

**PEMBANGUNAN SISTEM REKOMENDASI PEMUPUKAN BERBASIS  
WEB BAGI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT RAKYAT**

***DEVELOPMENT OF WEB-BASED FERTILIZATION RECOMMENDATION  
SYSTEM FOR SMALLHOLDER PALM OIL PLANTATION***

**Erick Firmansyah<sup>1</sup>, Shinta Ihtamma Dewi<sup>2</sup>, Arif Umami<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper**

**<sup>2</sup>Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas  
Islam Indonesia**

**ABSTRACT**

*Oil palm is a perennial crop that requires adequate nutrition throughout the year. Provision of plant nutrition through fertilization must appropriate to the specific needs of oil palm. Knowledge of the type of fertilizer, calculation of dosage, and assessment of climatic characteristics greatly affect the effectiveness and efficiency of fertilization. Farmers often fail to determine fertilizer recommendations through soil and leaf analysis due to costs and limited knowledge. The type, dose, and timing of fertilization is determined by internal and external factors of the crop. The development of the recommendation system involves 3 domains of knowledge on oil palm fertilization, namely the domain of land, crops, and climate. The calculation of nutritional requirements is based on the deficit between supply factors and nutrient depleting factors in the oil palm agroecosystem. The steps for determining the dosage of fertilizers start from calculating the nutrient deficit, identifying the type of fertilizer supplying nutrients, determining mathematical rules, and determining the timing of fertilization based on climatic data. The oil palm fertilization recommendation system is displayed in an interface format in the form of a website (<http://smartferti.com/>).*

*Key-words: website, fertilization, oil palm*

**INTISARI**

Kelapa sawit merupakan tanaman perennial yang membutuhkan ketercukupan nutrisi sepanjang tahun. Penyediaan nutrisi tanaman melalui pemupukan harus sesuai dengan kebutuhan spesifik kelapa sawit. Pengetahuan tentang jenis pupuk, perhitungan dosis, dan penaksiran karakteristik iklim sangat mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pemupukan. Penentuan rekomendasi pemupukan melalui analisis tanah dan daun seringkali tidak dapat dilakukan oleh petani akibat faktor biaya dan pengetahuan yang terbatas. Penentuan jenis, dosis, dan waktu pemupukan ditentukan oleh factor internal dan eksternal tanaman. Pembangunan sistem rekomendasi melibatkan 3 domain pengetahuan pemupukan kelapa sawit, yaitu domain tanah, tanaman, dan iklim. Perhitungan kebutuhan nutrisi didasarkan pada defisit antara unsur pemasok dan unsur penghilang nutrisi pada agroekosistem kelapa sawit. Langkah penentuan dosis pupuk diawali dari perhitungan defisit nutrisi, identifikasi jenis pupuk penyuplai nutrisi, penentuan aturan matematis, dan penentuan waktu pemupukan berdasarkan data iklim. Sistem rekomendasi pemupukan kelapa sawit ditampilkan dengan format antarmuka berupa website (<http://smartferti.com/>).

**Kata kunci:** *website, pemupukan, kelapa sawit*

---

<sup>1</sup> Alamat penulis untuk korespondensi: Erick Firmansyah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Stiper 55282. e-mail: [erick@instiperjogja.ac.id](mailto:erick@instiperjogja.ac.id)

## PENDAHULUAN

Pembangunan sektor perkebunan kelapa sawit merupakan bagian integral dari pembangunan nasional. Berdasarkan surat Keputusan Menteri Pertanian Bernomor 833/KPTS/SR. 020/M/12/2019, luas lahan kelapa sawit di Indonesia mencapai 16,3 juta hectare yang tersebar di 25 provinsi.

Industri kelapa sawit Indonesia berkembang pesat selama beberapa dekade terakhir dan saat ini menjadi produsen dan eksportir teratas di dunia. Produk utama kelapa sawit adalah minyak kasar kelapa sawit (*crude palm oil*, CPO) dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*, PKO). Produksi CPO tahun 2019 mencapai 47,18 juta ton dan PKO sebesar 4,648 juta ton. Angka ini menunjukkan peningkatan produksi CPO sebesar 9,45% dan 8,6% untuk PKO jika dibandingkan dengan produksi tahun 2019 (Dirjenbun, 2019). Sementara itu stok minyak sawit Indonesia pada akhir tahun 2019 adalah 4,597 juta ton.

Luas areal kelapa sawit di Indonesia pada kurun waktu 1980–2020 selalu mengalami peningkatan. Jika pada tahun 1980 luas areal kelapa sawit Indonesia sebesar 294,56 ribu hektar, pada tahun 2016 menjadi 11,67 juta hektar. Pertumbuhan rata-rata selama periode tersebut sebesar 10,99% per tahun. Pada tahun 2019, luas lahan kelapa sawit di Indonesia mencapai 16,38 juta hektar yang tersebar di 25 provinsi (Dirjenbun, 2019; Effendi et al., 2018).

Berdasarkan status pengusaannya, perkebunan kelapa sawit dibedakan menjadi perkebunan rakyat (PR), perkebunan besar negara (PBN), dan perkebunan besar swasta (PBS). Dari ketiga jenis perusahaan tersebut, PBS menguasai 50,77% luas areal kelapa sawit Indonesia, PR 37,45%, dan PBN hanya 11,67%. Pada 2016, wilayah

yang dibudidayakan oleh petani kecil sawit diperkirakan mencapai 4,7 juta ha (atau 41%) dari keseluruhan lahan sawit di Indonesia (Hutabarat, 2017).

Efektivitas dan efisiensi pemupukan merupakan faktor yang sangat penting untuk meningkatkan produksi dan profitabilitas perusahaan kelapa sawit. Biaya yang dikeluarkan untuk pemupukan berkisar antara 40-60% dari biaya pemelintiran tanaman secara keseluruhan atau sekitar 24% dari total biaya produksi (Budiargo et al., 2015; Yosephine & Hidayat, 2016). Kesalahan dalam pemupukan berpotensi menyebabkan penurunan produksi dan keuntungan yang diperoleh dari perusahaan kelapa sawit.

Efektivitas pemupukan berhubungan dengan persentase nutrisi pupuk yang diserap tanaman. Pemupukan dikatakan efektif jika sebagian besar nutrisi pupuk diserap tanaman sedangkan efisiensi pemupukan berkaitan dengan hubungan antara biaya (bahan pupuk, alat kerja, dan upah) dengan tingkat produksi yang dihasilkan. Agar kebutuhan tanaman atas unsur nutrisi dapat tercukupi dengan tepat maka sebelum diadakan pemupukan terlebih dahulu perlu analisis kebutuhan unsur nutrisi tanaman tersebut.

Masih banyak masalah tentang pemupukan terutama dosis pemupukan, sebab pada kondisi tanah yang berbeda dan pada jenis tanaman serta umur yang berbeda maka dosis pemupukan cenderung berbeda. Idealnya bahwa aplikasi pemupukan adalah secara spesifik lokasi, namun disayangkan kendala keterbatasan biaya menyebabkan dosis pemupukan spesifik lokasi tidak dapat segera diperoleh.

Pemupukan yang baik harus tepat jenis, tepat dosis, tepat waktu dan tepat cara

pemberian (4T) (Natalia et al., 2016). Pemupukan yang baik perlu mempertimbangkan varietas tanaman, fase pertumbuhan dan umur tanaman, jenis tanah, defisiensi unsur nutrisi pada tanah, curah hujan, dan sifat sinergis dan antagonis kandungan unsur nutrisi yang terdapat pada pupuk (Warsito et al., 2016; Syakura et al., 2017).

Menurut (Firmansyah & Putra, 2019) ketersediaan pengetahuan pemupukan pada literatur sebagai sumber sekunder tidak memudahkan bagi petani karena tidak ringkas untuk mengambil keputusan pada tiap-tiap area perkebunan yang memiliki kondisi berbeda-beda. Adapun sumber primer yakni tenaga ahli, tidak selalu tersedia. Analisis daun dan tanah sangat jarang dilakukan oleh petani, akibat kurangnya pengetahuan dan biaya yang tinggi. Hal ini menyebabkan pemupukan spesifik lokasi tidak dapat diperoleh oleh petani.

Tyukin et al., (2017) mengatakan bahwa salah satu cara mentransfer pengetahuan kepada non ahli adalah menggunakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Kecerdasan buatan merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang membuat agar komputer dapat melakukan pekerjaan seperti yang dilakukan manusia (Yelapure & Kulkarni, 2012). Kecerdasan buatan memiliki banyak bidang terapan diantaranya sistem pakar dinamis (*dynamic expert system*).

Sistem pakar dinamis memungkinkan petani memperbaiki kualitas keputusan, termasuk di dalamnya keputusan terkait pemupukan dari waktu ke waktu. Sistem pakar dapat mengumpulkan, menyimpan, dan memproses pengetahuan pakar ke dalam suatu sistem komputer sehingga memungkinkan seorang non ahli menyelesaikan masalah seperti halnya yang

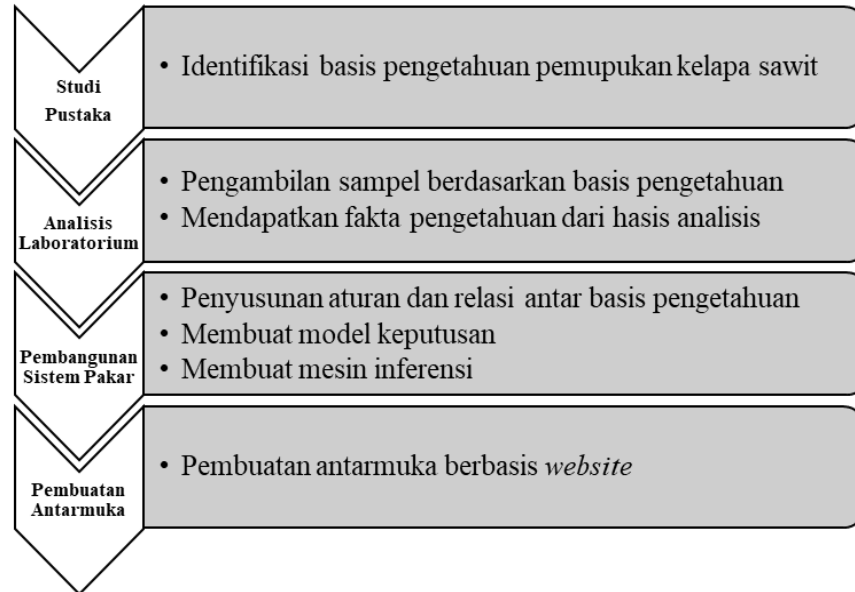
bisa dilakukan oleh seorang pakar sesuai waktu sebenarnya (*realtime*).

Sistem pakar pemupukan dapat memberikan rekomendasi pemupukan yang meliputi jenis, dosis, frekuensi, jumlah pupuk, dan waktu aplikasi secara dinamis. Adapun masukan yang diperlukan untuk memberikan rekomendasi tersebut meliputi data umur tanaman, populasi, produksi TBS, luas lahan, dan lokasi. Adapun data iklim diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) melalui <http://dataonline.bmkg.go.id> dan prediksi curah hujan diperoleh dari <http://accuweather.com>. Platform website dipilih sebagai antarmuka karena sifatnya yang mobile dan dapat diakses tanpa batasan waktu dan tempat.

## METODE PENELITIAN

Pembangunan website Sistem Rekomendasi Pemupukan Kelapa Sawit Rakyat ini dirancang untuk menciptakan suatu sistem edukasi pemupukan dan sistem pakar dinamis yang mampu memberikan rekomendasi pemupukan pada tanaman kelapa sawit. Studi pustaka, analisis laboratorium, dan pembangunan sistem pakar dilaksanakan di Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) pada Agustus – Desember 2020.

Sistem edukasi diwujudkan dalam bentuk menu baca dan download material prinsip praktek pemupukan yang baik (*good fertilizer practices*), praktek pengelolaan pemupukan terbaik (*best fertilizer management practices*), dan layanan diskusi. Adapun bagan alir pembangunan sistem pakar ditunjukkan pada Gambar 2. Pembangunan sistem pakar rekomendasi pemupukan terdiri dari empat sub-kegiatan, yang dimulai dari studi pustaka dan diakhiri dengan pembuatan antarmuka berbasis *website*.



Gambar 1. Bagan alir pembangunan sistem rekomendasi pemupukan

**Identifikasi Basis Pengetahuan.** Studi pustaka dilakukan untuk mengidentifikasi basis pengetahuan pada pemupukan kelapa sawit. Sebagaimana sistem pakar yang lain, sistem pakar ini dirancang dengan menggabungkan dasar – dasar pengetahuan dan membangun tindakan yang berasal dari premis – premis yang diketahui sehingga diperoleh idiomatik tertentu.

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan diketahui bahwa terdapat 3 domain pengetahuan pemupukan kelapa sawit, yaitu domain tanah, tanaman, dan iklim. Masing – masing domain pengetahuan tersebut terdiri dari atribut, sub-atribut, dan fakta pengetahuan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.

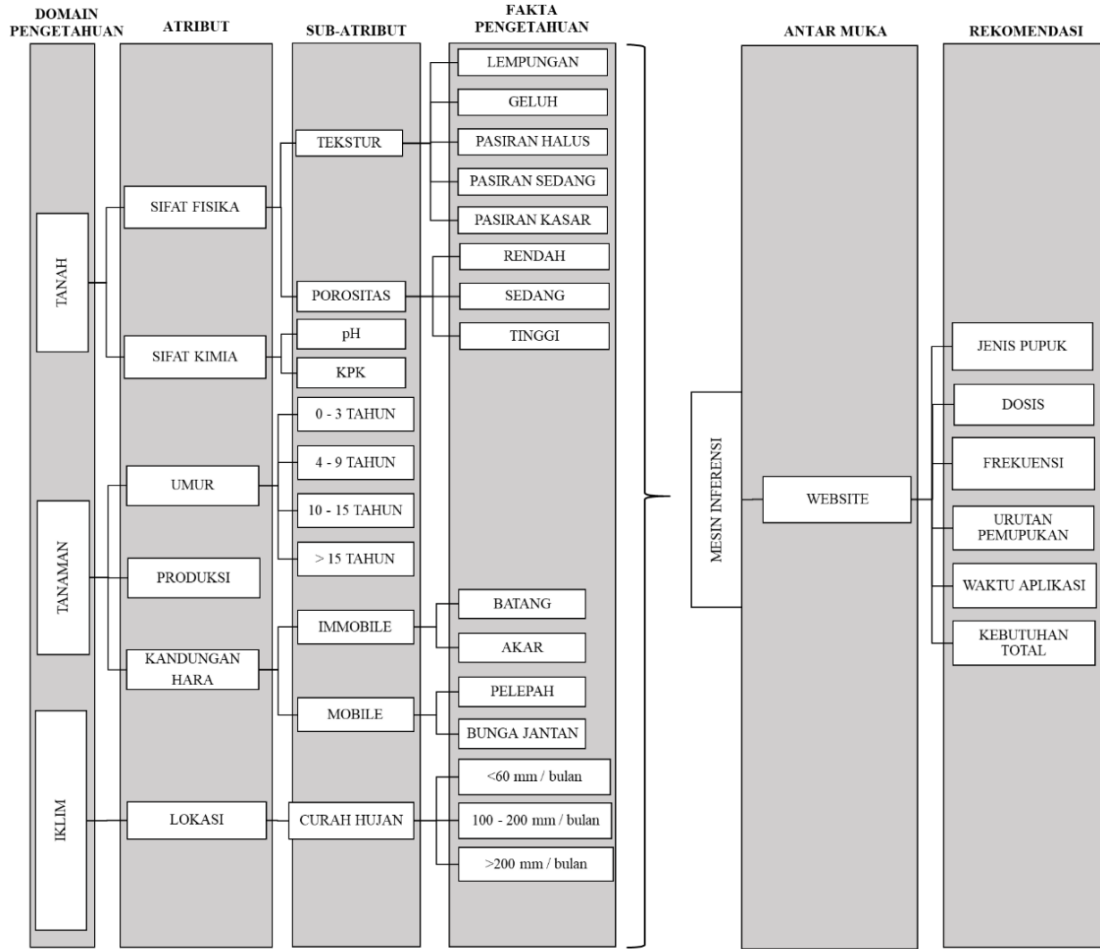
Hubungan antar-ketiga domain pengetahuan tersebut digunakan sebagai basis pembuatan aturan pemupukan. Aturan – aturan dimasukkan dalam working memory pada mesin inferensi. Hasil

perhitungan akan menjadi keluaran berupa rekomendasi pemupukan berisi jenis pupuk, dosis, frekuensi, urutan, waktu aplikasi dan kebutuhan total pupuk.

#### **Pembangunan Database System (Analisis Dinamika Nutrisi dan Data Iklim).**

Analisis dilakukan untuk memperoleh fakta – fakta yang berhubungan dengan perhitungan kebutuhan pemupukan. Adapun analisis tersebut meliputi:

1. Kandungan unsur nutrisi (N, P, K, Ca, dan Mg) bagian – bagian vegetatif (akar, batang, pelepah) dan generatif (bunga jantan dan tandan buah segar) kelapa sawit menghasilkan (9-15 tahun);
2. Persentase erosi, pencucian, dan pelimpasan N, P, K, Ca, dan Mg;
3. Data iklim (curah hujan).



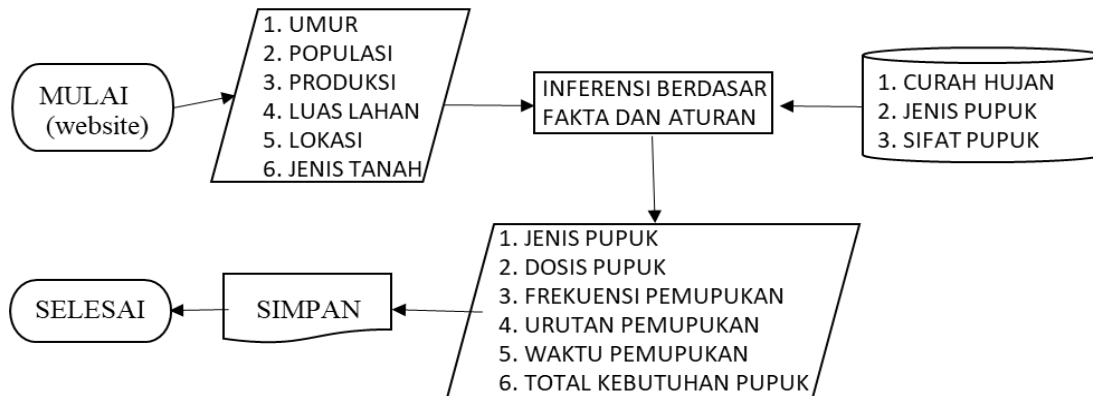
Gambar 2. Domain pemupukan kelapa sawit

**Penyusunan Mekanisme Pengambilan Kesimpulan.** Mesin inferensi disusun dengan metode penalaran runut maju (*forward chaining*) menggunakan aturan Jika- Maka (*If-Then*). Fakta – fakta hasil analisis kemudian disusun dalam bentuk aturan matematis sebagai berikut:

1.  $Kebutuhan\ nutrisi = (\sum\ nutrisi\ terbawa\ hasil\ ekonomis + \sum\ nutrisi\ jaringan + \sum$

$Kehilangan\ nutrisi\ dari\ tanah) - (\sum\ nutrisi\ jaringan\ yang\ terdaur\ ulang + \sum\ nutrisi\ pada\ tanah)$

2.  $Dosis = jenis\ pupuk\ dan\ kebutuhan\ nutrisi$
3.  $Waktu\ aplikasi = prediksi\ curah\ hujan$
4.  $Kebutuhan\ pupuk = luasan\ x\ SPH\ x\ dosis\ per\ pokok$



Gambar 3. Model keputusan rekomendasi pemupukan kelapa sawit

**Pembangunan Antar-muka.** Antar-muka yang dibangun adalah website dengan domain dot com (<http://smartferti.com>) Penggunaan antar muka dimulai dari mengakses *website* penyedia. Pengguna kemudian dapat memilih menu edukasi dan menu sistem pakar rekomendasi pemupukan. Untuk mengakses sistem rekomendasi pengguna akan diminta memasukkan fakta – fakta yang diperlukan untuk menjalankan perhitungan sesuai aturan pada mesin inferensi. Rekomendasi yang diberikan pada sistem rekomendasi ini adalah dosis pupuk, diikuti oleh jenis pupuk, dosis setiap frekuensi pemupukan, waktu pemupukan, dan total kebutuhan pupuk. Untuk dapat memberikan rekomendasi tersebut diperlukan tambahan fakta yang telah disiapkan sebelumnya seperti jenis pupuk, kandungan nutrisi pupuk, produksi TBS / ha, dan data iklim.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan pupuk kelapa sawit tergantung pada berbagai macam faktor yang beragam dari satu lingkungan dengan lingkungan yang lain (Foster, 2003). Perhitungan kebutuhan nutrisi bagi kelapa sawit juga harus mempertimbangkan faktor

tanaman. Kebutuhan nutrisi kelapa sawit terdiri dari tiga komponen, yaitu:

1. Nutrisi yang terbawa oleh tandan buah segar
2. Nutrisi yang diakumulasi dalam jaringan tanaman
3. Nutrisi yang hilang dari zona perakaran akibat erosi, pencucian (*leaching*), dan pelimpasan (*run off*)

Kebutuhan utama unsur nutrisi dalam agroekosistem kelapa sawit terutama adalah akumulasi dari ketiga komponen tersebut. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemupukan adalah waktu aplikasi dan frekuensi. Kedua faktor tersebut sangat ditentukan oleh curah hujan, sifat fisik tanah, ketersediaan pupuk, dan sifat antagonism atau sinergi dari kandungan pupuk.

**Analisis Dinamika Nutrisi dan Data Iklim.** Penentuan rekomendasi pemupukan menggunakan metode keseimbangan nutrisi (*nutrient balance methods*). Metode keseimbangan nutrisi mengasumsikan bahwa agroekosistem kelapa sawit adalah sistem tertutup, di sini kebutuhan nutrisi dihitung berdasarkan selisih antara

komponen penghilangan nutrisi (permintaan) dari sistem dengan komponen penambah nutrisi (pasokan) (Goh et al., 2003). Pada penelitian ini komponen penghilang nutrisi (permintaan) yang dipertimbangkan terdiri dari:

1. Akumulasi nutrisi pada bagian vegetatif tanaman (pelepah dan batang)
2. Akumulasi nutrisi pada bagian generatif (bunga jantan)
3. Produksi (tandan buah segar)
4. Kehilangan nutrisi melalui pencucian, limpasan, dan erosi

Laju pertumbuhan diasumsikan sebagai akumulasi nutrisi pada bagian tanaman dan tetap berada pada bagian tanaman hingga dilakukannya penanaman kembali (*replanting*). Produksi diartikan sebagai produksi bagian ekonomi yang tidak kembali ke dalam sistem, yaitu tandan buah segar (TBS). Kehilangan nutrisi oleh kerusakan hama dapat diabaikan pada sebagian besar kondisi kebun. Sementara beberapa bagian tanaman yang terpisah dari pohon namun tidak keluar dari sistem pada penelitian ini tidak dipertimbangkan sebagai komponen penghilang nutrisi.

Adapun komponen pemasok nutrisi pada sistem budidaya kelapa sawit yang dipertimbangkan dalam penyusunan

rekomendasi pemupukan adalah pada penelitian ini adalah:

1. Nutrisi yang terdaur ulang kembali pada sistem
2. Aplikasi pemupukan

Prinsip dasar yang akan dicapai dari analisis terhadap komponen penghilang dan pemasok nutrisi adalah untuk memperkirakan total permintaan pada agroekosistem kelapa sawit. Hasil tersebut kemudian dikonversi dalam bentuk suplai nutrisi melalui komponen pupuk. Analisis jaringan tanaman ditunjukkan pada Tabel 1. Sampel tanaman diperoleh dari beberapa lokasi perkebunan kelapa sawit rakyat di yang ada di Desa Kepenuhan Raya, Kecamatan Kepenuhan, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau (1°07'03.8"N 100°31'31.8"E).

Menurut (Sanputawong et al., 2017) efisiensi pemupukan yang optimal diperoleh jika pupuk diaplikasikan ketika tanah cukup lembab, yaitu curah hujan antara 100 dan 200 mm / bulan. Pemupukan tidak dilakukan ketika curah hujan yang lebih rendah dari 60 mm / bulan atau lebih tinggi dari 300 mm / bulan. Pada program rekomendasi pemupukan ini dilakukan analisis terhadap data iklim dari 11 wilayah pengembangan kelapa sawit.

Tabel 1. Kandungan unsur nutrisi pada bagian kelapa sawit umur 9-15 tahun (kg / tanaman)

Bagian Tanaman	Kandungan Nutrisi (kg)				
	N	P	K	Ca	Mg
Pelepah	0,45	34,9	0,06	34,2	0,58
Batang, daun, akar	0,28	21,2	0,021	11,9	0,38
Bunga Jantan	10,7	5,9	2,3	9,3	15,4
Tandan Buah Segar (1 kg)	0,036	0,020	0,006	0,023	0,047





Defisit N, P, K, Ca, dan Mg pada Tabel 2 diperoleh dengan asumsi produksi TBS sebesar 1 ton per tahun. Pada realitasnya, produksi kelapa sawit pada umur 9 – 15 tahun mencapai 24 ton, 25 ton, dan 32 ton masing – masing pada kelas kesesuaian lahan S1, S2, dan S3 (Suprianto et al., 2019). Oleh karena itu produktivitas TBS menjadi faktor peubah dalam perhitungan defisit nutrisi.

Defisit nutrisi yang diperoleh dari perhitungan neraca nutrisi kemudian dikonversi dalam bentuk kebutuhan pupuk. Adapun pupuk yang disediakan pada sistem rekomendasi ini terdiri dari jenis – jenis pupuk yang umum tersedia di lokasi perkebunan kelapa sawit. Daftar jenis dan kandungan pupuk ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Neraca Nutrisi Agroekosistem Kelapa Sawit Menghasilkan (kg/142 tanaman/ha/tahun)

Komponen nutrisi	N	P	K	Ca	Mg
<b>A. Komponen Penghilang</b>					
1. Akumulasi nutrisi pada bagian vegetatif tanaman (pelepeh dan batang)	38,3	3,1	66,7	13,2	10,2
2. Akumulasi nutrisi pada bagian generatif (bunga jantan)	10,7	2,3	15,4	4,2	6,3
3. Produksi TBS (1 ton)	2,8	0,4	3,6	0,7	0,8
4. Erosi dan limpasan	8,0	1,6	15,3	0,0	7,6
5. Pencucian	3,0	1,5	2,9	0,0	15,5
<b>B. Komponen Pemasok</b>					
1. Nutrisi yang Kembali pada sistem	0,5	0,1	0,7	0,0	0,2
<b>C. Defisit Nutrisi</b>	<b>62,4</b>	<b>8,9</b>	<b>103,3</b>	<b>18,2</b>	<b>40,3</b>

Tabel 3. Jenis dan Kandungan Nutrisi Pupuk

Unsur	Jenis Pupuk	Kandungan Nutrisi (%)
N	UREA	46
	ZA	21
	Rock Phosphat (RP)	28
P	SP 18	18
	SP 36	36
K	TSP	46
	KCl / MOP	60
Ca	Kieserite	26
	Super Dolomit (LSD)	21
Mg	Dolomite	18
	Super Dolomit (LSD)	31
	Dolomite	30

Kebutuhan dosis per jenis pupuk dirumuskan dalam aturan matematis sebagai berikut.=  $((\text{kandungan hara per ton TBS} * \text{produksi TBS}) + (\% \text{ nutrisi di jaringan tanaman (SPH} * \text{luas lahan}))) * (100 / \% \text{ nutrisi dalam pupuk}) * (1 + \% \text{ kehilangan hara})$

Mekanisme pengambilan keputusan kebutuhan masing – masing jenis pupuk didasarkan pada perhitungan konversi defisit nutrisi dengan rumusan pada Tabel 4. Rumusan tersebut kemudian disederhanakan menjadi 3 peubah yang perlu diinput oleh user untuk menjalankan perhitungan dosis nutrisi, yaitu luas lahan, produksi TBS, dan jenis pupuk yang akan digunakan.

Bagian terakhir dalam pembangunan sistem rekomendasi pemupukan adalah penyajian sistem dalam suatu format yang akrab dengan pengguna (*user friendly*). Format antarmuka (*interface*) berupa website dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain mudah untuk dikembangkan, mudah untuk diakses, pengelolaan server yang mudah, informasi mudah didistribusikan, dan memiliki fleksibilitas yang tinggi. fleksibel (Hasugian, 2018; Muslim, 2012). Basis pengetahuan disusun sedemikian rupa dan disimpan dalam kode *platform*. Aplikasi antar muka hanya dapat digunakan untuk menerima input fakta yang telah disiapkan terlebih dahulu.

Tabel 4. Rumusan Mekanisme Pengambilan Keputusan Rekomendasi Pemupukan

Unsur	Penentuan Dosis Unsur	Jenis Pupuk	Penentuan Dosis Pupuk
N	$(0.38 \times (0.008 \times (Y/LL)) + (0.62 \times (SPH \times LL))) \times 1.29$	Urea	$((0.38 \times (0.008 \times (Y/LL)) + (0.62 \times (SPH \times LL))) \times 1.29) \times 2.17$
		ZA	$((0.38 \times (0.008 \times (Y/LL)) + (0.62 \times (SPH \times LL))) \times 1.29) \times 4.76$
		TSP	$((0.47 \times (0.0011 \times (Y/LL)) + (0.53 \times (SPH \times LL))) \times 0.19) \times 2.17$
P	$(0.47 \times (0.0011 \times Y) + (0.53 \times (SPH \times LL))) \times 0.19$	SP-36	$((0.47 \times (0.0011 \times (Y/LL)) + (0.53 \times (SPH \times LL))) \times 0.19) \times 5.56$
		SP-36	$((0.47 \times (0.0011 \times (Y/LL)) + (0.53 \times (SPH \times LL))) \times 0.19) \times 2.78$
		RP	$((0.47 \times (0.0011 \times (Y/LL)) + (0.53 \times (SPH \times LL))) \times 0.19) \times 3.57$
K	$(0.35 \times (0.011 \times Y) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 1.79$	MOP	$((0.35 \times (0.011 \times (Y/LL)) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 1.79) \times 1.67$
Ca	$(0.54 \times (SPH \times LL) + (0.81 \times Y))$	LSD	$((0.54 \times (SPH \times LL)) + (0.81 \times (Y/LL))) \times 2$
		Dolomit	$((0.54 \times (SPH \times LL)) + (0.81 \times (Y/LL))) \times 3.33$
		Kieserit	$((0.35 \times (0.0025 \times (Y/LL)) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 0.4) \times 3.7$
Mg	$(0.35 \times (0.0025 \times Y) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 0.4$	Dolomit	$((0.35 \times (0.0025 \times (Y/LL)) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 0.4) \times 5$
		LSD	$((0.35 \times (0.0025 \times (Y/LL)) + (0.65 \times (SPH \times LL))) \times 0.4) \times 4.76$

Ket: Y = produksi (ton); LL = luas lahan (ha); SPH = stand per hectare (pokok / ha)

## KESIMPULAN

1. Perhitungan kebutuhan nutrisi didasarkan pada defisit antara unsur pemasok dan unsur penghilang nutrisi pada agroekosistem kelapa sawit.
2. Langkah penentuan dosis pupuk diawali dari perhitungan defisit nutrisi, identifikasi jenis pupuk penyuplai nutrisi, penentuan aturan matematis, dan penentuan waktu pemupukan berdasarkan data iklim.
3. Sistem rekomendasi pemupukan kelapa sawit ditampilkan dengan format antarmuka berupa website (<http://smartferti.com/>).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi sebagai pemberi biaya melalui Skema Program Penelitian Dosen Pemula tahun 2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiargo, A., Purwanto, R., & Sudradjat, . (2015). Manajemen Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Kelapa Sawit, Kalimantan Barat. *Buletin Agrohorti*, 3(2), 221–231. <https://doi.org/10.29244/agrob.v3i2.14986>
- Dirjenbun. (2019). Statistik perkebunan Indonesia 2018-2020. *Buku Statistik Perkebunan Indonesia*, 1–82.
- Firmansyah, E., & Putra, D. P. (2019). Smartferti, Android-Base Expert System for Oil Palm Fertilization. *Jurnal Agroekoteknologi*, 11(1), 9–22.
- Foster, H. (2003) Assessment of Oil Palm Fertilizer Requirements. In: Fairhurst, T.H.

and Hardter, R., Eds, Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields, Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Potash Institute, 231-257.

Goh, K. J., Härdter, R., & Fairhurst, T. (2003). Fertilizing for maximum return. In; Fairhurst, T.; Härdter, R. (Eds.), Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields. *International Plant Nutrition Institute*, 279–306.

Hasugian, P. S. (2018). Perancangan Website Sebagai Media Promosi Dan Informasi. *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*, 3(1), 82–86.

Hutabarat, S. (2017). Rakyat Di Kabupaten Pelalawan, Riau Dalam Perubahan Perdagangan Global. *Pekanbaru Indonesia*, 43, 47–64.

Muslim, M. A. (2012). Pengembangan Sistem Informasi Jurusan Berbasis Web untuk Meningkatkan Pelayanan dan Akses Informasi. *Jurnal MIPA*, 35(1), 91–98.

Natalia, M. C., Aisyah, S. I., & Supijatno, . (2016). Pengelolaan Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Tanjung Jati. *Buletin Agrohorti*, 4(2), 132–137. <https://doi.org/10.29244/agrob.v4i2.15009>

Sanputawong, S., Chansathean, K., & Peakchantuk, N. (2017). Study of Proper Fertilizer Management on Growth and Yield of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq. ). *International Journal of Agricultural Technology*, 13(7), 2631–2639.

Shashikant, V., Shariff, A. R. M., Nordin, L., & Pradhan, B. (2012). Estimation of

above ground biomass of oil palm trees by PALSAR. *IEEE Colloquium on Humanities, Science & Engineering Research (CHUSER 2012)*, December 3-4, 2012, Sabah, Malaysia, 838–841.

Suprianto, E., Supena, N., Yenni, Y., Siregar, H. A., & Sujadi. (2019). *Mengenal Lebih Dekat Varietas Kelapa Sawit PPKS* (Issue December 2010). Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.

Syakura, A., Y. Priyandari, dan R. Zakaria. 2017. Perancangan Basis Pengetahuan untuk Pengambilan Keputusan Pemupukan pada Perkebunan Kelapa Sawit. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2017 (SENTIKA 2017), 17-18 Maret 2017. Yogyakarta.

Tyukin, I. Y., Gorban, A. N., Sofeikov, K. I., & Romanenko, I. (2017). Knowledge transfer between artificial intelligence systems. *ArXiv*.

Warsito, J., Sabang, S. M., & Mustapa, K. (2016). Fabrication of Organic Fertilizer from Waste of Oil Palm Bunches. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(February), 8–15.

Yelapure, S. J., & Kulkarni, R. V. (2012). Literature Review on Expert System in Agriculture. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 3(5), 5086–5089.

Yosephine, I. O., & Hidayat, S. 2016. *Kajian Biaya Pemupukan Tanaman Belum Menghasilkan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Afdeling V Kebun Batang Serangan PT. Perkebunan Nusantara II*. BERNAS Agricultural Research Journal, 15(2), 52-59.