

Pengaruh Kondisi Hidrologi Banjir terhadap Produktivitas, Biomassa, dan Stok Karbon Kelapa Sawit Swadaya di Lahan Gambut

T. Muhammad Abdul Maja Pandika^{a,1,*}, Dian Pratama Putra^{a,2}, Valensi Kautsar^{a,3}

^aInstitut Pertanian Stiper (INSTIPER), Indonesia.

¹tengkumaja03@gmail.com*; ²dianswn@instiperjogja.ac.id; ³valkauts@instiperjogja.ac.id

*Correspondent Author

Received: 20 February 2026

Revised: 17 April 2026

Accepted: 21 April 2026

KATA KUNCI

Gambut
Hidrologi
Kelapa sawit
Produktivitas
Stok karbon

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kondisi hidrologi berupa genangan dan banjir terhadap produktivitas, biomassa, stok karbon, serta persentase pohon doyong pada kebun kelapa sawit swadaya di lahan gambut. Penelitian dilaksanakan pada Maret–April 2025 di Provinsi Riau, meliputi wilayah rawan banjir di sekitar Sungai Kampar (Kabupaten Pelalawan) dan wilayah tidak tergenang di sekitar Sungai Batang Kuantan (Kabupaten Indragiri Hilir). Metode yang digunakan adalah survei agronomi dengan pendekatan observasional komparatif pada tiga kondisi kebun, yaitu kebun tanpa banjir (kontrol), kebun tergenang banjir/MAT+100 cm (± 100 cm selama 2–3 minggu), dan kebun tidak tergenang di wilayah banjir/MAT-20 cm (muka air tanah ± 20 cm di bawah permukaan). Data dikumpulkan melalui pengukuran lapangan dan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) taraf nyata 5% yang dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi hidrologi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap produktivitas, jumlah buah, serta biomassa dan stok karbon, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap berat janjang rata-rata, jumlah bunga betina, dan persentase pohon doyong. Produktivitas tertinggi ditemukan pada kebun tanpa banjir sebesar 10,77 ton/ha/semester, sedangkan kebun tergenang dan kebun pada wilayah banjir masing-masing sebesar 6,48 dan 6,57 ton/ha/semester. Stok karbon tertinggi terdapat pada kebun tanpa banjir sebesar 45,66 ton/ha. Secara umum, kondisi hidrologi yang stabil lebih mendukung produktivitas dan akumulasi biomassa dibandingkan kondisi genangan maupun fluktuasi muka air tanah. Implikasi penelitian ini menunjukkan pentingnya pengelolaan tata air yang adaptif dalam meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga fungsi ekologis lahan gambut.

KEYWORDS

Carbon stock
Hydrology
Oil palm
Peatland
Productivity

The Effect of Flood Hydrological Conditions on Productivity, Biomass, and Carbon Stock of Smallholder Oil Palm on Peatlands

This study aimed to analyze the effect of hydrological conditions, particularly flooding and waterlogging, on productivity, biomass, carbon stock, and the percentage of leaning trees in smallholder oil palm plantations established on peatlands. The research was conducted from March to April 2025 in Riau Province, Indonesia, covering flood-prone areas around the Kampar River (Pelalawan Regency) and non-flooded areas around the Batang Kuantan River (Indragiri Hilir Regency). The method applied was an agronomic survey using a comparative observational

approach across three plantation conditions: non-flooded plantations (control), flooded plantations/MAT +100 cm (± 100 cm inundation for 2–3 weeks), and non-flooded plantations located within flood-prone areas/MAT -20 cm (water table approximately 20 cm below the soil surface). Data were collected through field measurements and analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that hydrological conditions had a significant effect ($p < 0.05$) on productivity, fruit number, biomass, and carbon stock, but did not significantly affect average bunch weight, number of female flowers, and the percentage of leaning trees. The highest productivity was observed in non-flooded plantations at $10.77 \text{ tons ha}^{-1} \text{ semester}^{-1}$, while flooded plantations and non-flooded plantations within flood-prone areas yielded 6.48 and $6.57 \text{ tons ha}^{-1} \text{ semester}^{-1}$, respectively. The highest carbon stock was also found in non-flooded plantations, reaching $45.66 \text{ tons ha}^{-1}$. In general, stable hydrological conditions were more favorable for supporting productivity and biomass accumulation compared to flooded conditions or fluctuating water tables. These findings highlight the importance of adaptive water management in improving productivity while maintaining the ecological functions of peatlands.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Pendahuluan

Lahan gambut merupakan salah satu ekosistem penting di dunia dengan luas sekitar 13,43 juta hektar di Indonesia yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Ekosistem ini berfungsi sebagai penyimpan karbon dalam jumlah besar, yaitu sekitar 36,7 gigaton, serta memiliki peran strategis dalam pengaturan tata air dan pengendalian banjir [1]. Fungsi ekologis tersebut menjadikan lahan gambut berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Namun demikian, alih fungsi lahan gambut untuk pertanian, perkebunan, dan permukiman telah meningkatkan risiko degradasi, oksidasi, dan pelepasan emisi karbon ke atmosfer [2]; [3]. Salah satu bentuk alih fungsi terbesar adalah untuk perkebunan kelapa sawit, dengan estimasi 4–4,5 juta hektar lahan gambut telah dimanfaatkan untuk komoditas ini [4].

Secara agronomis, lahan gambut memiliki karakteristik unik berupa kandungan air tinggi, pH rendah (3–5), aerasi buruk, serta kandungan unsur hara makro yang terbatas. Kondisi ini menyebabkan produktivitas tanaman sangat bergantung pada pengelolaan tata air dan pemupukan yang tepat. Drainase yang tidak terkendali dapat menyebabkan subsidensi dan meningkatkan risiko banjir [5], sedangkan genangan berkepanjangan dapat mengganggu respirasi akar, penyerapan nitrogen, serta pertumbuhan vegetatif tanaman [7;8]. Ketidakseimbangan tata air juga berpengaruh terhadap stabilitas tanaman, terutama karena sistem perakaran kelapa sawit yang dangkal dan bersifat serabut, sehingga rentan mengalami kedoyongan pada kondisi daya dukung tanah rendah [8]. Penelitian menunjukkan bahwa produktivitas kelapa sawit pada lahan yang mengalami banjir jauh lebih rendah dibandingkan lahan tanpa banjir, yaitu sekitar 9 ton/ha/tahun dibandingkan $26,8 \text{ ton/ha/tahun}$ [9].

Pengelolaan lahan gambut di Indonesia telah diatur melalui Peraturan Pemerintah No. 71 Tahun 2014 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut serta Instruksi Presiden No. 5 Tahun 2019 tentang penghentian izin baru di lahan gambut. Namun, implementasinya masih menghadapi kendala teknis dan sosial, termasuk keterbatasan sumber daya dan partisipasi masyarakat [10]. Di tingkat kebun swadaya, praktik kultur teknis dan pengelolaan tata air umumnya masih sederhana, meskipun masyarakat lokal memiliki

pengalaman dalam pengelolaan parit dan sistem drainase tradisional yang adaptif [11]. Produktivitas kebun rakyat di lahan gambut umumnya hanya mencapai 10–15 ton/ha/tahun, lebih rendah dibandingkan perkebunan swasta yang dapat mencapai 20–38 ton/ha/tahun [12;5].

Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek hidrologi atau produksi secara terpisah di perkebunan skala perusahaan. Pengaturan tinggi muka air tanah terbukti memengaruhi jumlah dan berat tandan buah segar [12], sementara perbedaan kondisi lokasi gambut juga berpengaruh terhadap produktivitas [13]. Namun, kajian integratif pada kebun kelapa sawit swadaya yang mengaitkan produktivitas, biomassa, stok karbon, dan persentase pohon doyong pada kondisi genangan dan banjir masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kondisi genangan dan banjir terhadap produktivitas, biomassa, stok karbon, serta persentase pohon doyong kelapa sawit swadaya di lahan gambut. Berdasarkan kerangka teori hubungan tata air gambut, respirasi akar, dinamika hara, dan pertumbuhan vegetatif tanaman, penelitian ini menguji dugaan bahwa produktivitas dan stok karbon lebih tinggi pada kebun tidak tergenang banjir, sedangkan persentase pohon doyong lebih besar pada kebun yang mengalami genangan dan banjir. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengelolaan lahan gambut yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian survei agronomi dengan pendekatan observasional komparatif yang dilaksanakan pada Maret–April 2025 di kebun kelapa sawit swadaya lahan gambut Provinsi Riau, meliputi wilayah banjir periodik tahunan di sekitar Sungai Kampar, Kabupaten Pelalawan, serta wilayah tidak tergenang di sekitar Sungai Batang Kuantan, Kabupaten Indragiri Hilir. Penelitian membandingkan tiga kondisi kebun sebagai perlakuan komposit, yaitu kebun tidak tergenang banjir (kontrol), kebun tergenang banjir dengan tinggi genangan ± 100 cm selama 2–3 minggu, dan kebun tidak tergenang di wilayah banjir dengan muka air tanah ± 20 cm di bawah permukaan tanah. Karakteristik kebun relatif seragam (umur tanaman 15–17 tahun, kedalaman gambut > 2 m, dan bibit Marihat PPKS). Data primer dikumpulkan melalui observasi lapangan, pengukuran langsung, dan wawancara semi-terstruktur dengan pekebun. Pengambilan sampel menggunakan Teknik Random Sampling dengan mengikuti luasan lahan, dalam hal ini penggunaan luasan lahan dibagi menjadi 3 parameter control (tanpa banjir), tergenang banjir ± 100 cm (MAT+100 cm), dan tidak tergenang tetapi dilewati air banjir (MAT-20 cm). Produktivitas dihitung berdasarkan jumlah bunga betina, jumlah tandan, dan berat janjang rata-rata (BJR) yang diekstrapolasi menjadi ton/ha/semester dengan sampel 15% populasi per hektar (purposive sampling dengan kriteria homogenitas kondisi kebun). Biomassa diestimasi secara non-destruktif menggunakan persamaan alometrik [14] berdasarkan pengukuran lingkaran batang, tinggi batang, serta parameter pelepah dengan sampel 8% populasi. Pengambilan sampel dengan mengambil sampel Produktivitas: 15% populasi/ha (purposive sampling), pada sampel Biomassa: 8% populasi dan Data dikumpulkan melalui pengukuran langsung dan wawancara. Persentase pohon doyong dihitung dari jumlah tanaman doyong terhadap total populasi pengamatan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) taraf 5% dan dilanjutkan uji Duncan (DMRT) untuk membedakan rerata perlakuan; simpulan ditarik berdasarkan hasil uji statistik dan kecenderungan respons agronomis antar kondisi kebun.

Hasil dan Pembahasan

1. Kultur Teknis dan Kondisi Hidrologi

Kondisi tata air pada kebun kelapa sawit swadaya yang diamati masih bersifat sederhana dan belum menerapkan pengaturan muka air tanah secara terkontrol. Sistem drainase berupa

parit keliling ($\pm 2 \times 2$ m) berfungsi sebagai pembatas lahan, namun tidak efektif menahan limpasan saat terjadi peningkatan debit Sungai yang menyebabkan banjir periodik. Pada kebun tergenang banjir (MAT+100 cm), genangan mencapai ± 100 cm selama 2–3 minggu, sedangkan pada kebun MAT-20 cm muka air tanah meningkat hingga ± 20 cm di bawah permukaan tanah tanpa terjadi genangan permukaan. Kebun kontrol relatif lebih stabil secara hidrologi. Pemupukan pada kebun swadaya umumnya menggunakan pupuk NPK, KCl, Urea, TSP, pupuk mikro Cu, dan dolomit, namun frekuensinya rendah dan belum berbasis analisis tanah. Pemeliharaan kebun juga masih minimal, sehingga respons tanaman lebih banyak ditentukan oleh kondisi lahan dibanding intervensi teknis.

2. Karakteristik Agronomis

Tabel 1. Pengaruh kondisi banjir periodik kebun gambut terhadap karakteristik agronomis kelapa sawit swadaya

Parameter	Banjir kebun gambut		
	Tanpa banjir (kontrol)	MAT+100 cm	MAT-20 cm
Tinggi Batang (m)	3,92 \pm 0,09 <i>c</i>	4,91 \pm 0,09 <i>a</i>	4,62 \pm 0,17 <i>b</i>
Diameter Batang (cm)	65 \pm 0,4 <i>a</i>	55 \pm 0,1 <i>b</i>	53 \pm 0,3 <i>b</i>
Tebal Petiole (cm)	5,51 \pm 0,06 <i>a</i>	6,2 \pm 0,24 <i>a</i>	5,05 \pm 0,75 <i>a</i>
Lebar Petiole (cm)	12,89 \pm 0,21 <i>a</i>	12,41 \pm 1,32 <i>a</i>	9,73 \pm 1,28 <i>b</i>
Pohon Doyong (%)	79,34 \pm 5,31 <i>a</i>	54 \pm 16,37 <i>a</i>	78 \pm 8,79 <i>a</i>
Tidak Doyong (%)	20,66 \pm 5,31 <i>a</i>	46 \pm 16,37 <i>a</i>	22 \pm 8,79 <i>a</i>

Ket: Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan analisis menggunakan ANOVA ($p < 0,05$) dan uji lanjut DMRT.

Hasil dari uji statistik one-way ANOVA pada karakteristik agronomis kelapa sawit swadaya terhadap kondisi banjir kebun gambut menunjukkan bahwa nilai sig $< 0,05$ pada tinggi batang, diameter batang, dan lebar petiole, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh kondisi hidrologi terhadap parameter tersebut. Sedangkan pada tebal petiole dan persentase pohon doyong menunjukkan nilai sig $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata kondisi banjir terhadap parameter tersebut. Berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), tinggi batang tertinggi dihasilkan pada kondisi MAT+100 cm (4,91 m), diikuti MAT-20 cm (4,62 m), dan terendah pada tanpa banjir/kontrol (3,92 m). Diameter batang tertinggi terdapat pada kontrol (65 cm), diikuti MAT+100 cm (55 cm), dan terendah pada MAT-20 cm (53 cm). Lebar petiole tertinggi terdapat pada kontrol (12,89 cm) dan terendah pada MAT-20 cm (9,73 cm). Sementara itu, persentase pohon doyong tertinggi terdapat pada kontrol (79,34%), diikuti MAT-20 cm (78%), dan terendah pada MAT+100 cm (54%).

3. Produktivitas Kelapa Sawit

Tabel 2. Pengaruh kondisi banjir periodik kebun gambut terhadap produktivitas kelapa sawit swadaya

Parameter	Banjir periodik kebun gambut		
	Tanpa banjir (kontrol)	MAT+100 cm	MAT-20 cm
Produktivitas (ton/ha/semester)	10,77 \pm 1,38 <i>a</i>	6,48 \pm 0,56 <i>b</i>	6,57 \pm 0,65 <i>b</i>
BJR (kg)	12,65 \pm 1,06 <i>a</i>	12,97 \pm 0,45 <i>a</i>	12,13 \pm 1,36 <i>a</i>

Bunga Betina (Janjang)	1,64 ± 0,2 a	1,16 ± 0,04 a	1,39 ± 0,27 a
Buah (Janjang)	4,88 ± 0,67 a	3,41 ± 0,11 b	3,69 ± 0,56 b

Ket: Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan analisis menggunakan ANOVA ($p < 0,05$) dan uji lanjut DMRT.

Hasil dari uji statistik one-way ANOVA pada produktivitas kelapa sawit swadaya terhadap kondisi banjir kebun gambut menunjukkan bahwa nilai sig < 0,05 pada parameter produktivitas dan jumlah buah, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh kondisi hidrologi terhadap kedua parameter tersebut. Sedangkan pada berat janjang rata-rata (BJR) dan jumlah bunga betina menunjukkan nilai sig > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata kondisi banjir terhadap parameter tersebut. Berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), produktivitas tertinggi dihasilkan pada kebun tanpa banjir/kontrol (10,77 ton/ha/semester), diikuti MAT-20 cm (6,57 ton/ha/semester), dan terendah pada MAT+100 cm (6,48 ton/ha/semester). Jumlah buah tertinggi terdapat pada kontrol (4,88 janjang), diikuti MAT-20 cm (3,69 janjang), dan terendah pada MAT+100 cm (3,41 janjang). Sementara itu, nilai BJR tertinggi terdapat pada MAT+100 cm (12,97 kg), diikuti kontrol (12,65 kg), dan terendah pada MAT-20 cm (12,13 kg), sedangkan jumlah bunga betina tertinggi terdapat pada kontrol (1,64 janjang) dan terendah pada MAT+100 cm (1,16 janjang).

4. Biomassa dan Stok Karbon

Tabel 3. Pengaruh kondisi banjir periodik kebun gambut terhadap terhadap biomassa dan stok karbon kelapa sawit swadaya

Parameter	Banjir periodik kebun gambut		
	Tanpa banjir (kontrol)	MAT+100 cm	MAT-20 cm
BK Daun (kg)	245,92 ± 6,26 ab	266,78 ± 37,26 a	173,87 ± 42,82 b
BK Batang (kg)	254,16 ± 25,27 a	252,31 ± 4,27 a	203,7 ± 23,37 b
BK Akar (kg)	135,88 ± 5,29 a	138,47 ± 11,24 a	102,52 ± 11,08 b
BK Tandan (kg)	43,43 ± 2,16 a	34,8 ± 4,63 a	32,52 ± 4,07 a
Berat kering pokok (kg)	679,39 ± 26,46 a	692,35 ± 56,21 a	512,61 ± 55,38 b
Stok Karbon Tegakan (ton/ha)	45,66 ± 1,78 a	44,91 ± 3,65 a	33,25 ± 3,59 b

Ket: Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan analisis menggunakan ANOVA ($p < 0,05$) dan uji lanjut DMRT.

Hasil dari uji statistik one-way ANOVA pada biomassa dan stok karbon kelapa sawit swadaya terhadap kondisi banjir kebun gambut menunjukkan bahwa nilai sig < 0,05 pada berat kering daun, berat kering batang, berat kering akar, berat kering pokok, dan stok karbon tegakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh kondisi hidrologi terhadap parameter-parameter tersebut. Sedangkan pada berat kering tandan menunjukkan nilai sig > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata kondisi banjir terhadap berat kering tandan. Berdasarkan nilai rata-rata (*mean*), berat kering daun tertinggi terdapat pada MAT+100 cm (266,78 kg), diikuti kontrol (245,92 kg), dan terendah pada MAT-20 cm (173,87 kg). Berat kering batang tertinggi terdapat pada kontrol (254,16 kg), diikuti MAT+100 cm (252,31 kg), dan terendah pada MAT-20 cm (203,70 kg). Berat kering akar tertinggi terdapat pada MAT+100 cm (138,47 kg), diikuti kontrol (135,88 kg), dan terendah pada MAT-20 cm (102,52 kg). Berat kering pokok tertinggi terdapat pada MAT+100 cm (692,35 kg), diikuti kontrol (679,39 kg), dan terendah pada MAT-20 cm (512,61 kg). Stok karbon tegakan tertinggi terdapat pada kontrol (45,66 ton/ha), diikuti MAT+100 cm (44,91 ton/ha), dan terendah pada MAT-20 cm (33,25 ton/ha).

5. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi kondisi hidrologi pada kebun gambut memiliki keterkaitan yang jelas dengan perbedaan pertumbuhan, produktivitas, biomassa, dan stabilitas tanaman kelapa sawit swadaya. Respons tanaman tidak dapat dijelaskan hanya oleh satu variabel, tetapi merupakan hasil interaksi antara tinggi muka air tanah dan praktik pengelolaan kebun yang diterapkan oleh pekebun [4]. Dalam sistem kebun swadaya, di mana pengelolaan tata air, pemupukan, dan pemeliharaan masih terbatas, kondisi lingkungan menjadi faktor yang sangat dominan dalam menentukan performa tanaman.

Kebun tanpa banjir (kontrol) mencatat produktivitas tertinggi sebesar 10,77 ton/ha/semester dibandingkan dengan kondisi MAT+100 cm dan MAT-20 cm. Namun demikian, capaian ini belum mencerminkan kondisi optimal karena secara umum produktivitas seluruh kebun masih tergolong rendah. Keterbatasan sistem drainase, tidak adanya pengaturan muka air tanah yang terkontrol, serta pemupukan yang belum berbasis analisis kebutuhan tanaman menjadi faktor pembatas utama. Artinya, meskipun tekanan genangan lebih kecil pada kebun kontrol, stabilitas hidrologinya tetap belum sepenuhnya baik.

Karakteristik tanah gambut yang memiliki pH masam, kandungan bahan organik tinggi, serta porositas besar menyebabkan ketersediaan hara dan distribusi akar sangat bergantung pada keseimbangan antara aerasi dan kandungan air tanah [15]. Sebagian besar unsur hara di tanah gambut berada dalam bentuk organik, sehingga hanya dapat dimanfaatkan tanaman setelah melalui proses mineralisasi yang sangat dipengaruhi oleh aerasi tanah dan posisi muka air tanah [16]. Pada kondisi yang terlalu jenuh air, oksigen di zona perakaran menjadi terbatas sehingga proses respirasi akar terganggu. Sebaliknya, ketika muka air terlalu turun atau berfluktuasi, struktur gambut menjadi tidak stabil dan dapat mengalami penyusutan. Kedua kondisi ekstrem ini sama-sama memengaruhi efisiensi penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman, karena kondisi lingkungan seperti pH, suhu, dan kelembapan juga sangat menentukan aktivitas mikroorganisme tanah serta proses dekomposisi bahan organik yang berperan dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman [17].

Pada kebun dengan kondisi MAT+100 cm, genangan periodik berkaitan dengan tinggi batang yang lebih besar, tetapi diameter batang lebih kecil [7]. Pola ini menunjukkan pertumbuhan yang tidak proporsional. Tanaman cenderung memanjangkan batang sebagai respons adaptif terhadap kondisi cekaman, sementara pembesaran diameter tidak berlangsung optimal. Akibatnya, struktur tanaman menjadi relatif kurang kokoh. Kondisi ini juga berkorelasi dengan produktivitas yang lebih rendah dibandingkan kontrol, terutama karena jumlah janjang buah yang lebih sedikit meskipun berat janjang relatif tidak berbeda nyata.

Sebaliknya, kondisi MAT-20 cm menunjukkan tekanan yang berbeda. Muka air tanah yang relatif dangkal dan cenderung fluktuatif berkaitan dengan diameter batang dan lebar petiole yang lebih kecil, serta nilai biomassa dan stok karbon terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa fluktuasi muka air tanah dapat memberikan tekanan pertumbuhan yang lebih besar dibandingkan genangan sesaat. Ketidakstabilan tersebut berpotensi mengganggu perkembangan sistem perakaran dan mengurangi efisiensi akumulasi biomassa [15].

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tinggi muka air tanah berpengaruh terhadap produktivitas serta karakter pertumbuhan kelapa sawit [13;14]. Perbedaan posisi muka air tanah tidak hanya berdampak pada jumlah produksi, tetapi juga memengaruhi pola pertumbuhan vegetatif, termasuk keseimbangan antara tinggi dan diameter batang serta perkembangan organ daun.

Meskipun persentase pohon doyong tidak menunjukkan perbedaan nyata secara statistik, kecenderungan nilai memperlihatkan tingkat kedoyongan yang lebih tinggi pada kebun kontrol dan MAT-20 cm. Kondisi ini berkaitan dengan rendahnya daya dukung tanah gambut akibat proses penyusutan ketika terjadi perubahan kadar air [8]. Tanah gambut yang mengalami fluktuasi kelembapan cenderung kehilangan kestabilan struktur, sehingga akar tidak mampu menopang tanaman secara optimal.

Kedoyongan tanaman tidak hanya berdampak pada aspek mekanis, tetapi juga berpotensi memengaruhi kinerja fisiologis. Tanaman yang tumbuh tidak tegak harus menyesuaikan orientasi batangnya terhadap gaya gravitasi, yang dapat mengubah distribusi fotosintat dan alokasi energi. Energi yang seharusnya difokuskan untuk pembentukan bunga dan buah dapat terbagi untuk mempertahankan keseimbangan struktural, sehingga dalam jangka panjang dapat menurunkan efisiensi pertumbuhan dan produksi.

Dari sisi biomassa dan stok karbon, kondisi hidrologi yang lebih stabil cenderung mendukung akumulasi biomassa yang lebih baik. Kebun kontrol dan MAT+100 cm menunjukkan stok karbon yang relatif lebih tinggi dibandingkan MAT-20 cm. Hal ini menegaskan bahwa stabilitas pertumbuhan vegetatif sangat berperan dalam menentukan kapasitas penyimpanan karbon pada tegakan kelapa sawit. Mengingat lahan gambut berfungsi sebagai penyimpan karbon penting, pengelolaan kebun memiliki implikasi tidak hanya terhadap produksi, tetapi juga terhadap fungsi ekologis.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa stabilitas muka air tanah merupakan faktor kunci dalam menjaga keseimbangan pertumbuhan vegetatif dan generatif, mempertahankan produktivitas, serta mendukung akumulasi biomassa dan stok karbon pada kebun kelapa sawit swadaya di lahan gambut. Pengelolaan tata air yang lebih terkontrol dan adaptif terhadap karakteristik gambut menjadi langkah penting untuk meningkatkan kinerja tanaman sekaligus menjaga keberlanjutan ekosistem gambut.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi hidrologi lahan gambut berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, produktivitas, biomassa, dan stok karbon kelapa sawit swadaya, sementara praktik kultur teknis yang relatif seragam belum mampu mengoptimalkan respons tanaman. Kebun tanpa genangan menunjukkan produktivitas tertinggi dibandingkan kebun yang mengalami genangan maupun yang berada pada wilayah rawan banjir, yang terutama disebabkan oleh jumlah janjang buah yang lebih banyak. Kondisi genangan berkaitan dengan perubahan pola pertumbuhan vegetatif, yaitu peningkatan tinggi batang namun penurunan diameter batang, yang mengindikasikan pertumbuhan tidak proporsional akibat cekaman hidrologi. Selain itu, kondisi muka air tanah yang tidak stabil, baik terlalu tinggi maupun fluktuatif, berdampak pada penurunan biomassa dan stok karbon, terutama pada kebun dengan muka air tanah dangkal (± 20 cm). Secara keseluruhan, stabilitas muka air tanah merupakan faktor kunci dalam menjaga keseimbangan pertumbuhan vegetatif dan generatif serta meningkatkan produktivitas dan kapasitas penyimpanan karbon pada kelapa sawit di lahan gambut. Oleh karena itu, pengelolaan tata air yang adaptif dan terkontrol, seperti pengaturan tinggi muka air tanah dan perbaikan sistem drainase, menjadi implikasi penting untuk meningkatkan kinerja kebun sekaligus menjaga keberlanjutan fungsi ekologis lahan gambut.

Daftar Pustaka

- [1] M. Anda *et al.*, "Revisiting tropical peatlands in Indonesia: Semi-detailed mapping, extent and depth distribution assessment," *Geoderma*, vol. 402, no. June 2020, p. 115235, 2021, doi: 10.1016/j.geoderma.2021.115235.
- [2] F. Rahmandani, S. B. Yuwono, and C. Wulandari, "Perubahan Tutupan Lahan Di Hutan Kemasyarakatan Gapoktan Jaya Lestari Provinsi Lampung," *J. Hutan Trop.*, vol. 9, no. 2, p. 366, 2021, doi: 10.20527/jht.v9i2.11287.
- [3] D. Kosasih, M. Buce Saleh, and L. Budi Prasetyo, "Visual and Digital Interpretations for Land Cover Classification in Kuningan District, West Java," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 24, no. 2, pp. 101–108, 2019, doi: 10.18343/jipi.24.2.101.
- [4] H. Sosiawan and A. Susilawati, "PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT TERDEGRADASI DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SWADAYA PETANI," no. 1, 2018, [Online]. Available:

- <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/15349>
- [5] C. D. Evans *et al.*, "Rates and spatial variability of peat subsidence in Acacia plantation and forest landscapes in Sumatra, Indonesia," *Geoderma*, vol. 338, no. August 2018, pp. 410–421, 2019, doi: 10.1016/j.geoderma.2018.12.028.
- [6] T. Hidayat, I. Y. Harahap, Y. Pangaribuan, S. Rahutomo, W. Fauzi, and W. Harsanto, *Bunga, Buah, dan Produksi Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2013.
- [7] R. H. Corley and P. B. H Tinker, "Chapter 5 - Growth, Flowering and Yield," *Oil Palm*, no. 1977, 2016.
- [8] E. Kurniawan, Ardian, and Wawan, "SIFAT KIMIA TANAH DAN PERKEMBANGAN AKAR KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) PADA BERBAGAI DIMENSI RORAK DENGAN PEMBERIAN TANDAN KOSONG," vol. 3, no. 3, pp. 63–77, 2014.
- [9] A. G. J. Sinaga, S. Tarmaja, and E. Firmansyah, "Karakteristik Pertumbuhan Dan Produksi Kelapa Sawit Pada Berbagai Macam Kondisi Cekaman Banjir," *Skripsi thesis, Inst. Pertan. Stiper Yogyakarta.*, 2023.
- [10] K. Prayoga, S. Nurfadillah, M. Saragih, and A. M. Riezky, "Menakar Perubahan Sosio-Kultural Masyarakat Tani Akibat Miskonsepsi Modernisasi Pembangunan Pertanian," *SOCA J. Sos. Ekon. Pertan.*, vol. 13, no. 1, p. 96, 2019, doi: 10.24843/soca.2019.v13.i01.p08.
- [11] M. R. Permata Sari, Munajat Munajat, Endang Lastinawati, Araz Meilin, Loso Judijanto, Sutiharni Sutiharni, Erni Dwi Puji Setyowati, Ahfandi Ahmad, "Pembangunan Pertanian Berkelanjutan," PT. Sonpedia Publishing Indonesia., 2024.
- [12] H. Wirianata, S. M. Rohmiyati, S. Wijayani, and M. Z. Baruna, "Wirianata, H., dkk. (2020)..pdf," in *Peningkatan Daya Saing Melalui Perbaikan Mutu Dalam Rangka Pembangunan Pertanian di Era Industri 4.0*, Agroindustri UMBY, 2020, pp. 284–292.
- [13] H. Lumban Tobing and B. Pratomo, "Analysis of Oil Palm Production Data in Peatland of Pt Sinar Gunung Sawit Raya Manduamas District Central Tapanuli Regency," *J. Rimba Lestari*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2022, doi: 10.29303/rimbalestari.v2i1.124.
- [14] A. R. Lubis, M. Kuku, and M. Ardiansyah, "Pendugaan Cadangan Karbon Kelapa Sawit Berdasarkan Persamaan Alometrik di Lahan Gambut Kebun Meranti Paham, PT Perkebunan Nusantara IV, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara," *Fak. Pertan. IPB.*, 2011, [Online]. Available: <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/128010/A11arl.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- [15] V. Kautsar, L. Safitri, S. Suryanti, A. Kurniawan, and F. Santiabudi, "Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to drought Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to drought," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 141 012031, 2018.
- [16] D. P. Putra, M. P. Bimantio, A. A. Sahfitra, T. Suparyanto, and B. Pardamean, "Simulation of availability and loss of nutrient elements in land with android-based fertilizing applications," *Proc. 2020 Int. Conf. Inf. Manag. Technol. ICIMTech 2020*, pp. 312–317, 2020, doi: 10.1109/ICIMTech50083.2020.9211268.
- [17] M. F. N. Azizi, D. P. Putra, and V. Kautsar, "Optimalisasi Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Media Dekomposer," *J. Pengelolaan Perkeb.*, vol. 6, no. 2, pp. 58–72, 2025.