WAKTU DAN FREKUENSI PEMUPUKAN TANAMAN KELAPA SAWIT MENGHASILKAN

Iput Pradiko dan Arsyad D.Koedadiri

ABSTRAK

Pemupukan merupakan kegiatan kultur teknis tanaman yang sangat penting dan kompleks karena biaya (*cost*) yang cukup mahal dan berdampak nyata terhadap produksi. Namun besaran biaya pemupukan yang diberikan belum seutuhnya diikuti secara empiris dengan peningkatan produksi yang optimal karena aplikasi pemupukan yang dilakukan belum sesuai standar.

Pemupukan yang tidak standar dapat meningkatkan risiko kehilangan hara (*nutrient losses*) akibat *run-off*, erosi, *leaching*, dan *volatilitation*. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan melalui prinsip 5T (lima tepat) yaitu : jenis, dosis, cara, waktu dan frekuensi pemupukan. Dari kelima prinsip tersebut, waktu dan frekuensi pemupukan merupakan dua faktor yang saling terkait dan sering menjadi kendala di dalam aplikasinya di lapangan.

Waktu yang optimal untuk pemupukan adalah saat curah hujan bulanan sebesar 100-200 mm/bulan. Pemupukan harus dihentikan pada saat bulan kering yaitu curah hujan berada di bawah 60 mm/bulan dan pada saat bulan basah dengan curah hujan melebihi 300 mm/bulan.

Frekuensi pemupukan disesuaikan dengan kerentanan (sifat kelarutan) unsur hara pupuk yang mengalami *leaching* dan jumlah (volume) dosis pupuk, kapasitas retensi hara oleh tanah, sifat fisik (tekstur) tanah. Frekuensi pemupukan juga harus disesuaikan dengan pola distribusi dan intensitas curah hujan.

Dengan mempertimbangkan beberapa aspek terutama kondisi tanah dan iklim (curah hujan) untuk mengurangi (minimalisasi) risiko kehilangan hara dengan mengabaikan faktor lainnya seperti: ketersediaan pupuk, tenaga kerja, *financial* perusahaan, maka frekuensi pemupukan umumnya dilakukan dengan aplikasikan (2-3) kali setahun.

Kata kunci: pemupukan, efektivitas, efisiensi, prinsip 5T, waktu pemupukan, frekuensi pemupukan

PENDAHULUAN

Pemupukan merupakan salah satu kegiatan kultur teknis tanaman kelapa sawit yang sangat penting dan kompleks. Pemupukan penting karena tanpa pemupukan tanaman kelapa sawit tidak dapat berproduksi dengan optimal. Akan tetapi, pemupukan juga dapat menimbulkan permasalahan yang kompleks karena andilnya yang nyata terhadap biaya (*cost*) yang cukup besar. Besaran biaya pemupukan mencapai sekitar 30% dari total biaya produksi atau sekitar 60% dari total biaya pemeliharaan tanaman keseluruhan (Poeloengan *et al.*, 2000).

Dengan mempertimbangkan pentingnya pemupukan tersebut, maka kegiatan pemupukan harus dilakukan secara tepat dan akurat. Akan tetapi, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan pemupukan belum seluruhnya dilakukan sesuai dengan standar. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya produktivitas yang hanya mencapai sekitar (62-70)% (Koedadiri *et al.*, 2003) dan (60-80)% (Fairhurst *et al.*, 2006) dari potensi kelas lahannya. Hal ini diduga sebagai akibat pemeliharaan tanaman yang belum mengikuti baku standar, terutama pemupukannya.

Berdasarkan kondisi di atas, maka perlu digalakkan upaya-upaya peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Prinsip dasar dalam pencapaian efektivitas dan efisiensi pemupukan melalui beberapa komponen dengan lima prinsip dasar yaitu **5T**, yaitu **T** (=Tepat) : 1.Jenis, 2. Dosis,

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

Iput Pradiko (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: iputpradiko@gmail.com

3.Cara, 4.Waktu dan 5.Frekuensi pemupukan. Dari kelima prinsip tersebut, waktu dan frekuensi pemupukan merupakan dua faktor penting yang saling berkaitan dan sering terabaikan di dalam aplikasinya di lapangan. Kedua faktor ini seringkali menjadi pangkal permasalahan pemupukan di lapangan sehingga kedua faktor tersebut memerlukan penanganan dan perencanaan yang matang pada saat aplikasinya.

Waktu dan frekuensi pemupukan sering dijumpai dilakukan di lapangan tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan yaitu terutama tanah dan iklim (curah hujan). Padahal kondisi tanah dan iklim sangat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas pemupukan. Hal ini karena kondisi tanah dan iklim yang tidak tepat dapat menyebabkan kehilangan hara (*nutrient losses*) *leaching* melalui *run-off,* erosi, dan penguapan (*volatilization)*.

Berdasarkan uraian tersebut di atas dan pengalaman di lapangan, maka tulisan ini perlu dan penting untuk mengetahui kedua faktor yaitu waktu dan frekuensi pemupukan agar tujuan akhir pemupukan yaitu peningkatan produktivitas tanaman dapat tercapai.

KONSEP PEMUPUKAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Pemupukan adalah penambahan unsur hara melalui pupuk organik maupun anorganik yang bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah guna mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman yang sehat dan produktivitas yang optimal (Sutarta *et al.,* 2003). Banyaknya unsur hara yang diberikan harus sebanding dengan unsur hara yang diambil tanaman dari dalam tanah. Sebagai gambaran, tanaman kelapa sawit dengan tingkat produksi 25 ton TBS/tahun/ha, besaran unsur hara yang terangkut bersama TBS adalah sekitar = 192 kg N; = 11 kg P; = 209 kg K; = 36 kg Mg dan = 71 kg Ca (Foster and Goh, 1997). Tanaman kelapa sawit pada umur 6-8 tahun untuk mendukung pertumbuhan vegetatif, dan memproduksi 25 ton TBS/ha/tahun, memerlukan unsur hara sebanyak =192,6 kg N; = 26 kg P; = 251,5 kg K; dan = 61,3 kg Mg (Ng, 1977). Jumlah tersebut merupakan jumlah nutrisi yang harus diberikan ke tanah agar daya dukungnya terhadap tanaman tidak mengalami penurunan.

Sebagian besar tanaman kelapa sawit di Indonesia tumbuh pada tanah-tanah yang bereaksi masam sampai agak masam seperti pada jenis tanah: Ultisol, Oxisol, maupun Inceptisol. Sifat kimia jenis tanah tersebut memiliki tingkat kesuburan kimia yang rendah (Mutert, 1999), akan tetapi mempunyai kesuburan fisiknya yang cukup baik (Poeloengan *et al.*, 2000). Oleh karena itu, sangat wajar apabila kebutuhan akan nutrisi (hara) tanaman kelapa sawit cukup besar. Nutrisi tersebut harus diberikan secara berimbang dan tidak berlebihan, agar produksi dapat maksimal serta kelestarian lingkungan tetap terjaga (Tarmizi, 2000) dan pemberian nutrisi pada tanaman kelapa sawit harus dilakukan secara efektif dan efisien.

Efektif dalam arti pemupukan dapat diartikan bahwa pemupukan yang dilakukan tepat dan berguna untuk dapat diserap semuanya untuk meningkatkan produksi tanaman. Sedangkan efisien dalam pemupukan dapat diartikan bahwa pemupukan yang dilakukan harus meningkatkan produksi untuk menekan biaya (*cost*). Oleh karena itu, efektivitas dan efisiensi pemupukan merupakan dua faktor (konsep) dalam pemupukan yang tidak dapat dipisahkan.

Waktu pemupukan dilakukan pada awal atau akhir musim hujan dengan curah hujan optimal 100 - 200 mm/bulan (Siregar *et al.*, 2006; Siregar *et al.* 2012). Hal ini untuk mengantisipasi kehilangan hara akibat limpasan air hujan (*run off*) maupun karena penguapan.

Frekuensi pemupukan erat kaitannya dengan waktu pemupukan dan volume (jumlah) dosis pupuk yang akan diberikan. Menurut Hew and Ng (1968), frekuensi pemupukan yang semakin sering dapat mengurangi risiko kehilangan pupuk akibat pencucian oleh air hujan (*leaching*) maupun karena penguapan (*volatilization)*.

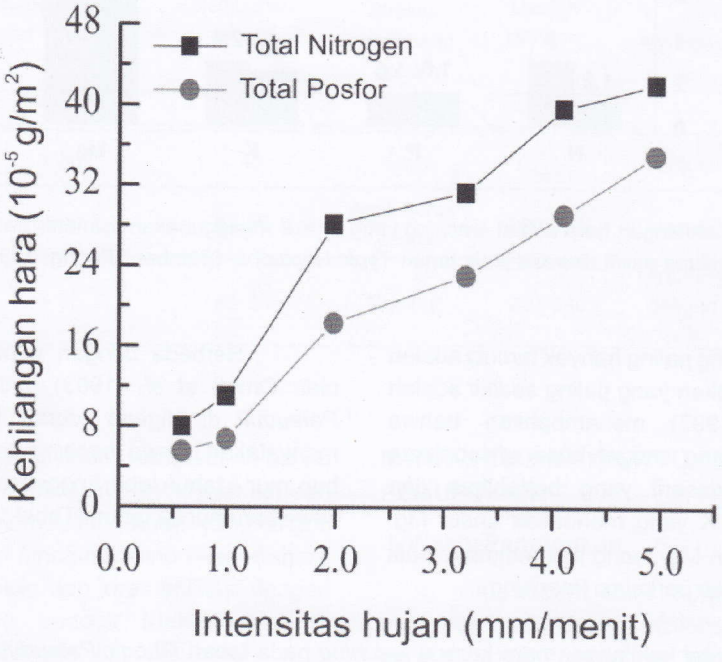
FAKTOR – FAKTOR PENYEBAB KEHILANGAN UNSUR HARA

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi efektivitas dan efisiensi pemupukan adalah jumlah kehilangan unsur hara *(nutrient losses)*. Kehilangan unsur hara dapat terjadi antara lain melalui: erosi (*run-off), leaching,* dan *volatilization*.

1. Kehilangan unsur hara melalui *run off* dan erosi tanah

Run-off atau limpasan adalah bagian dari curah hujan atau air irigasi yang tidak terserap oleh tanah (ter-infiltrasi). Adapun erosi tanah adalah proses pergerakan tanah akibat angin, air maupun es. *Run-off* yang terjadi seringkali diikuti oleh erosi tanah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan kapasitas lapang tanah, ketersediaan hara, bahan organik dan sekaligus mengurangi kesuburan tanah (Csafordi *et al.*, 2012). Goh *et al.* (2003) menyatakan bahwa kehilangan hara akibat limpasan (*run-off*) lebih besar dari pada *leaching*. Faktor yang menyebabkan besarnya kehilangan hara akibat limpasan antara lain adalah curah hujan, kemiringan lahan, tutupan lahan (penutup tanah), maupun karakter (sifat) fisik tanahnya.

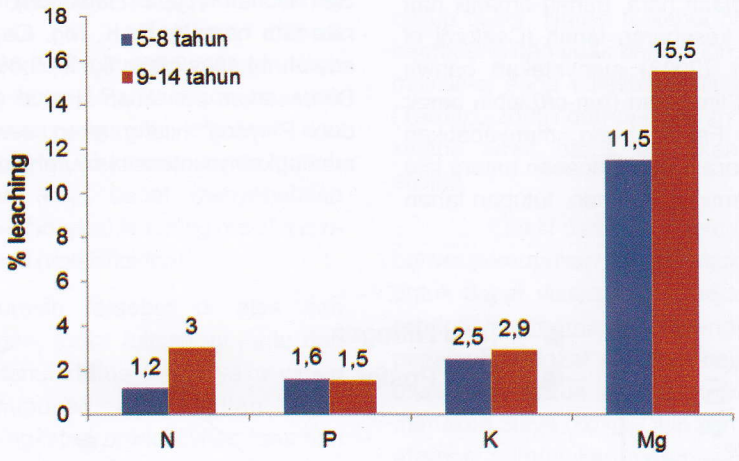
Kee and Chew (1996) menyatakan bahwa hara N yang hilang akibat hujan adalah sebesar = 89 mg/kg pada aplikasi pemupukan 65 kg N/ha dan sebesar =135 mg/kg pada aplikasi pemupukan 130 kg N/ha. Maene *et al.* (1979) yang melakukan penelitian jumlah kehilangan hara akibat limpasan pada tanah Seri Durian (*Typic Hapludult*), menyatakan bahwa rata-rata hara N, P, K, Mg, Ca, dan B yang hilang adalah 11,1%; 2,8%; 5,0%; 5,6%; 5,2%; dan 20,7%. Berdasarkan penelitian Li *et al.* (2006), unsur hara N dan P yang hilang akan semakin besar seiring meningkatnya intensitas curah hujan (Gambar 1).



Gambar 1. Unsur hara yang hilang pada kemiringan lahan 10° pada intensitas hujan yang berbeda (Sumber : Li *et al.*, 2006)

2. Kehilangan unsur hara akibat *leaching*

Menurut Havlin *et al.* (1999) dan Goh *et al.* (2003), kehilangan unsur hara akibat *leaching* terjadi ketika unsur hara ikut terlarut air perkolasi dalam tanah. Beberapa faktor yang mempengaruhi *leaching* antara lain adalah ukuran pori tanah, intensitas hujan, kelembaban tanah, maupun jumlah dan waktu pemupukan. Foong (1993) dan Havlin *et al.* (1999), menyatakan bahwa kation-kation yang mudah tercuci adalah Ca^{2+}, K^{+}, dan Mg^{2+} dan anion NO_3^- serta Cl^-. Selain itu, diketahui bahwa pencucian hara pada tanaman kelapa sawit yang lebih tua cenderung lebih besar (Gambar 2). Hal ini karena jumlah pupuk yang diaplikasikan lebih banyak dari pada tanaman yang lebih muda.



Gambar 2. Kehilangan hara akibat *leaching* yang diukur menggunakan lisimeter pada tanaman kelapa sawit dewasa jenis tanah *Typic Hapludox.* (Sumber : Foong, 1993)

Unsur hara yang paling banyak tercuci adalah unsur hara Mg, sedangkan yang paling sedikit adalah unsur P. Foong (1993) menambahkan bahwa pencucian hara Mg yang sangat besar disebabkan oleh jumlah pupuk kieserit yang berlebihan dan aplikasi pupuk N dan K yang mendesak unsur Mg, sehingga banyak kation Mg^{2+} yang ikut terlimpas baik melalui *run off* maupun air perkolasi (*leaching*).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Omoti *et al.* (1983) pada type tanah *Rhodic Paleudult* di Nigeria (curah hujan 1923 mm/thn), menyatakan bahwa *leaching* pada lahan kelapa sawit berumur 4 tahun lebih tinggi dari pada tanaman kelapa sawit berumur 22 tahun (Tabel 1).

Tabel 1. Total kehilangan hara karena *leaching* pada tanah *Rhodic Paleudult* di Nigeria

Umur (tahun)	NH_4-N	NO_3-N	K	Ca	Mg	SO_4-S	Cl
				kg/ha			
4	15	34	26	140	48	57	98
22	9	37	29	116	30	66	70

Sumber : Omoti *et al.* (1983)

Lebih lanjut Halvin *et al.* (1999), menyatakan pencucian hara K secara signifikan terjadi di tanah berpasir dan tanah organik yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Selain hara makro, proses pencucian hara juga terjadi pada hara mikro dan yang paling rentan adalah B (Boron).

3. Kehilangan unsur hara akibat penguapan (*volatilization*)

Hara yang hilang akibat proses penguapan (*volatilization*) adalah hara N. Penguapan unsur hara N dalam bentuk (NH_3) terjadi pada saat kelembaban (dari tanah ataupun udara) tidak cukup untuk melarutkan urea yang diaplikasikan ke permukaan tanah, tetapi hanya cukup untuk melarutkan urea ke dalam tanah (Goh *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2015). Jones *et al.*, 2015 menambahkan bahwa laju penguapan unsur N tergantung pada tingkat hidrolisis urea (konversi urea menjadi NH_4^+), kondisi cuaca selama aplikasi dan karakter (sifat) fisik tanah. Pada Tabel 2 di bawah ini, ditampilkan parameter yang mempengaruhi laju penguapan N berdasarkan penelitian Ng *et al.* (1983).

Tabel 2. Parameter untuk menentukan potensi kehilangan N akibat penguapan dari aplikasi urea di permukaan tanah

Kemungkinan kehilangan NH_3	Kandungan liat + debu	Kelembaban tanah	Struktur permukaan tanah	Ukuran piringan	Naungan	Jarak antara aplikasi dan kejadian hujan (hari)
	%	% KAT		cm		
Tinggi	< 35	< 45	Keras	160	Terbuka	> 4
Sedang	35-65	45-65	Agak keras – gembur	160-200	Ternaungi	3 – 4
Rendah	> 65	65-85	Gembur	200-240	Ternaungi dengan baik	1 – 2

Sumber : Ng *et al.* (1983)

Laju kehilangan N akibat *volatilization* paling kecil terjadi pada tanah dengan kandungan liat dan debu paling besar, kelembaban tanah yang tinggi, struktur gembur, ukuran piringan paling besar (lebar), naungan yang cukup baik, dan jarak aplikasi dengan turunnya hujan paling pendek (dekat). Hal ini disebabkan oleh kandungan liat dan debu yang cenderung meningkatkan fiksasi NH_4-N menjadi unsur yang lebih kompleks (terikat), sehingga akan menurunkan *volatilization*.

Kondisi tanah yang lembab dapat mendorong pergerakan urea dan produk hasil dekomposisinya ke dalam tanah sehingga dapat menurunkan penguapan pupuk (*volatilization*) (Goh *et al.*, 2003). Selain itu, curah hujan dan irigasi yang menyebabkan tanah menjadi jenuh dapat menurunkan *volatilization*. Hal ini disebabkan *volatilization* akan berhenti setelah tanah mencapai titik jenuh (kapasitas lapang) atau tanah jenuh air (Al-Kanani *et al.* (1991).

MANAJEMEN WAKTU DAN FREKUENSI PEMUPUKAN

1. Waktu Pemupukan

Meskipun studi tentang pengaruh waktu pemupukan terhadap efisiensi pemupukan masih sangat sedikit namun seperti tanaman lain, pemupukan pada tanaman kelapa sawit perlu dilakukan secara berkesinambungan seiring dengan produksi tanaman kelapa sawit yang terjadi sepanjang tahun (Goh *et al.*, 2003). Waktu pemupukan harus disesuaikan dengan kondisi atau kesiapan tanah (piringan yang bersih) dalam menyerap unsur hara dari pupuk serta kondisi iklim khususnya curah hujan yang sesuai (cocok).

Dengan pertimbangan proses dan faktor-faktor kehilangan hara yang dapat terjadi, maka waktu pemupukan harus dilakukan dengan

mempertimbangkan kehilangan hara yang paling minim. Kahilangan unsur hara akibat *run-off,* erosi, *leaching* dan *volatilization* yang berkaitan dengan iklim atau kondisi curah hujan menjadi pertimbangan yang sangat penting.

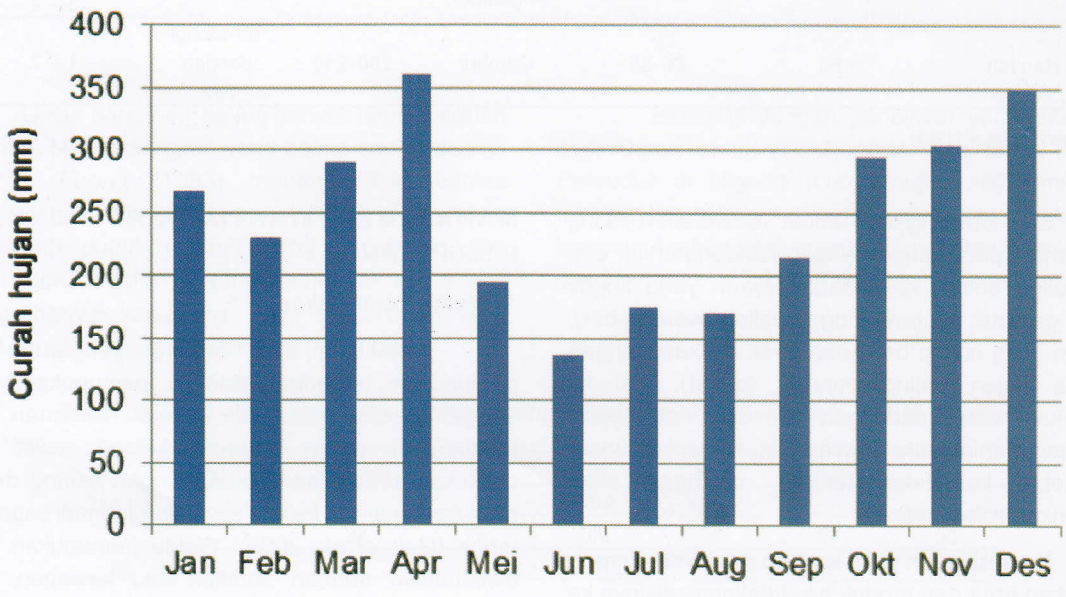
Waktu pemupukan yang optimal adalah pada saat curah hujan berkisar antara (100-200) mm/bulan. Pemupukan sebaiknya ditunda apabila curah hujan bulanan belum mencapai <60 mm atau melebihi >300 mm (Siregar *et al.*, 2006).

Waktu mulai pemupukan yang optimal adalah saat curah hujan mencapai 50 mm/10 hari (awal musim hujan kecil dan akhir musim hujan besar). Sementara itu, pemupukan harus ditunda apabila :

- Periode terpanjang tidak hujan (*dry spell*) sama dengan atau lebih dari 20 hari (terlalu kering) karena dapat menyebabkan penguapan (*volatilization*).
- Jumlah hari hujan > 20 hari/bulan (terlalu banyak hujan) karena dapat menyebakan kehilangan unsur hara akibat *leaching* dan *run-off*.
- Intensitas curah hujan harian yang tinggi > 30 mm/hari (terlalu basah) akan menyebabkan *run-off* yang yang cukup tinggi.
- Kondisi tanah yang terlalu jenuh (tergenang) karena terus menerus hujan, akan menyebabkan *leaching* dan *run-off*.

Pendapat lain menyatakan pemupukan sebaiknya dilakukan pada saat curah hujan mencapai 150-250 mm/bulan (Goh *et al.*, 2003). Akan tetapi, pemupukan sebaiknya ditunda saat curah hujan mencapai 150 mm/10 hari.

Penentuan waktu pemupukan tersebut sebaiknya dilakukan menggunakan data historis curah hujan minimal lima tahun sebelumnya. Di bawah ini ditampilkan data pola curah hujan dan penentuan waktu pemupukan di salah satu kebun (Gambar 3).



Gambar 3. Curah hujan bulanan periode 2008-2014 di salah satu kebun.

Berdasarkan data di atas, aplikasi pemupukan di kebun tersebut sebaiknya dilakukan pada bulan Februari-Maret, sedangkan aplikasi II pada bulan September-Oktober. Namun demikian, waktu aplikasi pemupukan di lapangan sering mengalami kemunduran (terlambat) dari jadwal sebenarnya. Hal ini disebabkan ketersediaan pupuk yang terlambat atau ketersediaan tenaga kerja yang terbatas atau masalah finansial perusahaan.

Untuk mengantisipasi hal tersebut beberapa hal teknis yang dapat dilakukan antara lain :

- Penyebaran pupuk yang lebih merata untuk memaksimalkan kontak dengan sistem perakaran.
- Manajemen penutup tanah, yaitu dengan penanaman LCC (*Legume Cover Crop*) pada tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) dan manajemen gulma (lunak) pada tanaman menghasilkan (TM).
- Aplikasi tandan kosong kelapa sawit (tankos) dan pelepah untuk meningkatkan bahan organik tanah untuk menurunkan volatilization (Kissel et al., 1988; Torello et al., 1983) dan meningkatkan kelembaban tanah.
- Pembangunan bangunan konservasi tanah dan air (rorak dan guludan dengan biopori) untuk menurunkan laju erosi yang dapat menyebabkan leaching sekaligus dapat meningkatkan kelembaban tanah saat musim kering (Murtilaksono, 2011).

2. Frekuensi Pemupukan

Menurut Goh et al. (2003), frekuensi pemupukan pada tanaman kelapa sawit dapat mencapai 10 kali setiap tahunnya, dengan asumsi bahwa satu jenis pupuk dapat dilakukan dua sampai tiga kali aplikasi.

Frekuensi pemupukan sangat tergantung pada hal sebagai berikut:

- o Kerentanan unsur hara mengalami *leaching*.
- o Kapasitas retensi hara oleh tanah.
- o Pola distribusi dan intensitas curah hujan.
- o Sifat (karakter) fisik tanah (KTK, tekstur).

Frekuensi pemupukan untuk unsur hara yang mudah tercuci (*leaching*) harus lebih banyak dari pada unsur hara yang tidak mudah tercuci. Frekuensi pemupukan untuk aplikasi N sebaiknya lebih banyak dari pada aplikasi pupuk P. Frekuensi untuk aplikasi pemupukan K dan Mg, disesuaikan dengan kandungan liat dan kapasitas tukar kation (KTK) dalam tanah.

Menurut Goh *et al.* (2003), aplikasi RP (*Rock Phospate*) setiap tahun dapat meningkatkan produksi TBS dibandingkan aplikasi RP tiap empat tahun sekali. Selain itu, menurut Foster and Tayeb (1986), tanaman pada tanah liat berpasir dengan aplikasi N, P, dan K tiga kali per tahun memiliki hasil produksi yang lebih tinggi dari pada aplikasi N, P, K setahun sekali.

Penelitian frekuensi pemupukan yang dilakukan Gerendas *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi N dan K empat kali dalam setahun pada lahan berpasir (80% pasir) dapat meningkatkan efisiensinya berturut-turut 10% dan 18% dibandingkan aplikasi dua kali setahun. Namun demikian, efisiensi pemupukan P dan Mg tidak meningkat meskipun frekuensi pemupukan dilakukan empat kali dalam setahun.

Gerendas *et al.* (2013) menjelaskan bahwa tanaman cenderung menyerap lebih banyak unsur hara jika aplikasi pemupukan dilakukan empat kali dibandingkan dengan aplikasi dua kali setahun. Hal ini dibuktikan dari analisis kandungan hara di jaringan daun, *rachis* dan batang (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan hara tanaman kelapa sawit pada perlakuan frekuensi dan jenis pupuk setelah satu tahun penelitian di Kalimantan Tengah

Hara di jaringan daun (% berat kering)	N	P	K	Mg
Pupuk dicampur dan diaplikasikan 4 x setahun	2,63	0,159	1,15	0,23
Pupuk tunggal dan diaplikasikan 2 x setahun	2,59	0,156	1,25	0,22
Selisih kedua perlakuan (%)	*+1,5%*	*+1,9%*	*-8,0%*	*+4,5%*
Hara di jaringan rachis (% berat kering)				
Pupuk dicampur dan diaplikasikan 4 x setahun	0,37	0,058	1,61	N/A
Pupuk tunggal dan diaplikasikan 2 x setahun	0,34	0,044	1,63	N/A
Selisih kedua perlakuan (%)	*+8,8%*	*+31,8%*	*-1,2%*	*N/A*
Hara di jaringan batang (% berat kering)				
Pupuk dicampur dan diaplikasikan 4 x setahun	1,08	0,071	2,4	0,09
Pupuk tunggal dan diaplikasikan 2 x setahun	0,92	0,059	2,02	0,07
Selisih kedua perlakuan (%)	*+17,4%*	*+20,3%*	*+18,8%*	*+28,6%*

Sumber :Gerendas *et al.* (2013)

Unsur hara di dalam jaringan batang tanaman yang diaplikasikan pupuk empat kali setahun lebih tinggi dibandingkan aplikasi dua kali setahun. Adapun unsur hara dalam jaringan daun dan rachis belum menunjukkan pola yang jelas dan signifikan. Hasil produksi pada kedua perlakuan setelah satu tahun belum menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan rata-rata produksi 24,8 ton TBS/ha. Setelah dua tahun penelitian berjalan, belum diperoleh data yang menunjukkan perbedaan perlakuan frekuensi pemupukan (Donough *et al.*, 2013).

Hal ini diperkuat dengan pendapat Goh *et al.* (2003) yang menyatakan belum ada pembuktian empiris yang menyatakan bahwa peningkatan frekuensi pemupukan dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara.

Adapun anjuran yang berupa rekomendasi dilakukan selama ini untuk mengurangi risiko kehilangan hara, tanpa mempertimbangkan (mengabaikan) kondisi ketersediaan pupuk, tenaga kerja, maupun financial dan manajemen perusahaan, aplikasi pemupukan (frekuensi) pemupukan dilakukan dengan (2-3) kali aplikasi setahun.

KESIMPULAN

Peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan dapat dilakukan melalui penerapan prinsip 5T (Lima Tepat) yaitu : jenis, cara, dosis, waktu dan frekuensi pemupukan. Waktu dan frekuensi merupakan dua faktor yang saling terkait dan seringkali menjadi kendala di lapangan dalam pencapaian efektivitas dan efisiensi pemupukan.

Waktu yang optimal untuk pemupukan adalah pada saat curah hujan bulanan sebesar 100-200 mm/bulan. Pemupukan sebaiknya dihentikan pada saat curah hujan berada di bawah 60 mm/bulan atau lebih besar daripada 300 mm/bulan.

Frekuensi pemupukan sebaiknya disesuaikan dan memperhatikan kerentanan unsur hara terhadap *leaching*, kapasitas retensi hara oleh tanah, dan pola distribusi serta intensitas curah hujan.

Untuk mengurangi risiko kehilangan hara akibat *run-off,* erosi, *leaching*, maupun *volatilization*, dengan mengabaikan faktor lain seperti: kondisi ketersediaan pupuk, tenaga kerja, maupun finansial perusahaan, maka frekuensi pemupukan secara umumnya dapat dilakukan sebanyak (2-3) kali setahun.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Kanani, T., A.F. MacKenzie, and N.N. Barhakur. 1991. Soil water and ammonia volatilization relationships with surface-applied nitrogen fertilizer solutions. Soil Sci. Soc. Am. J. 55 : 1761-1766.

Csafordi P., Andrea P.D., Jan B., Zoltán G. 2012. Soil Erosion Analysis in a Small Forested Catchment Supported by ArcGIS Model Builder. Acta Silv. Lign. Hung., Vol. 8 (2012) : 39–55

Donough C.R., Angger Cahyo, Thomas Oberthür, Ruli Wandri, Joska Gerendas, Gatot Abdul Rahim. 2013. Improving Nutrient Management Of Oil Palms On Sandy Soils In Kalimantan Using The 4R Concept Of IPNI. Presented at PIPOC 2013, Kuala Lumpur, Malaysia.

Fairhurst.T, William Griffiths and Armin Gfroerer-Kersten. 2006. Concept and implementation of Best Management Practice for maximum economic yield in an oil palm plantation in Sumatra. Proceeding International Oil Palm Confrence, Bali. Indonesia.

Foong, S.F. 1993. Potential evapotranspiration, potential yield and leaching losses of oil palm. In: Basiron, Y., Sukaimi, J., Chang, K.C., Cheah, S.C., Henson, I.E., Kamaruddin, N., Paranjothy, K., Rajanaidu, N., Dolmat, T.H.T. and Darus, A. (eds.) International Palm Oil Conference. Progress, Prospects & Challenges Towards the 21st Century. Module I: Agriculture. Kuala Lumpur, Malaysia, 9–14 September 1991. PORIM, pp.105–119.

Foster, H.L., and Goh, H.S. (1997). Fertilizer Requirement of Oil Palm in West Malaysia. In: International Development in Oil Palm (Newall, W. ed.). Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur

Foster, H.L. and Hj Dolmat, M.T. 1986. The effect of different methods of placement and frequency of application of fertiliser to oil palm on an inland soil in Peninsula Malaysia. PORIM Bulletin, 12, 1–11.

Gerendas J, Utomo B., Martoyo K., Donough C.R., and Toberthür. 2013. Effect of nutrient application frequency on nutrient uptake in oil palm production on sandy soils. Presented at PIPOC 2013, Kuala Lumpur, Malaysia.

Goh K.J., Rolf Härdter and Thomas F. 2003. Fertilizing for maximum return. In: Thomas Fairhurst and Rolf Hardter (eds). Oil palm: Management for large and sustainable yields. Potash & Phosphate Institute and International Potash Institute: 279-306.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management. 6th edition. Prentice Hall, Inc.. Saddle River, New Jersey.

Hew, C.K. and Ng, S.K. 1968. A general schedule for manuring oil palms in West Malaysia. The Planter 44 (509) : 417-429.

Jones C.A, Richard T. Koenig, Jason W. Ellsworth, Brad D. Brown, and Grant D. Jackson. 2015. Management of Urea Fertilizer to Minimaize Volatilization. [Terhubung berkala] http://www.cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb173/eb173.pdf (14 Februari 2015).

Kee, K.K. and Chew, P.S. 1996. Nutrient losses through surface runoff and soil erosion – Implications for improved fertiliser efficiency. In: Darus, A., Wahid, M.B., Rajanaidu, N., Dolmat, H.T., Paranjothy, K., Cheah, S.C., Chang, K.C. and Ravigadevi, S. (eds.) 1996 PORIM International Palm Oil Congress: Competitiveness for the 21st Century, Kuala Lumpur, 23-28 September 1996. PORIM, Kuala Lumpur, pp. 153-169.

Kissel, D.E. and M.L. Cabrera. 1988. Factors affecting urea hydrolysis. 87-98-J. Kansas Agricultural Experiment Station. Dept. of Agronomy. Kansas State University. *In* Ammonia volatilization from urea fertilizers. Bulletin Y-206. 1988. Editors B.R. Bock and D.E. Kissel. National Fertilizer Development Center. Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals, Alabama.

Koedadiri, A. D, W. Darmosarkoro, E.Sigit Sutarta. 2003. Potensi dan pengelolaan tanah ultisol pada beberapa wilayah perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Lahan & Pemupukan Kelapa Sawit, edisi 1. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Li Yong, Chao Wang, and Hongliang Tang. 2006. Research advances in nutrient runoff on sloping land in watersheds. Aquatic Ecosystem Health & Management, 9(1) : 27–32.

Maene, L.M., Thong, K.C., Ong, T.S. and Mokhtaruddin, A.M. 1979. Surface wash under mature oil palm. In: Pushparajah, E. (ed.) Symposium on Water in Malaysian Agriculture, Kuala Lumpur, 16-17 March 1979. MSSS, Kuala Lumpur, pp. 203-216.

Mutert E. 1999. Suitability of Soils for Oil Palm in Southeast Asia. Better Crops International, 13 (1) : 36-38.

Murtilaksono K, W.Darmosarkoro, E.S.Sutarta, H.H. Siregar, Y. Hidayat, and M.A.Yusuf. 2011. Feasibility of Soil and Water Conservation Techniques on Oil Palm Plantation. *Journal of Agricultural Science* 33 (1).

Ng, S.K. 1977. Review of Oil Palm Nutrition and Manuring. Scope for Greater Economy in Fertilizer Usage. Oleagineux 32: 197-209.

Ng, S.K., Thong, K.C., Ooi, H.S.H. and Woo, Y.C. 1983. Urea, its potential role in a competitive oil palm industry. In: Compilation of Research and Scientific Papers on the Agronomy, Nutrition and Fertilization of the Oil Palm. Agromac Sdn Bhd, Ipoh, pp. 463-477.

Omoti U., D.O. Ataga, A.E. Isenmila. 1983. Leaching losses of nutrients in oil palm plantations determined by tension lysimeters. *Plant and Soil* 73 (3) : 365-376.

Poeloengan Z., M.L. Fadli, Winarna, S. Rahutomo, dan E.S. Sutarta. 2000. Permasalahan Pemupukan pada Perkebunan Kelapa Sawit. Makalah disampaikan pada Pertemuan Koordinasi Penyusunan Kebutuhan dan Penyediaan Pupuk untuk Tanaman Perkebunan, Kantor Koordinasi Wilayah II PT. Perkebunan Nusantara VIII-XIV, Surabaya, 31 Januari-1 Februari 2000.

Siregar H.H., Nuzul H. Darlan, Taufiq C. Hidayat, W. Darmosarkoro, Iman Y. Harahap. 2006. Hujan Sebagai Faktor Penting untuk Perkebunan Kelapa Sawit. Seri Buku Saku 25. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Siregar H.H., Nuzul H. Darlan, Iput Pradiko. 2014. Pemanfaatan Data Iklim untuk Perkebunan Kelapa Sawit. Makalah disampaikan pada Sekolah Lapang Iklim BMKG. Medan, 15 April 2014.

Sutarta E.S., S. Rahutomo, W. Darmosarkoro, dan Winarna. 2003. Peranan Unsur Hara dan Sumber Hara pada Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit, dalam W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, dan Winarna (eds.) Lahan & Pemupukan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Tarmizi, A.M. 2000. Nutritional Requirements and Efficiency of Fertilizer Use in Malaysian Oil Palm Cultivation, In: B. Yusof, B. S. Jalani and K. W. Chan, Eds., Advances in Oil Palm Research : 411-440.

Torello, W.A. and D.J. Wehner. 1983. Urease activity in a Kentucky bluegrass turf. Agron. J. 75 : 654-656.