

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan komoditas utama perkebunan di Indonesia yang luasnya mencapai 16,33 juta hektar, diusahakan oleh perkebunan besar swasta, perkebunan besar negara, dan perkebunan rakyat (Ditjenbun, 2016, 2017). Areal perkebunan tersebut tersebar pada berbagai kelas kesesuaian lahan. Perkembangan areal yang pesat menyebabkan ketersediaan tanah yang subur semakin berkurang, sehingga pengembangan perkebunan banyak dilakukan di tanah marginal, termasuk tanah spodosol (tanah pasir). Tanah jenis ini umumnya dijumpai di daerah tropika basah, seperti di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua dengan total luas 2,16 juta hektar (Suharta & Yatno, 2009). Luas jenis tanah ini di Kalimantan 1,5 juta hektar yang sebagian besar dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit.

Perkebunan kelapa sawit rentan terhadap dampak Perubahan Iklim. Perubahan intensitas curah hujan yang berhubungan dengan perubahan ketersediaan air berpengaruh besar terhadap produksi. Lebih lanjut (Paterson & Lima, 2018b) memprediksi penurunan produksi kelapa sawit di Malaysia (Asia Tenggara) sebesar 30% pada tahun 2050 apabila suhu meningkat 2°C di atas batas optimum dan curah hujan turun 10%. Paterson & Lima, 2018a memperkirakan produksi kelapa sawit turun tajam setelah tahun 2050 akibat kondisi iklim yang tidak sesuai untuk pertumbuhan kelapa sawit. Diperkirakan ketidaksesuaian kondisi iklim akan semakin meningkat drastis setelah tahun 2050. Sebagai tanaman tahunan, pengaruh negatif iklim terhadap produksi memerlukan waktu lama (*time lag*) dan berhubungan erat dengan fluktuasi produksi buah maupun minyak sawit.

Tanah spodosol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan induk pasir kuarsa, memiliki lapisan pasir masam berwarna putih abu-abu (horizon albik) dan lapisan berupa akumulasi besi dan Al (lapisan spodik), miskin hara dan bahan organik. Produksi kelapa sawit di tanah ini 5,4 ton/ha/tahun tandan buah segar (TBS) pada umur 9 tahun (Muhdan Syarovy; *et al.*, 2015; Koedadiri *et al.*, 1995), dan 14,7 ton/ha/tahun pada umur 14 tahun (Suwardi, 2020, komunikasi pribadi). Jika dikaitkan dengan produktivitas tanaman pada kelas kesesuaian lahan S3,

capaian produksi tersebut masih rendah, sehingga memerlukan upaya-upaya peningkatan produksi tanaman ini.

Tanah pasiran mempunyai struktur tanah yang lepas-lepas, kemampuan menahan air rendah, rentan terhadap erosi, dan kapasitas pertukaran kation yang rendah serta sangat rentan terhadap pengaruh iklim. Perbaikan struktur tanah menjadi prioritas yang dapat dilakukan dengan pemberian sumber bahan organik langsung maupun dengan penutupan tanah mempergunakan vegetasi non-gulma. Seiring dengan penerapan *zero waste*, aplikasi tandan kosong kelapa sawit sangat potensial sebagai sumber bahan organik untuk memperbaiki struktur tanah sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air dan mempertukarkan unsur hara. Namun produksi tandan kosong tidak dapat memenuhi kebutuhan semua areal kebun jika diberikan dengan dosis 40 ton/ha/tahun sebagaimana yang umum dilakukan selama ini, sehingga perlu dicari alternatif sumber bahan organik lain yang dapat disinergikan dengan tandan kosong. *Nephrolepis biserrata* merupakan vegetasi bawah yang dominan di perkebunan kelapa sawit dan berpotensi besar untuk memperbaiki sifat fisik tanah pasiran.

Penelitian ini menentukan pengaruh iklim terhadap produktivitas kelapa sawit di tanah pasiran dan mengkaji upaya peningkatan produktivitas tanah pasiran melalui pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit dan vegetasi bawah *N. biserrata*. Peranan bahan organik tersebut ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimia tanah pasiran, dan produksi dan kandungan nutrisi biomassa *N. biserrata*, pertumbuhan kelapa sawit yang ditunjukkan oleh karakter agronomi.

## B. Keaslian Penelitian

Produktivitas kelapa sawit berfluktuasi dalam dimensi waktu dan ruang. Hal ini disebabkan oleh adanya faktor ketidakpastian yang berhubungan dengan iklim dan tanah serta interaksinya yang menentukan produktivitas lahan sebagai faktor produksi untuk perkebunan kelapa sawit. Pengelolaan kebun dalam upaya untuk mengantisipasi faktor tersebut sangat penting mengingat sebagai tanaman tahunan yang mempunyai siklus vegetatif dan generatif berlangsung periodik dan berturutan, dan responsif terhadap cekaman air (*water stres*).

Selama ini pengaruh iklim dikaji pada tonase TBS sebagai indikator produktivitas kelapa sawit (Paterson *et al.*, 2015; Azlan *et al.*, 2016) terutama pada tanah mineral. Padahal, komponen produksi tersebut terdiri atas jumlah TBS dan berat TBS yang masing-masing memiliki respon yang berbeda terhadap kondisi iklim, nutrisi, dan pengelolaan yang suboptimum. Di samping itu, pengelola umumnya mempergunakan pendekatan berbasis tahunan dalam mengevaluasi keragaan produksi kelapa sawit (Rhebergen *et al.*, 2020; Ndoko & Ambang, 2015; Sarkar *et al.*, 2020). Sementara itu, variabilitas produksi kelapa sawit bulanan cukup besar, karena tahap-tahap dalam siklus generatif yang mempengaruhi komponen produksi dan selanjutnya tonase produksi kelapa sawit peka terhadap pengaruh faktor lingkungan.

Tanah pasiran rentan terhadap pengaruh kekeringan karena didominasi oleh fraksi pasir yang lepas-lepas, pori makro banyak sehingga kemampuan mengikat air rendah. Perbaikan agregat tanah umumnya dilakukan dengan aplikasi tandan kosong kelapa sawit dengan prioritas untuk substitusi pupuk anorganik di samping sebagai *amelioran* (Singh *et al.*, 2010; Chiew & Rahman Zaharah, 2002; Khatun *et al.*, 2017). Volume tandan kosong jika dipergunakan sebagai satu-satunya sumber bahan organik untuk ameliorasi tanah pasiran tidak mencukupi untuk kebutuhan rutin jangka panjang. Padahal, tersedia sumber bahan organik lain dalam bentuk vegetasi bawah yang didominasi oleh paku-pakuan. Selain itu, *Nephrolepis* sebagai vegetasi bawah belum diungkap peranannya sebagai sumber bahan organik yang bersama-sama dengan tandan kosong, berpotensi dalam mengurangi kerentanan tanah pasir terhadap kondisi sub optimum yang diakibatkan oleh kekeringan.

Beberapa kajian terdahulu pemanfaatan sumber bahan organik untuk perkebunan kelapa sawit disajikan dalam rangkuman sebagai berikut :

No	Hasil penelitian	Referensi
1	Aplikasi tandan kosong 30,60, dan 90 ton/ha/tahun dapat meningkatkan serapan pupuk dan produksi kelapa sawit di tanah mineral	(Hsiao Hang Tao <i>et al.</i> , 2018; Bakar <i>et al.</i> , 2011)

- 
- 2 Aplikasi tandan kosong 30-100 ton/ha/tahun dapat memperbaiki sifat kimia (terutama kandungan nutrisi) sifat fisik dan kandungan mineral perkebunan kelapa sawit (Etta *et al.* (2007) (Caliman *et al.*, 2001)

---

  - 3 Aplikasi tandan kosong 37,5 ton/ha/tahun bersama N dan K anorganik (0,735 dan 1,75 kg/pohon/tahun) dapat meningkatkan kandungan kedua unsur tersebut dalam daun, pH tanah, jumlah dan berat tandan buah kelapa sawit. (Chiew & Rahman Zaharah, 2002)

---

  4. *Nephrolepis biserrata* yang ditanam sebagai *cover crop* pada pinggir teras dapat meningkatkan cadangan air tanah dan mengurangi erosi di perkebunan kelapa sawit (Ariyanti *et al.*, 2016b)

---

  - 5 *Nephrolepis biserrata* sebagai *cover crop* dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia serta kandungan air tanah dan meningkatkan kandungan beberapa hara tanah mineral di perkebunan kelapa sawit (Ariyanti *et al.*, 2015)

---

  - 6 Keseimbangan air mempengaruhi siklus produksi tandan buah, dan defisit air mempengaruhi produksi kelapa sawit 29 bulan kemudian di Afrika (Legros, *et al.*, 2009)

---

  - 7 Ada variasi bulanan produksi tandan buah segar kelapa sawit terhadap pengaruh curah hujan. Siklus *yield* di Afrika Barat lebih besar dipengaruhi oleh musim kemarau. (IAN E Henson & Dolmat, 2004)
- 

Rangkuman penelitian di atas menyatakan bahwa penggunaan tandan kosong dan *N. biserrata* lebih difokuskan sebagai sumber nutrisi pada tanah mineral dan untuk perbaikan sifat fisik dan kimia tanah mineral berat yang didominasi fraksi lempung yang dikaji secara terpisah, pengaruh iklim (terutama defisit air) terhadap *yield* pada tanah mineral dengan *time lag* pada daerah yang mempunyai musim kemarau yang lebih lama dan tegas. Di pihak lain, hasil

penelitian mengenai peningkatan produktivitas tanah pasiran masih terbatas dan parsial padahal luas tanah pasiran yang dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit mencapai 1,7 juta hektar (di Kalimantan) dengan produktivitas rendah. Penelitian kompherensif mengenai pengelolaan sumber bahan organik untuk mengurangi pengaruh buruk iklim terhadap produktivitas kelapa sawit di tanah pasiran dilakukan mencakup aspek perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, produksi biomassa vegetasi bawah, karakter agronomi kelapa sawit dan fluktuasi produktivitas yang ditunjukkan oleh jumlah tandan dan berat tandan buah serta tonase panen.

Beberapa kebaruan yang akan diungkap melalui penelitian ini adalah:

1. Ditentukannya *time lag* pengaruh iklim terhadap komponen produktivitas (jumlah TBS, berat TBS dan tonase panen) kelapa sawit pada tanah pasiran yang mengacu kepada siklus *fitomer* dan pertumbuhan tandan buah.
2. Penggunaan tandan kosong dan vegetasi bawah *N. biserrata* secara sinergis dalam meningkatkan produktivitas kelapa sawit pada tanah pasiran dan peranan sumber bahan organik tersebut dalam mengurangi pengaruh negatif iklim terhadap produktivitas di tanah pasiran yang dikaji melalui komponen *yield* (tonase panen, jumlah TBS, dan berat TBS) yang mengacu pada siklus generatif kelapa sawit.
3. Peranan *N. biserrata* sebagai vegetasi bawah yang disinergikan dengan aplikasi tandan kosong sebagai sumber bahan organik dalam mengurangi kepekaan terhadap pengaruh kekeringan sekaligus memperbaiki pertumbuhan karakter agronomi (berat segar akar, tinggi pohon, tebal petiola, panjang pelepah, lingkaran batang).

### C. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

#### Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh iklim khususnya curah hujan (CH) dan hari hujan (HH) terhadap produktivitas bulanan kelapa sawit (tonase panen, berat TBS, dan Jumlah TBS) pada tanah pasiran?

*commit to user*

2. Bagaimana pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah pasiran terhadap produktivitas kelapa sawit dalam kaitan dengan beberapa unsur iklim (CH, HH, lama penyinaran (LP), kelembapan (RH), kecepatan angin (KA) dan suhu udara (T)?
3. Bagaimana peranan sumber bahan organik dalam meningkatkan pertumbuhan karakter agronomi dan produktivitas kelapa sawit pada tanah pasiran?

#### **Batasan masalah**

Penelitian yang didasarkan pada permasalahan tersebut dilaksanakan dalam batasan berikut ini, yaitu :

1. Sistem produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit yang diteliti dibatasi hanya pada tanah mineral yang didominasi fraksi pasir (dalam perkebunan disebut tanah pasiran = *sandy soil*), yang diperlakukan dengan bahan organik tandan kosong kelapa sawit dan vegetasi bawah *N. biserrata*
2. Faktor produktivitas dalam sistem tersebut dipilahkan dalam faktor iklim, faktor pengelolaan sumber bahan organik tanah, dan karakter agronomi kelapa sawit serta kultur teknis baku adaptif yang diterapkan dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit.
3. Komponen produktivitas yang diteliti meliputi jumlah dan berat TBS serta tonase panen pada tahap TM (tanaman menghasilkan) remaja yang akan dikaji responnya terhadap unsur iklim (intensitas dan sebaran curah hujan, kelembapan udara, lama penyinaran, kecepatan angin dan suhu udara). Hubungan antara komponen produktivitas dan komponen iklim ditentukan berdasarkan jeda waktu (*time lag*) yang mengacu pada siklus generatif dalam rentang umur kelapa sawit (TM remaja)

#### **D. Tujuan Penelitian**

Mengungkap peran sumber bahan organik (tandan kosong kelapa sawit dan vegetasi bawah tanaman *N. biserrata*) terhadap produktivitas dan pertumbuhan kelapa sawit yang ditunjukkan oleh karakter agronomi kelapa sawit di tanah pasiran (tingkat dan fluktuasi produktivitas) dalam hubungan dengan kondisi iklim. Di samping itu, penelitian ini mempunyai beberapa tujuan khusus berikut ini :

1. Mengungkap pengaruh faktor iklim (CH dan HH) terhadap produktivitas kelapa sawit di tanah pasiran yang dikaitkan dengan komponen produktivitas pada TM remaja dalam dimensi waktu.
2. Menganalisis pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah pasiran terhadap produktivitas kelapa sawit dalam kaitan dengan dinamika beberapa unsur iklim (CH, HH, LP, RH, KA, dan T)
3. Menemukan pengaruh pengelolaan bahan organik (tandan kosong kelapa sawit dan vegetasi bawah *N. biserrata*) terhadap pertumbuhan kelapa sawit yang ditunjukkan oleh karakter agronomi dalam hubungan dengan stabilitas dan keberlanjutan produktivitas kelapa sawit.

#### **E. Manfaat Penelitian .**

Pengembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah dilakukan pada berbagai jenis tanah dengan tingkat kelayakan yang beragam. Pengembangan di tanah pasiran tidak bisa terelakkan karena karakteristik bentang darat yang ada di wilayah pengembangan meskipun kondisi iklimnya mendukung. Tanah pasiran yang marginal dengan produktivitas rendah akibat sifat fisik, kimia dan hayati tanah bersangkutan merupakan masalah utama jika dilihat dari perspektif efisiensi usaha. Di pihak lain, harga minyak sawit berfluktuasi dan cenderung mengalami penurunan di pasar dunia. Sementara itu, biaya produksi mengalami peningkatan seiring dengan perubahan regional dan global. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas menjadi sasaran utama perkebunan kelapa sawit di tanah pasiran.

Hasil penelitian ini mempunyai kontribusi ilmiah yang nyata mengenai perbaikan sifat fisik dan kimia tanah pasiran yang dihasilkan oleh pengelolaan sumber bahan organik (tandan kosong dan *N. biserrata*). Perbaikan tersebut penting untuk mengungkapkan mekanisme perbaikan efektivitas pemupukan melalui peningkatan kemampuan menahan air tanah pasiran dan mengurangi pengaruh negatif iklim, terutama defisit air tanah.

Determinasi seks merupakan tahap penting dalam penentuan *yield* kelapa sawit. Tahap ini fluktuatif, dipengaruhi oleh kondisi iklim, nutrisi, dan pengelolaan tanaman (tajuk/pelepah). Hasil penelitian ini dapat memprediksi pengaruh kondisi

sub optimum unsur iklim terhadap jumlah TBS maupun berat TBS. *Time lag* dalam hubungan ini bermanfaat untuk menjelaskan fisiologi respon interaksi antara air, nutrisi, energi dalam siklus generatif kelapa sawit di tanah pasiran.

Hasil penelitian ini dapat menjadi *Best Management Practices* (BMP) untuk dipedomani dalam pengelolaan tanah pasiran yang berbasis potensi internal (sumber daya lokal) dengan sasaran peningkatan produktivitas. Di samping itu, BMP ini dapat menjadi bagian dari upaya mitigasi dampak iklim akibat pemanasan global.

Penggunaan tandan kosong yang selama ini telah dimanfaatkan untuk tujuan substitusi pupuk, melalui hasil penelitian ini *co-product* tersebut mempunyai nilai tambah yang lebih strategis dan multiguna. Di pihak lain, *Nephrolepis* yang merupakan spesies dominan di bawah tajuk kelapa sawit menjadi sumber bahan organik yang mampu memasok *amelioran* secara sinambung dan sinergis dengan tandan kosong.

Pengelolaan vegetasi bawah berdasarkan manfaat yang dihasilkan penelitian ini, akan berkontribusi bagi perusahaan dan perkebunan kelapa sawit rakyat dalam menerapkan prinsip-prinsip *Sustainable Palm Oil* melalui peningkatan kebun yang selama ini menjadi bagian penting dalam *Green Economic* bagi sistem industri minyak sawit Indonesia.



*commit to user*