien dan efektif, serta mencegah penyalahgunaan pupuk yang dapat merugikan tanaman dan lingkungan. Adapun permasalahan yang kerap kali terjadi di lapangan, meliputi curah hujan rendah, jenis pupuk yang tidak tepat dan teknis pelaksanaan pemupukan yang tidak sesuai standar operasional (SOP) kebun (Ningsih et al., 2022). Dengan penerapan 4T dalam pemupukan, diharapkan akan menghasilkan hasil panen kelapa sawit yang maksimal.

1. KONSEP PEMUPUKAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menyerap unsur hara yang relatif tinggi (Nazari, 2020; Afifudin et al., 2023). Teknis pemupukan pada kelapa sawit perlu diperhatikan agar pemupukan efektif dan efisien. Pemupukan pada tanaman menghasilkan (TM) sangat penting diperhatikan baik waktu, jenis, dosis dan cara pemupukannya (Afifudin, 2023). Efektivitas tanpa efisiensi dapat mengakibatkan pemborosan sumber daya dan dampak negatif bagi lingkungan, sementara efisiensi tanpa efektivitas dapat mengurangi hasil pertanian. Oleh karena itu, sangatlah penting bagi pekebun untuk memahami kebutuhan tanaman, menerapkan praktik-praktik pertanian berkelanjutan, dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan untuk mengoptimalkan pemupukan pada kelapa sawit.

2. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI EFISIENSI PEMUPUKAN

2.1 Hara Tidak Seimbang

Pemupukan bertujuan menambah ketersediaan unsur hara di dalam tanah terutama agar tanaman dapat menyerap sesuai dengan kebutuhan. Defisiensi unsur hara yang berlebihan dapat menurunkan produktivitas tanaman bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman (Wahyuni et al., 2014). Pemupukan harus sesuai dengan dosis yang telah ditentukan dalam rekomendasi pemupukan dan tepat waktu dalam pemberiannya. Penambahan salah satu unsur hara melalui pemupukan akan menyebabkan terjadinya pergeseran keseimbangan hara di dalam tanah yang tentunya akan mempengaruhi ketersediaan hara (Ginting et al., 2013). Dengan demikian keseimbangan hara menjadi hal yang sangat penting diperhatikan dalam melakukan pemupukan (Hakan et al., 2010; Sutarta & Syarovy, 2019).

Pemupukan berimbang bertujuan untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil, meningkatkan efisiensi pemupukan, menjaga kesuburan tanah, serta menghindari dampak pencemaran lingkungan. Wahyuni et al. (2014) menyatakan bahwa jenis defisiensi unsur hara pada tanaman digolongkan kedalam sebelas jenis unsur hara yaitu, defisiensi Nitrogen (N), Fosfor (P), Besi (Fe), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Seng (Zn) Dan Boron (B).

Gejala defisiensi dapat diamati secara visual berdasarkan warna serta bentuk daun kelapa sawit seperti pada Tabel 1. Defisiensi unsur hara yang umumnya terjadi, meliputi defisiensi nitrogen (N), kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg), boron (B), dan kalsium (Ca), dikarenakan unsur tersebut merupakan unsur hara utama/penting dalam pemupukan tanaman kelapa sawit (Karsino & Islan, 2015). Defisiensi unsur hara pada tanaman kelapa sawit dapat terjadi karena rendahnya ketersediaan unsur hara dalam tanah. Pemupukan yang kurang tepat menjadi salah satu penyebabnya. Pengamatan gejala defisiensi unsur hara secara visual dapat menjadi salah satu opsi dalam menentukan status unsur hara secara langsung di lapangan.

Tabel 1. Gejala defisiensi unsur hara pada tanaman kelapa sawit.

Jenis Defisiensi Unsur Hara	Gejala Defisiensi Unsur Hara
Defisiensi Nitrogen (N)	Daun menguning mulai dari bagian bawah, lalu disusul ke bagian atas dan mongering, lalu rontok (Nazari, 2020).
Defisiensi Fosfor (P)	Tanaman tumbuh kerdil (daun dan batang kecil), berwarna hijau tua keabu-abuan mengkilap dan terlihat pigmen merah pada bagian bawah daun lalu mati (Nazari, 2020).
Defisiensi Kalium (K)	Terdapat bercak kuning/transparan, <i>white stripe</i> , daun tua menjadi kering dan mati (Nazari, 2020).
Defisiensi Kalsium (Ca)	Tanaman tumbuh kerdil dan batang meruncing (Siregar, 2021).
Defisiensi Magnesium (Mg)	Daun tua akan berwarna hijau kekuningan pada tepian dan daun yang terkena sinar matahari terus menerus menjadi lebih rentan, lama kelamaan akan berwarna coklat dan mongering (Wahyuni <i>et al.</i> , 2014).
Defisiensi Boron (B)	Daun yang terlipat dan berwarna hijau tua (<i>hook leaf</i>) dan tanaman menjadi rentan terserang <i>crown disease</i> , atau penyakit (Wahyuni <i>et al.</i> , 2014).

2.2 Penempatan Pupuk Tidak Tepat

Penempatan pupuk pada areal tanaman kelapa sawit dilakukan dengan mempertimbangkan penyebaran akar tanaman yang aktif menyerap unsur hara dalam tanah (Pardamean, 2011). Pemberian pupuk secara rutin dan merata di piringan berdiameter 1,5 m akan merangsang perkembangan akar ke arah permukaan untuk mendapatkan hara (Khalida & Lontoh 2019). Penempatan pupuk dikelompokkan berdasarkan jenis pupuk yang akan diaplikasikan. Untuk jenis pupuk Urea dan ZA diaplikasikan di sekitar piringan mulai dari jari-jari 50 cm hingga tepi piringan, sedangkan pupuk lain seperti RP, MOP, NPK, dan Kiserit mulai dari 100-275 cm di sekitar piringan (Lubis, 2008).

Selain mempertimbangkan penyebaran akar, dalam penempatan pupuk juga harus mempertimbangkan kondisi lahan, khususnya

pada lahan marginal. Lahan-lahan tersebut dapat berupa lahan gambut, pasang surut, lahan pasir dan bergelombang. Kondisi drainase pada lahan tersebut masuk kedalam kategori marginal (buruk). Pada tipe lahan berombak (*undulating*), kehilangan nutrisi dapat diakibatkan oleh aliran permukaan tanah atau *run off*. Pada lahan gambut dan lahan pasang surut, kehilangan nutrisi karena pergerakan air naik turun secara vertikal dalam tubuh tanah. Kemudian, pada lahan marginal tipe tanah pasir kehilangan nutrisi dapat terjadi karena pencucian air perkolasi (Saraswanti, 2017).

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa air berperan penting dalam penyerapan hara sebagai media pengangkut nutrisi dari tanah menuju akar dan sebagai pelarut unsur hara. Oleh sebab itu, ketersediaan air yang cukup sangat penting untuk memastikan bahwa nutrisi dapat diserap dengan efisien dan tanaman dapat tumbuh dengan sehat.

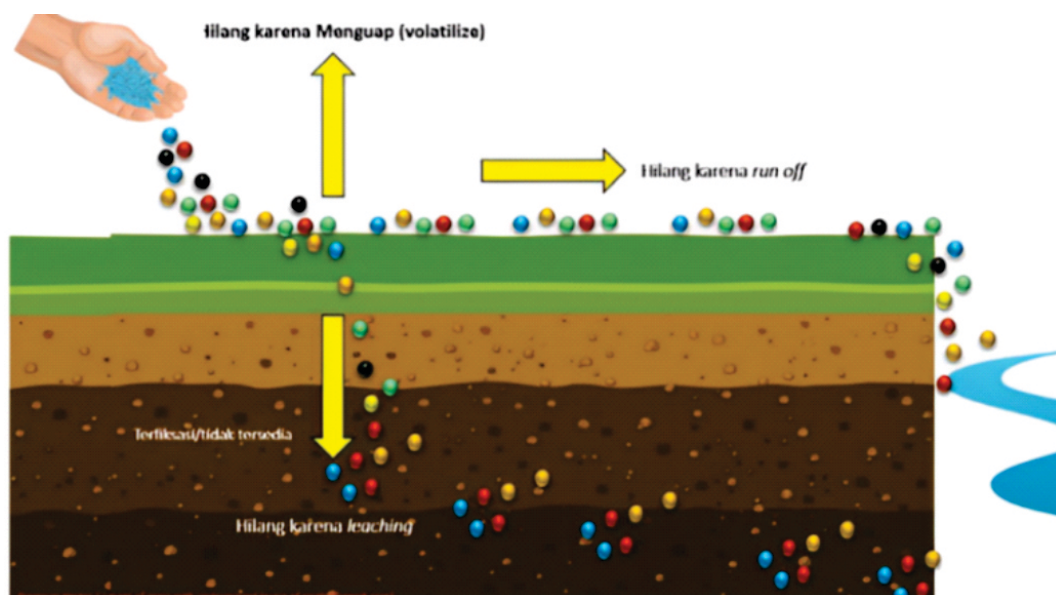
Tabel 2. Solusi dalam pemupukan berdasarkan tipe lahan.

Tipe Lahan	Solusi
Lahan pasang surut	Pengaplikasian pupuk N dan S secara bersamaan dan penggunaan pupuk model granular untuk menekan reaktivitas kelarutan pupuk (Venterink <i>et al.</i> , 2002).
Lahan gambut	Pengaplikasian amelioran sebelum pengaplikasian pupuk dasar N, P, dan K untuk meningkatkan pH serta penyerapan dari unsur hara dapat maksimal (Saraswanti, 2017).
Lahan bertekstur pasir	Kemampuan pasir dalam menahan air rendah dan kesuburan aktual tanah rendah sehingga mudah mengalami pencucian. Oleh karena itu, penambahan bahan organik untuk mengontrol kelarutan Al dan meningkatkan ketersediaan P (Suharta, 2007).
Lahan bergelombang	Tingkat erosi yang tinggi menjadikan unsur hara lebih mudah <i>leaching</i> maka dengan penggunaan pupuk lepas terkendali hal tersebut dapat diminimalisir

2.3 Waktu Aplikasi Tidak Tepat

Waktu terbaik untuk kegiatan pemupukan adalah saat musim penghujan, yaitu pada saat keadaan tanah berada dalam kondisi yang sangat lembab, tetapi tidak sampai tergenang oleh air (Karsino &

Islan, 2015). Pentingnya pengaplikasian pupuk tepat waktu adalah untuk menghindari terjadinya kehilangan hara akibat limpasan permukaan (*run off*), pencucian (*leaching*), atau penguapan (Pradiko *et al.*, 2021).



Gambar 1. Ilustrasi mekanisme hilangnya hara dari pupuk yang diaplikasikan (Ginting *et al.*, 2021)

Tabel 3. Estimasi kehilangan hara melalui berbagai mekanisme kehilangan hara.

Mekanisme Kehilangan Hara	Peneliti	Kondisi Status Hara
Run off	Bah <i>et al.</i> (2014)	Pengaplikasian pupuk kimia dengan curah hujan 2700 mm dan kemiringan lereng 10% masing-masing sebesar 6,97%; 3,74%; 13,37%; dan 14,76% dari hara yang diaplikasikan lewat pupuk untuk hara N, P, K, dan Mg.
	Maene <i>et al.</i> (1979)	Areal dengan kemiringan lereng sebesar 9% dan curah hujan sebesar 1426 mm, mengalami kehilangan hara sebesar 11% N, 3% P, 5% K, 6% Mg, dan 5% Ca.
	Kee & Chew (1996)	Besarnya hara yang hilang melalui <i>runoff</i> dan erosi permukaan tanah adalah 5-8% N; 0,8 - 1,6% P; 9,8 - 15,3 K; 4,1-7,6% Mg.
Penguapan (<i>volatilize</i>)	Rochette <i>et al.</i> (2009)	Sebesar 20% nitrogen dalam bentuk ammonia hilang melalui penguapan setelah 2 hari pupuk urea diaplikasikan ke permukaan tanah.
	Prasertsak <i>et al.</i> (2002)	Kehilangan hara nitrogen ketika pupuk urea diaplikasikan dipermukaan tanah sekitar 37% dari hara yang diaplikasikan.
Pencucian (<i>leaching</i>)	Ginting <i>et al.</i> (2018)	Jumlah hara yang hilang tercuci dari pupuk kimia yang diaplikasikan sebesar 7% N, 0,1% P, 4% K, dan 72% Mg dari pupuk yang diaplikasikan.
	Omoti <i>et al.</i> (1983)	Besarnya hara yang hilang sebesar 11 kg N (34%), 10 kg K (18%) pada areal tanaman muda dan dewasa.
	Foong (1993)	Hilangnya hara akibat masing-masing sebesar 2,1% N; 1,55% P; 2,7% K; dan 13,5% Mg

Data kehilangan hara yang dapat dilihat pada tabel 3. dipengaruhi oleh topografi areal, tutupan permukaan tanah, dan intensitas hujan. Areal yang miring dengan tutupan permukaan tanah yang minim serta curah hujan yang tinggi memiliki resiko kehilangan hara yang tinggi. Ginting *et al.* (2021)

menyatakan bahwa semakin tinggi curah hujan akan menyebabkan hilangnya hara dalam jumlah besar. Deviasi iklim (curah hujan) yang sulit diprediksi dapat menghambat ketepatan waktu pemupukan (Juiansyah & Supijatno, 2018). Keterlambatan datangnya pupuk mengakibatkan realisasi aplikasi pemupukan tidak

dilakukan sesuai rencana yang telah dibuat sebelumnya (Andayani et al., 2008).

2.4 Gulma

Gulma memiliki dampak yang signifikan terhadap efisiensi pemupukan dalam budidaya kelapa sawit. Beberapa dampak kehadiran gulma pada pertanaman kelapa sawit, antara lain dapat mempengaruhi kuantitas dan kualitas produksi tandan buah segar (TBS) hingga 20%, gangguan terhadap pertumbuhan tanaman, peningkatan serangan hama dan penyakit, gangguan tata guna air, dan secara umum akan meningkatkan peningkatan biaya usaha tani (Sarjono & Zaman, 2017). Kondisi jarak tanam yang cukup lebar dan penutupan kanopi yang sangat lambat memicu cahaya matahari dengan leluasa mencapai permukaan tanah yang kaya dengan potensi gulma (Hakim, 2007). Beberapa jenis gulma yang dikendalikan di perkebunan kelapa sawit, yaitu gulma jenis daun lebar seperti *Borreria latifolia*, *Clidemia hirta*, dan *Melastoma malabathricum*, jenis gulma golongan gulma daun sempit seperti *Imperata cylindrica*, *Panicum trigonum*, jenis gulma dari golongan teki seperti *Cyperus rotundus* (Jack, 2014).

Dampak gulma terhadap efisiensi pemupukan, antara lain mengurangi ketersediaan nutrisi tanaman utama karena sudah diserap oleh gulma. Kedua, persaingan nutrisi antara gulma dan tanaman utama. Ketiga, terjadinya peningkatan biaya pemupukan untuk mencukupi kebutuhan tanaman budidaya (Azmi & Rizal, 2021). Menurut Sarjono & Zaman (2017) jenis pengendalian yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi dampak dari gulma adalah dengan pengendalian gulma secara manual yang dilaksanakan pada areal piringan, pasar pikul, & TPH dan gawangan. Pengendalian gulma secara kimiawi bisanya dilakukan dengan semprot piringan, pasar pikul, & TPH, semprot gawangan, dan pemberantasan lalang.

2.5 Serangan Hama

Hama merupakan salah satu kendala dalam budidaya tanaman kelapa sawit. Hama menimbulkan kerusakan fisik, seperti gigitan, tusukan, gesekan dan lain-lain (Widians & Rizkyani, 2020). Kerusakan fisik dan terganggunya aktivitas fisiologis tanaman

akibat serangan hama dapat mempengaruhi penyerapan dan penggunaan nutrisi dari pupuk. Serangan hama memungkinkan terjadinya penurunan produksi sampai 70% kerusakan bisa mencapai 100% apabila terserang penyakit dalam waktu yang bersamaan (Febriana et al., 2020).

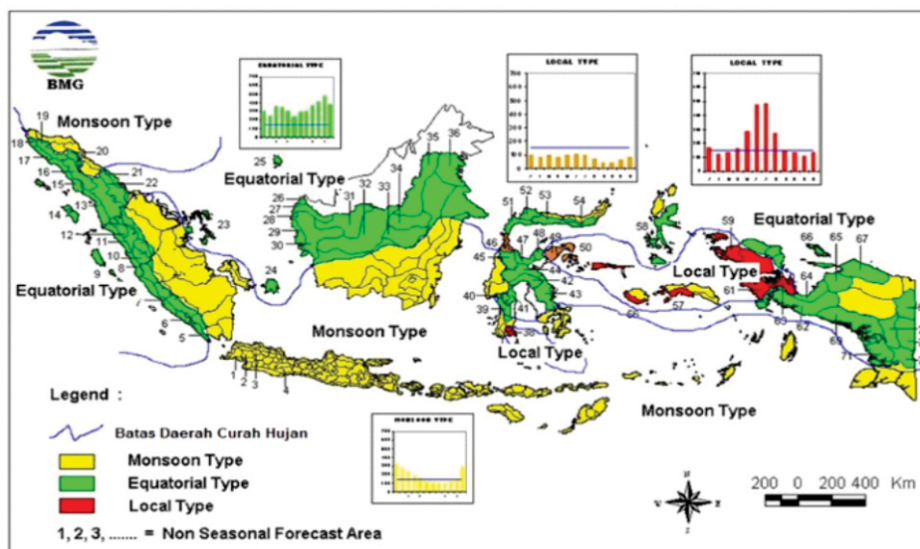
Hama yang umumnya dijumpai pada tanaman kelapa sawit, yaitu tikus, ulat api dan kumbang tanduk (Muliani et al., 2017). Direktorat Perlindungan Perkebunan menjelaskan total luas serangan hama pada tanaman kelapa sawit pada tahun 2014 sebesar 78.764,31 ha didominasi oleh serangan ulat api dan tikus. Hama dan penyakit lebih mudah menyerang tanaman dengan kondisi unsur hara rendah. Selain itu, pemberian pupuk yang berlebihan memberi daya tarik hama dan mendorong populasi hama berkembang lebih besar, pertumbuhan tanaman berlebihan, tetapi lebih rentan terhadap serangan hama (Ardi et al., 2018).

3. PRINSIP PEMUPUKAN

3.1 Tepat Waktu

Waktu pemupukan umumnya didasarkan pada kondisi curah hujan (Pradiko et al., 2021; Pramana & Afrillah, 2022; Mahyendra et al., 2023; Afifudin et al., 2023; Andayani et al., 2008; Panggabean & Purwono 2017). Pemupukan akan berlangsung optimal apabila curah hujan berkisar 100-250 mm per bulan dengan batas minimal 60 mm per bulan dan batas maksimal 300 mm per bulan (PPKS, 2005; Herdiansyah & Lontoh, 2018; Fatiyah, 2013; Siregar et al., 2006; Panggabean & Purwono, 2017; Budiargo et al., 2015). Pada kondisi ini, tanah cukup basah (tetapi belum jenuh), sehingga memudahkan terserapnya unsur hara oleh tanaman.

Pola curah hujan di Indonesia berbeda-beda pada setiap wilayahnya. Terdapat 3 jenis pola curah hujan di Indonesia, yaitu pola hujan ekuatorial, monsoonal, dan lokal (Munandar, 2008). Pola curah hujan ekuatorial cenderung memiliki curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun. Pola curah hujan monsoonal memiliki perbedaan musim kemarau dan penghujan yang tegas. Sementara itu, pola curah hujan lokal umumnya memiliki pola khas yang berbeda dengan kedua pola hujan yang disebutkan sebelumnya (Pradiko et al., 2016).



Gambar 2. Pola Curah hujan tahunan di Indonesia (Geografi, 2017)

Viabilitas curah hujan per bulan pada tiap daerah yang beragam menjadikan penyusunan jadwal pemupukan cukup sulit dilakukan. Pradiko et al. (2021) mengemukakan bahwa penentuan jadwal pemupukan dengan seri data yang panjang akan lebih akurat, sehingga frekuensi pemupukan yang lebih sering (3-4 kali) akan mengurangi kehilangan hara akibat curah. Pemupukan biasanya dilakukan sebanyak dua kali dalam setahun, yakni semester 1 dilakukan antara bulan Januari sampai Juli dan semester 2 antara bulan Agustus sampai Desember (Aprilia, 2020).

Penyusunan program pemupukan harus memperhatikan dua faktor utama yaitu kondisi tanah dan iklim. Pemupukan harus dilakukan ketika tanah cukup lembab untuk melarutkan unsur hara dalam tanah. Penentuan waktu dalam pemupukan sangat penting untuk diperhatikan untuk mengurangi kehilangan hara akibat limpasan permukaan (*run off*), pencucian (*leaching*), atau penguapan (Pradiko et al., 2021).

3.2 Tepat Jenis

Kelapa sawit merupakan tanaman yang memerlukan beberapa jenis pupuk yang mengandung unsur hara makro (N, P, dan K), sekunder (Ca dan Mg) dan mikro (B, Zn, dan Cu) (Khalida & Lontoh, 2019). Karsino & Islan (2015)

menyebutkan bahwa unsur hara esensial dalam pemupukan tanaman kelapa sawit meliputi N, P, K, Mg, Cu, dan B. Dalam pemilihan jenis pupuk aspek teknis dan ekonomis harus dipertimbangkan. Beberapa dasar pertimbangan yang diharuskan dalam penentuan jenis pupuk, antara lain umur tanaman, gejala defisiensi hara, kondisi lahan, dan harga pupuk (Budiargo et al., 2015). Jenis pupuk untuk tanaman kelapa sawit dikelompokkan kedalam lima kelompok, yaitu: pupuk tunggal, pupuk campuran, pupuk majemuk, pupuk lambat tersedia dan pupuk organik (Herdiansah & Lontoh, 2018).

Namun, jenis pupuk yang umum digunakan untuk tanaman kelapa sawit adalah pupuk tunggal dan majemuk yang dapat dibedakan berdasarkan jumlah hara. Pupuk tunggal menyediakan hara yang dibutuhkan secara langsung dan tepat. Akan tetapi, pupuk majemuk lebih efisien dari pada pupuk tunggal apabila ditinjau dari segi distribusi, penyimpanan, dan aplikasi (Khalida & Lontoh, 2019; Juliansah & Supijatno, 2018). Jenis pupuk yang diaplikasikan pada tanaman kelapa sawit harus sudah melewati uji laboratorium yang dapat dilakukan oleh perusahaan itu sendiri atau instansi yang telah memenuhi Standard Nasional Indonesia (SNI). Berikut merupakan jenis pupuk yang direkomendasikan dalam pemupukan tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM).

Tabel 4. Jenis pupuk pada tanah gambut dan mineral.

Umur Tanaman	Jenis Pupuk			
	Tanah Gambut		Tanah mineral	
	Semester 1	Semester 2	Semester 1	Semester 2
03-04	Urea, RP, MOP,	Urea, RP, MOP,		
05-08	Dolomit, Borax,	Dolomit, Borax,	Urea, TSP, MOP,	Urea, TSP, MOP,
09-15	CuSO ₄ , ZnSO ₄	CuSO ₄ , ZnSO ₄	Dolomit	Dolomit
16-20				
>20				

Sumber: PPKS, 2020

Berdasarkan tabel jenis pupuk tersebut, jenis pupuk pada tanah gambut lebih banyak dibutuhkan dikarenakan pada tanah gambut terjadi defisiensi unsur hara mikro terutama Cu dan Zn (Lubis et al., 2019). Beberapa perkebunan juga ada yang mengaplikasikan pupuk organik. Pupuk organik dapat berasal dari limbah padat ataupun cair kelapa sawit. Limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit dimanfaatkan sebagai pupuk organik dalam bentuk kompos. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam TKKS sebagian besar mengandung unsur hara kalium. Tajuddin (2006) menyatakan bahwa TKKS memiliki kandungan kalium mencapai 1,46-2,41%.

Penggunaan TKKS diharapkan dapat mampu mengurangi penggunaan pupuk kalium untuk efisiensi biaya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Juliansyah & Supijatno (2018), penggunaan TKKS sebagai pengganti pupuk kalium menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan produktivitas hingga mencapai 11,7%. Dengan menerapkan pendekatan pemupukan yang menitikberatkan pada kualitas dan kuantitas unsur hara, maka tanaman akan mampu tumbuh optimal, menghasilkan buah berkualitas dan meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan.

3.3 Tepat Dosis

Kebutuhan jumlah hara yang tepat bagi tanaman

akan mempengaruhi produktivitas tanaman. Setiap pupuk harus diaplikasikan dengan takaran yang telah melalui proses standarisasi. Pupuk harus diaplikasikan sesuai rekomendasi ke kebun untuk mendapatkan jaminan pertumbuhan yang baik dan seragam (Juliansyah & Supijatno, 2018). Dosis pupuk untuk setiap tanaman berbeda, tergantung kondisi dan umur tanaman. Pertimbangan yang digunakan dalam penentuan dosis pupuk agar tanaman tidak mengalami defisiensi, meliputi hasil analisis daun dan tanah, realisasi produksi 5 tahun sebelumnya, realisasi pemupukan tahun sebelumnya, data curah hujan minimal 5 tahun sebelumnya, serta hasil pengamatan lapang yang meliputi gejala defisiensi hara, kultur teknis, panen, dan kesuburan tanah (Khalida & Lontoh, 2019).

Hidayat (2012) menyatakan bahwa tepat dosis artinya pemberian pupuk harus sesuai dengan kebutuhan tanaman dalam jumlah tidak berlebihan dan juga tidak kekurangan. Dosis pupuk yang berlebihan akan menambah biaya pemupukan dan merugikan tanaman. Panggabean & Purwono (2017) menyatakan bahwa dosis pupuk yang direkomendasikan didasarkan pada berbagai faktor antara lain: unsur hara yang terbawa saat panen, unsur hara yang termobilisasi dalam batang dan pelepah, serta estimasi kehilangan unsur hara. Berikut merupakan standar dosis pupuk yang direkomendasikan dalam pemupukan tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM).

Tabel 5. Dosis Pupuk (Tanah Mineral)

Umur	Dosis pupuk (kg/pohon)								
Tanam	Semester 1					Semester 2			
an	Urea	TSP	MOP	Dolomit	Borax	Urea	TSP	MOP	Dolomit
3-4	1,25	1,00	1,25	1,25	0,10	1,25	0,50	1,25	1,00
5-8	1,25	1,25	1,50	1,25	0,13	1,50	0,50	1,25	1,25
9-15	1,75	1,25	1,50	1,50	0,10	1,50	0,75	1,50	1,25
16-20	1,25	1,25	1,50	1,25	0,10	1,50	0,50	1,25	1,25
>20	1,25	1,00	1,25	1,25	0,08	1,25	0,75	1,00	1,00

Sumber: Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

Tabel 6. Dosis Pupuk (Tanah Gambut)

Umur	Dosis pupuk (kg/pohon)						
Tanaman	Semester 1						
	Urea	RP	MOP	Dolomit	Borax	CuSO	ZnSO
3-4	1,25	1,25	1,5	1,50	0,05	0,05	0,04
5-8	1,5	1,5	1,75	1,50	0,075	0,06	0,05
9-15	1,5	1,75	2	1,50	0,1	0,075	0,05
16-20	1,5	1,5	1,75	1,50	0,075	0,06	0,05
>20	1,25	1,5	1,5	1,50	0,05	0,05	0,05
Umur	Semester 2						
Tanaman	Urea	RP	MOP	Dolomit	Borax	CuSO	ZnSO
3-4	1,25	0,75	1,25	0,75	0,05	0,035	0,035
5-8	1,25	0,75	1,5	1	0,05	0,05	0,035
9-15	1,5	1	1,5	1,25	0,05	0,05	0,05
16-20	1,25	0,75	1,5	1	0,05	0,05	0,05
>20	1,25	0,75	1,25	0,75	0,05	0,05	0,05

(continued)

Umur	Total						
Tanaman	Urea	RP	MOP	Dolomit	Borax	CuSO	ZnSO
3-4	2,5	2	2,75	2,25	0,1	0,05	0,04
5-8	2,75	2,25	3,25	2,50	0,125	0,06	0,05
9-15	3	2,75	3,5	2,75	0,15	0,075	0,05
16-20	2,75	2,25	3,25	2,50	0,125	0,06	0,05
>20	2,5	2,25	2,75	2,25	0,1	0,05	0,05

Sumber: Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

3.4 Tepat Cara

Penempatan pupuk yang tepat pada bagian perakaran yang efektif dalam menyerap hara merupakan salah satu upaya agar pemupukan efektif dan efisien. Penentuan cara aplikasi pupuk dilakukan dengan beberapa pertimbangan, diantaranya jenis pupuk, efisiensi, ketersediaan alat, kondisi lahan, unsur tanaman topografi lahan, dan kondisi drainase tanah (Khalida & Lontoh, 2019; Juliansyah & Supijatno, 2018). Terdapat dua metode pemupukan yang umum dilakukan pada kelapa sawit, yaitu sistem tebar (*broadcast system*) dan sistem benam (*pocket system*) (Khalida & Lontoh, 2019; Mahyendra et al., 2023; Sutarta et al., 2021).

Pemberian pupuk dengan sistem tebar diaplikasikan merata di dalam piringan (Ginting et al.,

2021). Pupuk yang ditebar tidak boleh menumpuk, menggumpal dan piringan harus bersih dari gulma (Mahyendra et al., 2023). Hal tersebut sejalan dengan PPKS (2005), yang menyatakan bahwa penebaran pupuk di areal gulma menyebabkan pupuk terbuang sia-sia. Ketepatan cara ini bertujuan agar hara yang diberikan terserap dengan maksimal dan meminimalisasi kehilangan hara. Pemberian dengan sistem benam (*pocket*) dilakukan dengan menebar pupuk pada lubang yang telah dibuat dengan kedalaman tertentu di sekitar piringan (Pahan, 2011). Sistem ini dianjurkan pada penggunaan jenis pupuk yang mudah mengalami penguapan seperti urea. Selain itu penggunaan sistem ini juga disarankan pada areal yang bertopografi berbukit (*rolling*) untuk mengurangi kehilangan pupuk khususnya pupuk yang mengandung unsur N, K, dan Mg (PPKS, 2020).

Tabel 7. Keunggulan dan kelemahan metode aplikasi pupuk

Metode	Keunggulan	Kekurangan
Benam (<i>pocket</i>)	Menekan kehilangan hara dari pupuk yang diaplikasikan lewat <i>runoff</i> dan penguapan terutama untuk pupuk urea (sumber hara nitrogen) yang memiliki higroskopisitas dan kelarutan tinggi (Herdiansah & Lontoh, 2018).	Menyebabkan pupuk tidak terdistribusi merata di area cakupan akar tanaman sehingga serapan hara oleh tanaman menjadi terbatas (Ginting et al., 2021). Memakan biaya lebih besar dibanding metode tebar karena pembuatan lubang (Herdiansah & Lontoh, 2018; Andayani et al., 2008; Mahyendra et al., 2023).

(continued)

Metode	Keunggulan	Kekurangan
Tebar (broadcast system)	• Lebih mudah diserap akar, dikarenakan banyak perakaran aktif tanaman kelapa sawit sampai ke permukaan tanah (Arfanda, 2019). • Pengaplikasian lebih mudah dan murah karena tidak mengeluarkan biaya untuk pembuatan lubang (Herdiansah & Lontoh, 2018; Andayani <i>et al.</i>, 2008; Mahyendra <i>et al.</i>, 2023)	• Mudah tercuci atau hilang karena penguapan (Andayani <i>et al.</i>, 2008).

Cara penaburan pupuk pada intinya diaplikasikan di daerah perakaran yang dominan menyerap hara. Cara dan tempat penaburan pupuk yang diaplikasikan berpengaruh terhadap persentasi pupuk yang diserap oleh tanaman (Panggabean & Purwono, 2017). Lubis (2008) mengemukakan bahwa penaburan pupuk dilakukan pada radius 2 m dari pelepah yang berbentuk “U-Shape”, karena akar

tersier dan kuartener yang aktif menyerap hara lebih banyak berada dibawah pelepah dan gawangan mati dibanding pada piringan. Jenis pupuk yang dibenam adalah Chelated Zincoper pada jarak 50 cm dari pokok tanaman. Terdapat beberapa kendala/hambatan di lapangan terkait metode pengaplikasian yang tidak tepat cara sesuai dengan yang direkomendasikan.

Tabel 8. Kendala/hambatan pemupukan yang dialami di lapangan.

No.	Peneliti	Kendala
1.	Juliansyah & Supijatno, 2018	• Tenaga penabur cenderung melakukan aplikasi tepat pada ujung tajuk mengarah ke luar sehingga banyak pupuk yang melebihi batas standar. • Pengaruh bahan pupuk yang berat membuat tenaga tabur kesulitan melakukan penaburan sehingga hasilnya tidak tepat cara sesuai dengan yang direkomendasikan
2.	Panggabean & Purwono, 2017	• Beberapa penabur dari awal kerja lebih mementingkan output/HK tercapai sehingga mengesampingkan penaburan secara tepat. • Tenaga kerja penabur mengacu pada prinsip asalkan pupuk sudah tertabur pada tanaman. • Tenaga kerja penabur yang masih baru dapat dikatakan belum memiliki kapasitas yang memadai jika dibandingkan penabur yang sudah lama.

(continued)

No.	Peneliti	Kendala
		Selain itu disebabkan oleh faktor usia penabur.
3.	Budiargo <i>et al.</i> , 2015	Piringan yang kurang bersih dan diameter piringan yang kurang memenuhi standar menjadi penyebab angka ketepatan cara belum mencapai 90%, sehingga dapat ditingkatkan dengan menjaga kebersihan piringan dan diameter piringan tersebut.
4.	Herdiansah & Lontoh, 2018	Kurangnya kemampuan penabur dalam mengaplikasikan pupuk. Penyelesaian masalah dapat dilakukan dengan memberikan pengarahan dan pengawasan kepada penabur sebelum aplikasi pemupukan.
5.	Khalida & Lontoh, 2019	Ketidaktepatan cara pada sistem tebar dikarenakan kesalahan penabur yang melakukan penaburan pada satu sisi piringan terutama pada tanaman-tanaman yang terakhir dipupuk dalam satu gawangan.

KESIMPULAN

Pada pemupukan tanaman menghasilkan (TM) kelapa sawit, konsep 4T (tepat jenis, tepat dosis, tepat waktu dan tepat cara) menjadi landasan yang sangat penting. Menentukan pupuk yang tepat untuk kebutuhan nutrisi tanaman kelapa sawit merupakan langkah awal yang penting dalam mencapai efisiensi dan efektivitas pemupukan. Dosis pupuk harus dihitung secara cermat berdasarkan analisis tanah untuk menghindari penggunaan berlebihan yang dapat membahayakan lingkungan. Pemberian dosis pupuk yang tepat pada tanaman kelapa sawit memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan yang optimal, hasil panen yang melimpah, dan keberlanjutan produktivitas perkebunan. Pemupukan pada waktu yang tepat akan menjamin pasokan unsur hara tercukupi pada saat tanaman paling membutuhkannya. Terakhir, pemilihan metode pemupukan yang efektif mendukung efisiensi penggunaan pupuk. Keseluruhan konsep 4T memberikan panduan komprehensif mengenai pertanian kelapa sawit yang cerdas, berkontribusi terhadap hasil yang optimal dan menjaga keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifuddin, Hariyadi, & Suwanto. (2023). Manajemen Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Tanaman Menghasilkan di Kebun Petapahan, Kampar, Riau. *Buletin Agrohorti*, 11(1), 51-58. <https://doi.org/10.29244/agrob.v11i1.46582>
- Andayani D, Adiwirman & Wachjar A. (2008). Pengelolaan Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tanaman Menghasilkan Di PT Era Mitra Agro Lestari (BSP Group), Sarolangon, Jambi. *Institut Pertanian Bogor*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/35482>
- Aprilia E. (2020). Pemupukan Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PT. Bumi Palma Lestari, Bagan Jaya Kecamatan Enok Kabupaten Indragiri Hilir Riau. <https://doi.org/10.32520/jai.v6i2.1469> *Universitas Islam Indragiri*.
- Ardi, Ezward C, & Pramana A. (2018). Intensitas Serangan Hama Ulat Api (Setora Nitens) Di Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*

- Jacq.) Pada Tanaman Menghasilkan (TM) Di Desa Simpang Raya. Kabupaten Kuantan Singingi. Teluk Kuantan. *Universitas Islam Kuantan Singingi*. <https://doi.org/10.37303/v14i1.36>
- Arfanda, B. (2019). Manajemen Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Tanah Gambus PT. Socfin Indonesia, Sumatra Utara [skripsi]. Bogor: *Institut Pertanian Bogor*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/100926>
- Azmi A, & Rizal A. (2021). Identifikasi Gulma Pada Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan Setelah Aplikasi Kompos dan Tandan Kosong di PT Bangun Tata Lampung Asri (Sungai Budi Group). *Jurnal Pengelolaan Perkebunan*. <http://ojs.poltekklpp.ac.id/index.php/JPP/index>
- Bah, A., Husni, M. A. ., Teh, C. B. S., Rafii, M. Y., & Omar, S. R. (2014). Editorial Board. In: Ahmad & N. A. Adam (Eds.), *Nutrients loss by surface runoff in an immature oil palm field under controlled-release and soluble conventional mixed fertilizer* (Issue 1, pp. 41–44). <https://doi.org/10.2458/56.17927>
- Budiargo A, Poerwanto R & Sudrajat. (2015). Manajemen Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Kelapa Sawit, Kalimantan Barat. *Institut Pertanian Bogor*. <https://doi.org/10.29244/agrob.v3i2.14986>
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2022. Statistik Perkebunan Unggul Nasional 2020-2022: Kelapa Sawit Direktorat Jenderal Perkebunan, *Departemen Pertanian*.
- Fatihah, H. N. (2013). Manajemen pemupukan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) tanaman menghasilkan di Angkasa Estate PT. Ladangrumpun Suburabadi, Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/67561>
- Febriana, Yusniwati, & Siska Efendi. (2020). Inventarisasi Hama Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Daerah Endemik Serangan Di Kabupaten Dharmasraya. *Universitas Andalas Dharmasraya*. Vol. 19 (1). <https://doi.org/10.31293/af.v19i1.4476>
- Foong S.F. (1993). Potential evapotranspiration, potential yield and leaching losses of oil palm. In: Proc.1991 PORIM Int. Palm Oil Conf. Agriculture (Ed.by Y. Basironetal.),pp.105–119, *Palm Oil Research Institute of Malaysia*, Kuala Lumpur
- Ginting E N, Rahutomo S, & Sutarta E S. (2021). Efisiensi Relatif Pemupukan Metode Benam (Pocket) Terhadap Metode Tebar (Broadcast) Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Warta PPKS*, 2021, 26(2): 81-92. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i2.62>
- Ginting E N, Sutandi A, Nugroho B, & Indriyati L T. (2013). Rasio dan Kejenuhan Hara K, Ca, Mg di Dalam Tanah untuk Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.). *Tanah Lingkungan*, 15 (2). <https://doi.org/10.29244/jitl.15.2.60-65>
- Ginting, E. N., Rahutomo, S., & Sutarta, E. S. (2018). Efisiensi Serapan Hara Beberapa Jenis Pupuk Pada Bibit Kelapa Sawit Nutrients Use Efficiency of Several Types of Fertilizers on the Oil Palm Seedling. 26(2), 79–90
- Geografi. (2017). Peta Sebaran Curah Hujan di Indonesia.
- Hakan, C., B.A. Baris, G. Serhat, & V.K. Ali. (2010). Effect of Potassium and Iron on Macro Element Uptake of Maize. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97. [http://zemdirbyste-agriculture.lt/97\(1\)tomas/97_1_tomas_str2.pdf](http://zemdirbyste-agriculture.lt/97(1)tomas/97_1_tomas_str2.pdf)
- Hakim, M. (2007). Kelapa Sawit, Teknis Agronomis dan Manajemennya. Lembaga. Pupuk Indonesia. Jakarta.
- Herdiansah R & Lontoh A P. (2018). Manajemen Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Rambutan Sumatera Utara. *Institut Pertanian Bogor*. <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i2.22529>
- Hidayat, W. (2012). Manajemen pemupukan pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Tambusai Estate, PT. Panca Surya Agrindo, First Resources Ltd., Kabupaten Rokan Hulu, Riau. *Institut Pertanian Bogor*. 3 (2): 177-184. <https://doi.org/10.56211/Tabela.v1i2.269>

- Jac,. (2014). Jenis Gulma Pada Perkebunan Sawit. http://jac.com/2014/10/jenis_gulma_pada_perkebunan_sawit.html.
- Juliansyah G & Supijatno. (2018). Manajemen Pemupukan Organik dan Anorganik Kelapa Sawit di Sekunyir Estate, Kalimantan Tengah. *Institut Pertanian Bogor*. 6(1): 32-41. <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i1.16821>
- Karsino E & Islan. (2015). Implementasi Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Pola Perkebunan Kkpa Pada Lahan Gambut Di Kabupaten Rokan Hilir Dan Kabupaten Siak. *Universitas Riau*. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/6254>
- Kee KK, & Chew PS. (1996). Nutrient Losses through Surface Runoff and Erosion- Implications for Improved Fertilizer Efficiency in mature Oil Palm," *Applied Agricultural Research Sdn.Bhd.*, Locked Bag no. 212.
- Khalida R & Lontoh A P. (2019). Manajemen Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), Studi Kasus pada Kebun Sungai Sagu, Riau. *Institut Pertanian Bogor*. <https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.238-245>
- Limbong, R. K. (2011). Manajemen Pemupukan Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Gunung Sari Estate, PT. Ladangrumpun Suburabadi, Minamas Plantation, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Bogor: IPB. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/53357>
- Lubis, A.U., (2008). Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Indonesia, Edisi 2. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan, Sumatera utara.
- Lubis D A R, Ningsih T & Manurung S. (2019). Kajian Biaya Pemupukan Tanaman Menghasilkan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Divisi F Kebun Sei Kalam Pt. Asam Jawa. <https://ejurnal.stipap.ac.id/index.php/JAE>
- Maene LM, Tong KC, Ong TS, Mokhtaruddin AM. (1979). "Surface washunder matureoilpalm," in Proceedings of the Symposium on Water in Malaysian Agriculture, MSSS, *Kuala Lumpur,Malaysia*. pp. 203–216,
- Mahyendra S, Hariadi & Maharijaya A. (2023). Evaluasi Teknis Dan Manajerial Kegiatan Pemupukan Kelapa Sawit Di Kabupaten Landak, Kalimantan Barat. *Institut Pertanian Bogor*. Indonesia. <https://doi.org/10.29244/agrob.v11i2.47135>
- Muliani S, Ridwan A & Saputra H J. (2017). Tingkat Serangan Beberapa Jenis Hama Pada Pertanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Pt Widya Unggul Lestari, Kabupaten Mamuju. *J. Agropantae*, Vol.6, No. 1 (2017) Juli : 29 – 33 . <https://doi.org/10.51978/agro.v6i2.42>
- Munandar M. A. (2008). *Analysis Of Rain Frequency 150mm/3 Days Over Jakarta And Surrounding 1985-2007*. 10.13140/RG.2.2.20935.01448
- Nazari Y A. (2020). Kondisi Status Hara Tanah dan Jaringan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) BPSBP KALIMANTAN SELATAN. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ziraah/article/view/3375>
- Ningsih T, Amalia R, & Sitorus A R. (2022). Sistem Manajemen Pemupukan Tanaman Menghasilkan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *National ConferenceProceedings of Agriculture*. Medan . <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.318>
- Omoti, U., Ataga, D. O., & Isenmila, A. E. (1983). Leaching losses of nutrients in oil palm plantations determined by tension lysimeters. *Plant and Soil*, 73(3), 365–376. <https://doi.org/10.1007/BF02184313>
- Pahan, I. (2011). Kelapa Sawit :Manajemen dari Hulu hingga Hilir. Penebar. Swadaya. Jakarta.
- Panggabean S M & Purwono. (2017). Manajemen Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Pelantaran Agro Estate, Kalimantan Tengah. Institut Pertanian Bogor. <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i3.16469>
- Pardamean, M. (2011). Sukses Membuka Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit. *Penebar Swadaya, Jakarta*. <http://opac.peRPusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=171771>
- Poeloengan, Z., Erningpraja, L. (1994). Usaha-usaha

- peningkatan efisiensi pemupukan tanaman kelapa Sawit.
- PPKS. (2005). Pemupukan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Pradiko I, Ginting E N, Darlan N H, Winarna, & Siregar H H. (2016). Hubungan Pola Curah Hujan Dan Performa Tanaman Kelapa Sawit Di Pulau Sumatra Dan Kalimantan Selama El Niño 2015. *Warta PPKS*. 24(2): 87-96
- Pradiko I, Rahutomo S, Darlan N H, dan Siregar H H. (2021). Rekomendasi Waktu Pemupukan Untuk 22 Zona Perkebunan Kelapa Sawit Di Indonesia Berdasarkan Pola Curah Hujan. Sumatera Utara. *Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Warta PPKS*. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i2.48>
- Pramana Y A & Afrillah M. (2022). Manajemen Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tanaman Menghasilkan (TM) Di Divisi II Pt. Socfindo Kebun Seunagan Serambi *Journal of Agricultural Technology (S J A T)* . 4 (1) : 4 6 – 5 4 . <https://doi.org/10.32672/sjat.v4i1.4425>
- Prasertsak, P, Freney, J. ., Denmead, O. ., Saffigna, P. ., Prove, B. ., & Reghenzani, J. .(2002). Optimal portfolio choice under a liability constraint. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62(1–4), 229–239. <https://doi.org/10.1023/A>
- Rochette, P., Angers, D. A., Chantigny, M. H., MacDonald, J. D., Bissonnette, N., & Bertrand, N. (2009). Ammonia volatilization following surface application of urea to tilled and no-till soils: *A laboratory comparison. Soil and Tillage Research*, 103 (2) , 3 1 0 – 3 1 5. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.10.028>
- Saraswanti Group. (2017). Pupuk NPK Tanaman Perkebunan. PT Saraswanti Anugerah Makmur Tbk. Indonesia.
- Sarjono B Y & Zaman S. (2017). Pengendalian Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Bangun Koling. *Bul. Agrohorti*. 5(3): 384 – 391 (2017). <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i3.16484>
- Siregar, H., Darlan, N., Hidayat, T., Darmosarkoro, W., & Harahap, I. (2006). Hujan Sebagai Faktor Penting untuk Perkebunan Kelapa Sawit (Seri Buku). Medan: *Pusat Penelitian Kelapa Sawit*.
- Suharta. (2007). Karakteristik Dan Permasalahan Tanah marginal Dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan. *Jurnal Litbang Pertanian* , 2 9 (4) ; 1 3 9 - 1 4 6 . <https://media.neliti.com/media/publications/178951-ID-karakteristik-dan-permasalahan-tanah-mar.pdf>
- Sutarta, E. S., Ginting, E. N., Syarovy, M., & Listia, E. (2021). Evaluasi penggunaan alat manual dan alat mesin untuk membuat lubang pupuk pada aplikasi pemupukan cara benam (pocket system) (studi kasus di beberapa perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara). *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(2), 93-102.
- Sutarta, E. S., & Syarovy, M. (2019). Soil fertility and photosynthesis rate of oil palm showing white stripe symptoms in peat land in Labuhan Batu. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2), 127-140.
- Syarovy, M., Ginting, E. N., Wiratmoko, D., & Santoso, H. (2015). Optimalisasi pertumbuhan tanaman kelapa sawit di tanah spodosol. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 2(3), 340-347
- Tajuddin, M.H. (2006). Fertilizer management in oil palm to improve crop yields. *The Planter*. 82:25-30.
- Wahyuni L, Darma S, & Wayahdi M. R. (2014). Sistem Pakar Mengidentifikasi Gejala Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Informatik*. <http://e-journal.potensi-utama.ac.id/ojs/index.php/SNI/article/view/210/157>
- Widians J A & Rizkyani. (2020). Identifikasi Hama Kelapa Sawit menggunakan Metode *Certainty Factor*. *Universitas Mulawarman*. Vol. 12 No. 1, April 2020, p p . 5 8 - 6 3 . <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i1.526.58-63>

