

Growth and Productivity of Sugarcane on Inceptisol and Vertisol Soils

Agus Eka Alazis, Anna Kusumawati, Rina Puji Lestari*

Program Studi Pengelolaan Perkebunan D-IV, Politeknik LPP, Yogyakarta, Indonesia;

Article History

Received : June 07th, 2026

Revised : July 02th, 2026

Accepted : August 04th, 2026

*Corresponding Author: **Rina Puji Lestari**, Program Studi Pengelolaan Perkebunan D-IV, Politeknik LPP, Yogyakarta, Indonesia;
Email: rinapuji@polteklpp.ac.id

Abstract: Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) productivity is strongly influenced by soil characteristics that affect plant growth and yield. This study aimed to compare the growth and productivity of sugarcane cultivated on Inceptisol and Vertisol soils and to identify growth parameters associated with productivity. The research was conducted from April to September 2019 in commercial sugarcane plantations located in Magelang Regency, Central Java (Inceptisol) and Kulon Progo Regency, Yogyakarta Special Region, Indonesia (Vertisol). A field survey was carried out using 54 sampling units consisting of Bululawang (BL) sugarcane cultivated under a fifth-ratoon production system and harvested at 12 months of age. Growth parameters observed included plant height, stem diameter, fresh stem weight, and productivity, while soil analyses included pH, available nitrogen, and soil moisture content. Data were analyzed using correlation analysis and independent sample t-tests at a 5% significance level after testing for normality (Shapiro–Wilk) and homogeneity of variance (Levene's test). The results showed no significant differences in growth and productivity between sugarcane grown on Inceptisol and Vertisol soils. Soil pH and moisture content differed significantly between the two soil types, whereas available nitrogen content did not. Fresh stem weight exhibited the strongest association with productivity ($r = 0.999$), followed by stem diameter ($r = 0.410$). However, this relationship should be interpreted cautiously because sugarcane productivity is closely related to biomass accumulation and correlation does not imply causation. The findings indicate that fresh stem weight is the growth parameter most closely associated with sugarcane productivity. Improving soil fertility and implementing appropriate soil management practices are recommended to optimize sugarcane production in tropical environments.

Keywords: Growth; Productivity; Sugarcane; Inceptisol; Vertisol soils.

Pendahuluan

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan penting di Indonesia karena berperan sebagai bahan baku utama industri gula dan memiliki kontribusi terhadap sektor perekonomian nasional. Peningkatan kebutuhan gula setiap tahun mendorong upaya peningkatan produktivitas dan perluasan areal budidaya tebu di Indonesia (Dumipto *et al.*, 2019). Tebu juga menjadi tanaman penting di wilayah tropis dan subtropis karena berperan dalam mendukung produksi gula dan pengembangan industri berbasis pertanian (Driemeier *et al.*, 2016). Namun, budidaya tebu di Indonesia saat

ini banyak dilakukan pada lahan marginal akibat adanya persaingan penggunaan lahan dengan komoditas lain, pembangunan wilayah perkotaan, dan sektor industri (Swapna *et al.*, 2016).

Karakteristik tanah merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu. Tanah berfungsi sebagai media penyedia unsur hara, air, dan tempat perkembangan akar tanaman yang secara langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman. Perbedaan sifat fisik dan kimia antarjenis tanah menyebabkan kemampuan masing-masing tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman menjadi tidak sama. Variasi karakteristik tersebut

memengaruhi kapasitas tanah dalam menyimpan air, mempertahankan unsur hara, dan menyediakan kondisi yang sesuai bagi perkembangan sistem perakaran. Pada tanah bertekstur kasar, rendahnya kemampuan menahan air, kandungan bahan organik yang relatif sedikit, serta tingginya laju infiltrasi meningkatkan risiko kehilangan unsur hara melalui proses pencucian. Kondisi tersebut mengakibatkan berkurangnya ketersediaan air dan unsur hara bagi tanaman, sehingga pertumbuhan dan produktivitasnya dapat menurun (Augusto *et al.*, 2017). Selain itu, tanah dengan kapasitas retensi hara yang rendah dapat menyebabkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi terbatas (Pincus *et al.*, 2017).

Kemampuan tanah dalam menyediakan air dan unsur hara menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya tebu karena kedua komponen tersebut berperan langsung dalam mendukung proses pertumbuhan tanaman. Pada fase vegetatif, nitrogen merupakan unsur hara makro yang memiliki peranan penting dalam pembentukan jaringan daun, perkembangan anakan, serta akumulasi biomassa, sehingga kecukupan nitrogen sangat menentukan vigor pertumbuhan tanaman dan potensi hasil yang dihasilkan (Gana, 2008). Ketersediaan air di dalam tanah juga memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman karena air dibutuhkan dalam proses transportasi unsur hara, fotosintesis, dan pembentukan biomassa tanaman (Sutanto, 2005). Kemampuan tanah dalam menyediakan air dan unsur hara bagi tanaman diperkirakan berbeda antara Inceptisol dan Vertisol karena kedua jenis tanah tersebut memiliki karakteristik tekstur dan struktur yang tidak sama. Perbedaan karakteristik tersebut berpotensi memengaruhi lingkungan perakaran, sehingga respons pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu yang dibudidayakan pada kedua jenis tanah tersebut dapat berbeda.

Perkembangan vegetatif tanaman tebu dapat dievaluasi melalui sejumlah karakter agronomis yang berhubungan dengan pembentukan hasil. Tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang segar, jumlah daun, dan jumlah anakan merupakan parameter yang umum digunakan untuk menggambarkan vigor

pertumbuhan, karena perubahan pada karakter-karakter tersebut umumnya diikuti oleh perubahan produktivitas tanaman. Bobot batang segar dan diameter batang merupakan indikator penting produktivitas karena mencerminkan akumulasi biomassa dan kapasitas penyimpanan sukrosa pada batang tebu (Harjanti *et al.*, 2014). Rokhman *et al.*, (2014) melaporkan bahwa peningkatan tinggi tanaman dan jumlah anakan berkaitan dengan meningkatnya potensi hasil tanaman tebu, sehingga kedua karakter tersebut dapat digunakan sebagai indikator dalam mengevaluasi produktivitas tanaman. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, termasuk jenis tanah, ketersediaan air, unsur hara, serta teknik budidaya yang diterapkan (Muttaqin *et al.*, 2016).

Karakteristik Inceptisol dan Vertisol yang berbeda diperkirakan memberikan respons yang tidak sama terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu. Meskipun budidaya tebu telah dilakukan pada berbagai kondisi lahan, kajian yang secara langsung membandingkan performa tanaman pada kedua jenis tanah tersebut masih belum banyak dilaporkan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu pada tanah Inceptisol dan Vertisol serta mengidentifikasi karakter pertumbuhan yang berkaitan dengan produktivitas tanaman. Hasil penelitian diharapkan dapat memperluas pemahaman mengenai peran karakteristik tanah dalam mendukung produktivitas tebu sekaligus menjadi referensi ilmiah bagi pengelolaan lahan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian berlangsung pada periode April–September 2019 dengan memanfaatkan lahan budidaya tebu yang berada di dua wilayah penelitian, yaitu Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, Indonesia. Lokasi di Kabupaten Kulon Progo dipilih untuk mewakili tanah Vertisol, sedangkan lokasi di Kabupaten Magelang dipilih untuk mewakili

tanah Inceptisol berdasarkan perbedaan karakteristik fisik dan kimia tanah yang berpotensi memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu. Pada masing-masing jenis tanah dipilih tiga lokasi pertanaman tebu sebagai ulangan penelitian.

Tanaman yang diamati merupakan varietas tebu Bululawang (BL) yang dibudidayakan dengan sistem tebu kepras ke-5 (*fifth ratoon crop*) dan dipanen pada umur sekitar 12 bulan. Praktik budidaya yang diterapkan pada kedua lokasi relatif seragam, meliputi kegiatan pemeliharaan tanaman dan pemupukan yang mengikuti kebiasaan budidaya setempat. Kabupaten Kulon Progo dan Kabupaten Magelang memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang mendukung pertumbuhan tanaman tebu, meskipun kondisi lingkungan dan karakteristik tanah pada kedua lokasi menunjukkan beberapa perbedaan. Pemilihan kedua lokasi penelitian didasarkan pada dominasi jenis tanah Vertisol dan Inceptisol yang umum digunakan untuk budidaya tebu sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan dan produktivitas tanaman pada kondisi tanah yang berbeda.

Pengambilan Sampel dan Parameter Pengamatan

Penelitian ini menerapkan pendekatan survei melalui pengambilan sampel tanaman tebu pada masing-masing lokasi penelitian untuk memperoleh data pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Setiap lokasi terdiri atas tiga blok pengamatan dengan luas masing-masing blok sebesar 100 m². Sebanyak 15 tanaman sampel diambil pada setiap blok sehingga total sampel tanaman pada setiap lokasi berjumlah 45 tanaman. Karakter pertumbuhan yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang segar, jumlah daun, jumlah ruas batang, dan jumlah anakan sebagai indikator perkembangan vegetatif tanaman tebu. Produktivitas tanaman ditetapkan berdasarkan hasil panen tebu per satuan luas lahan. Untuk mendukung interpretasi hasil pertumbuhan, dilakukan analisis tanah menggunakan sampel komposit yang diambil pada kedalaman 0–30 cm, dengan parameter yang meliputi pH tanah, kandungan nitrogen tersedia, dan kadar lengas tanah.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25. Sebelum analisis komparatif dilakukan, seluruh data terlebih dahulu dievaluasi untuk memastikan terpenuhinya asumsi analisis parametrik melalui uji Shapiro–Wilk terhadap distribusi data dan uji Levene terhadap homogenitas varians. Setelah kedua asumsi tersebut terpenuhi, perbedaan parameter pertumbuhan, produktivitas tanaman, dan karakteristik tanah antara Inceptisol dan Vertisol dianalisis menggunakan Independent Sample t-test pada tingkat kepercayaan 95%. Penggunaan uji Independent Sample t-test dipilih karena penelitian ini membandingkan rata-rata dua kelompok yang saling bebas, yaitu tanaman tebu yang dibudidayakan pada tanah Inceptisol dan Vertisol. Hubungan antara parameter pertumbuhan tanaman dengan produktivitas dianalisis menggunakan analisis korelasi Pearson pada taraf signifikansi 5%. Seluruh data dianalisis secara deskriptif dan inferensial untuk mengidentifikasi hubungan antara karakteristik pertumbuhan tanaman dan produktivitas tebu pada kedua jenis tanah.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Tanah pada Lokasi Penelitian

Perbedaan karakteristik fisik dan kimia tanah diduga menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap variasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu pada kedua lokasi penelitian. Oleh karena itu, dilakukan analisis beberapa sifat tanah yang meliputi pH, kandungan nitrogen tersedia, dan kadar lengas untuk membandingkan kondisi Inceptisol dan Vertisol. Hasil pengukuran masing-masing parameter disajikan pada Tabel 1 sebagai dasar interpretasi terhadap respons pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Karakteristik tanah pada lokasi penelitian

Jenis Tanah	pH tanah	N Tersedia (%)	Kadar Lengas (%)
Inceptisol	5,88 a	0,149 a	14,29 a
Vertisol	6,35 b	0,152 a	21,65 b

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf identik pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan secara statistik berdasarkan hasil uji Independent Sample t-test ($\alpha = 0,05$).

Nilai pH tanah yang lebih tinggi pada

Vertisol dibandingkan Inceptisol mengindikasikan bahwa kondisi kimia tanah tersebut lebih mendekati kisaran pH optimum bagi pertumbuhan tanaman. Pada kondisi tersebut, ketersediaan unsur hara umumnya menjadi lebih baik karena sebagian besar unsur hara berada dalam bentuk yang lebih mudah tersedia bagi tanaman. Selain meningkatkan ketersediaan hara, pH yang mendekati netral juga menciptakan lingkungan yang lebih mendukung aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga proses dekomposisi bahan organik dan mineralisasi unsur hara berlangsung lebih efektif. Perbedaan nilai pH antara kedua jenis tanah tersebut dipengaruhi oleh karakteristik bahan induk, dinamika bahan organik, tipe vegetasi, serta proses pencucian unsur hara selama perkembangan tanah (Winarso, 2005).

Ketersediaan nitrogen pada tanah Inceptisol dan Vertisol tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dan pada kedua lokasi penelitian tergolong dalam kategori rendah. Meskipun demikian, rendahnya kandungan nitrogen tidak diikuti oleh penurunan pertumbuhan maupun produktivitas tanaman tebu. Hal tersebut menunjukkan bahwa respons tanaman tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan nitrogen di dalam tanah, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kemampuan sistem perakaran dalam menyerap hara, kondisi fisik tanah, serta praktik pengelolaan budidaya yang diterapkan. Secara fisiologis, nitrogen merupakan unsur hara makro yang berperan penting dalam pembentukan klorofil, perkembangan jaringan vegetatif, dan pembentukan anakan sehingga keberadaannya tetap menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman tebu.

Kondisi ini diduga disebabkan oleh kesamaan status nitrogen pada kedua lokasi penelitian sehingga ketersediaan nitrogen bagi tanaman relatif setara. Selain itu, penggunaan varietas tebu yang sama, yaitu Bululawang (BL), serta penerapan sistem budidaya yang relatif seragam berupa tebu keprasan ke-5 (*ratoon cane*), diduga mampu mengurangi variasi respons pertumbuhan tanaman antar lokasi. Thorburn et al. (2017) menjelaskan bahwa efisiensi penggunaan nitrogen pada tanaman tebu dipengaruhi oleh interaksi antara ketersediaan nitrogen, karakteristik tanah, kondisi iklim, dan praktik pengelolaan budidaya.

Oleh karena itu, respons pertumbuhan dan produktivitas yang relatif serupa pada kedua lokasi penelitian diduga merupakan hasil pengaruh berbagai faktor tersebut secara bersama-sama, sehingga perbedaan karakteristik tanah belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Praktik pemupukan dan pemeliharaan tanaman yang dilakukan petani juga berpotensi menekan pengaruh perbedaan sifat tanah terhadap pertumbuhan dan produktivitas tebu. Pertumbuhan tanaman tebu dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan dan kondisi media tumbuh, sehingga ketersediaan nitrogen bukan merupakan satu-satunya faktor penentu. Faktor-faktor lain, seperti kelembapan tanah, karakteristik fisik tanah, perkembangan sistem perakaran, serta keseimbangan unsur hara, juga berperan dalam mengatur proses fisiologis yang mendukung pertumbuhan dan pembentukan biomassa tanaman. Gana (2008) menyatakan bahwa tanaman tebu memerlukan nitrogen dalam jumlah besar selama fase pertumbuhan vegetatif untuk mendukung pembentukan biomassa dan tajuk tanaman. Oleh karena itu, pengelolaan nitrogen melalui pemupukan yang tepat tetap diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tebu pada berbagai kondisi lahan.

Kadar lengas tanah pada Vertisol lebih tinggi dibandingkan Inceptisol. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh dominasi fraksi liat pada Vertisol yang mampu menyimpan air lebih tinggi dibandingkan tanah dengan tekstur lebih kasar. Tingginya kadar lengas pada Vertisol dapat membantu menjaga ketersediaan air bagi tanaman selama fase pertumbuhan. Retensi air di dalam tanah ditentukan oleh kombinasi berbagai sifat fisik tanah, termasuk tekstur, struktur, kandungan bahan organik, dan distribusi ukuran pori. Karakteristik tersebut memengaruhi kapasitas tanah dalam menyimpan air serta menentukan jumlah air yang tersedia bagi tanaman selama proses pertumbuhan (Sutanto, 2005).

Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tebu

Pertumbuhan tanaman tebu diamati melalui beberapa parameter vegetatif yang berhubungan langsung dengan produktivitas tanaman. Evaluasi respons pertumbuhan tanaman tebu pada tanah Inceptisol dan Vertisol

dilakukan melalui pengukuran tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang segar, dan produktivitas. Berdasarkan hasil analisis statistik, seluruh parameter yang diamati menunjukkan respons yang relatif serupa pada kedua jenis tanah, sehingga tidak ditemukan perbedaan yang signifikan. Nilai masing-masing parameter pertumbuhan dan produktivitas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Respons Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tebu pada Tanah Inceptisol dan Vertisol

Jenis Tanah	Tinggi Tanaman (m)	Bobot Batang Segar (kg)	Diameter Batang (cm)	Produktivitas (ku/ha)
Inceptisol	2,46 a	1,15 a	2,78 a	693,19 a
Vertisol	2,36 a	1,22 a	2,37 a	654,84 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan berdasarkan hasil Independent Sample t-test pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$).

Tanaman tebu yang tumbuh pada tanah Inceptisol menunjukkan kecenderungan memiliki tinggi tanaman lebih besar dibandingkan pada Vertisol, meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hasil ini mengindikasikan bahwa karakteristik kedua jenis tanah masih mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman pada tingkat yang relatif sama. Pertambahan tinggi tanaman dipengaruhi oleh berlangsungnya proses fisiologis yang optimal, terutama penyerapan air dan unsur hara yang mendukung fotosintesis, pembelahan sel, serta pembentukan jaringan tanaman. Menurut Abiy *et al.*, (2016), tinggi tanaman merupakan salah satu indikator vigor pertumbuhan yang berkaitan erat dengan kemampuan tanaman dalam membentuk biomassa dan mendukung pencapaian hasil panen. Bobot batang segar tanaman tebu pada Vertisol menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Inceptisol.

Bobot batang segar berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam membentuk biomassa dan menyimpan cadangan sukrosa di dalam batang. Harjanti *et al.*, (2014) menyatakan bahwa bobot batang segar merupakan indikator penting dalam menentukan produktivitas tanaman tebu karena berhubungan langsung

dengan hasil panen.

Diameter batang tanaman tebu pada Inceptisol cenderung lebih besar dibandingkan Vertisol meskipun tidak menunjukkan perbedaan nyata. Diameter batang merupakan parameter pertumbuhan vegetatif yang berhubungan dengan kemampuan tanaman dalam menyimpan hasil fotosintesis. Pembesaran diameter batang tebu dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen, selama fase pertumbuhan vegetatif.

Produktivitas tanaman tebu pada tanah Inceptisol menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Vertisol meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Produktivitas tanaman dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor seperti kondisi tanah, ketersediaan air, unsur hara, dan teknik budidaya yang diterapkan. Produktivitas tanaman tebu dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor, termasuk kondisi lingkungan tumbuh dan pengelolaan budidaya. Pertumbuhan vegetatif yang berlangsung secara optimal akan mendukung pembentukan biomassa dan berkontribusi terhadap peningkatan hasil panen (Muttaqin *et al.*, 2016).

Hubungan Parameter Pertumbuhan dengan Produktivitas

Hubungan antara parameter pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu dianalisis menggunakan analisis korelasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa parameter pertumbuhan memiliki hubungan yang berbeda terhadap produktivitas tanaman tebu. Nilai korelasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Korelasi parameter pertumbuhan dengan produktivitas tanaman tebu

Parameter	Nilai Korelasi (r)
Tinggi Tanaman	-0,361
Bobot Batang Segar	0,999
Diameter Batang	0,410

Bobot batang segar menunjukkan korelasi positif yang sangat kuat dengan produktivitas tanaman tebu ($r = 0,999$). Nilai koefisien tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan bobot batang segar diikuti oleh peningkatan produktivitas, sehingga parameter ini berpotensi digunakan sebagai indikator utama dalam memperkirakan hasil tanaman tebu. Nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan bobot

batang segar akan diikuti oleh peningkatan produktivitas tanaman. Bobot batang segar mencerminkan akumulasi biomassa tanaman yang menjadi komponen utama hasil panen tebu. Menurut Harjanti *et al.*, (2014), bobot batang segar merupakan parameter penting dalam menentukan produktivitas tanaman tebu.

Diameter batang menunjukkan hubungan positif terhadap produktivitas tanaman tebu dengan nilai korelasi sebesar 0,410. Semakin besar diameter batang, maka kemampuan tanaman dalam menyimpan biomassa dan sukrosa akan semakin tinggi. Diameter batang pada penelitian ini menunjukkan korelasi positif terhadap produktivitas tanaman tebu. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perkembangan batang berkontribusi terhadap peningkatan hasil panen. Pembentukan diameter batang merupakan hasil interaksi antara potensi genetik tanaman dan kondisi lingkungan tumbuh yang mendukung pertumbuhan vegetatif secara optimal (Muttaqin *et al.*, 2016).

Tinggi tanaman menunjukkan hubungan negatif terhadap produktivitas dengan nilai korelasi sebesar -0,361. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tinggi tanaman tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan hasil produksi. Tinggi tanaman yang berlebihan belum tentu menghasilkan biomassa batang yang optimal apabila tidak didukung oleh pembentukan batang yang baik.

Pengaruh Karakteristik Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu

Perbedaan karakteristik tanah antara Inceptisol dan Vertisol memengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman tebu, terutama dalam hal ketersediaan air dan unsur hara. Tanah Vertisol memiliki kandungan liat yang tinggi sehingga mampu menahan air lebih lama dibandingkan Inceptisol. Kondisi tersebut menyebabkan kadar lengas tanah pada Vertisol lebih tinggi. Ketersediaan air yang cukup sangat penting pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman tebu karena mendukung proses pembelahan sel, fotosintesis, dan transportasi unsur hara. Menurut Sutanto (2005), tekstur tanah berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menyimpan air dan menentukan kadar lengas tanah.

Meskipun Vertisol memiliki kadar lengas lebih tinggi, kondisi tanah yang terlalu lembab juga dapat menyebabkan aerasi tanah menjadi

kurang baik. Keterbatasan aerasi tanah dapat menurunkan suplai oksigen pada zona perakaran, sehingga perkembangan akar dan efisiensi penyerapan unsur hara menjadi kurang optimal. Kondisi tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman, terutama pada tanah dengan porositas udara yang rendah. Sebaliknya, Inceptisol memiliki struktur tanah yang relatif lebih baik untuk pergerakan udara dan penetrasi akar sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Kondisi tersebut diduga menjadi salah satu alasan mengapa produktivitas tanaman pada Inceptisol cenderung lebih tinggi dibandingkan Vertisol meskipun tidak berbeda nyata secara statistik.

Nilai pH tanah pada Vertisol yang lebih mendekati netral menunjukkan kondisi tanah yang relatif lebih baik untuk ketersediaan unsur hara. Menurut Winarso (2005), pH tanah yang mendekati netral akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan memperbaiki ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Namun, kandungan nitrogen tersedia pada kedua jenis tanah tergolong rendah sehingga dapat membatasi pertumbuhan vegetatif tanaman tebu. Nitrogen berperan sebagai unsur hara makro yang penting dalam sintesis klorofil serta pembentukan jaringan vegetatif tanaman (Gana, 2008).

Hubungan Pertumbuhan Vegetatif dengan Produktivitas Tebu

Bobot batang segar berkorelasi positif sangat kuat dengan produktivitas tanaman tebu, yang mengindikasikan bahwa peningkatan biomassa batang diikuti oleh peningkatan hasil panen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan biomassa batang merupakan faktor utama yang menentukan hasil produksi tanaman tebu. Bobot batang segar berkaitan langsung dengan akumulasi sukrosa dan pembentukan jaringan batang sehingga semakin tinggi bobot batang, maka produktivitas tanaman juga cenderung meningkat. Harjanti *et al.* (2014) menyatakan bahwa bobot batang segar merupakan indikator utama dalam menentukan hasil produksi tanaman tebu.

Diameter batang juga menunjukkan hubungan positif terhadap produktivitas tanaman tebu. Batang yang lebih besar menunjukkan kemampuan tanaman dalam menyimpan hasil fotosintesis lebih tinggi sehingga mendukung

peningkatan hasil panen. Korelasi positif antara karakter pertumbuhan vegetatif dan produktivitas yang diperoleh pada penelitian ini mendukung temuan Rokhman *et al.* (2014), yang melaporkan bahwa diameter batang dan jumlah anakan merupakan karakter agronomis yang berhubungan erat dengan peningkatan hasil tanaman tebu.

Korelasi negatif yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan tinggi tanaman tidak selalu mencerminkan peningkatan produktivitas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa akumulasi biomassa pada batang lebih berperan terhadap hasil panen dibandingkan pertambahan tinggi tanaman. Tanaman dengan tinggi yang berlebihan belum tentu menghasilkan batang yang padat dan berat. Menurut Muttaqin *et al.*, (2016), produktivitas tanaman tebu lebih dipengaruhi oleh pembentukan biomassa batang dibandingkan pertumbuhan tinggi tanaman semata.

Implikasi Pengelolaan Tanah terhadap Produktivitas Tebu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan tanah menjadi faktor penting dalam mendukung produktivitas tanaman tebu pada berbagai jenis tanah. Perbaikan kondisi tanah melalui penambahan bahan organik dan pengelolaan drainase diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara dan menjaga keseimbangan kadar air tanah. Pada Vertisol, pengelolaan drainase yang baik diperlukan untuk mengurangi genangan dan meningkatkan aerasi tanah, sedangkan pada Inceptisol diperlukan pengelolaan bahan organik untuk meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air dan unsur hara.

Selain pengelolaan tanah, pemupukan yang tepat juga diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nitrogen tanaman tebu selama fase pertumbuhan vegetatif. Ketersediaan unsur hara yang cukup akan mendukung pembentukan biomassa batang dan meningkatkan produktivitas tanaman tebu secara optimal. Ketersediaan nitrogen yang memadai melalui pengelolaan pemupukan yang tepat mendukung perkembangan vegetatif tanaman, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas tebu (Gana, 2008).

Kesimpulan

Budidaya tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada tanah Inceptisol dan Vertisol menghasilkan respons pertumbuhan dan produktivitas yang relatif setara. Kesamaan tersebut tercermin dari tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan pada tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang segar, maupun produktivitas tanaman. Tanah Vertisol memiliki nilai pH dan kadar lengas tanah yang lebih tinggi dibandingkan Inceptisol, sedangkan kandungan nitrogen tersedia pada kedua jenis tanah tergolong rendah. Meskipun terdapat perbedaan karakteristik tanah, kondisi tersebut tidak menghasilkan perbedaan pertumbuhan maupun produktivitas tanaman tebu pada lokasi dan sistem budidaya yang diteliti.

Bobot batang segar berkorelasi positif sangat kuat dengan produktivitas tanaman tebu ($r = 0,999$), sedangkan diameter batang menunjukkan korelasi positif dengan kekuatan sedang ($r = 0,410$). Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan biomassa batang memiliki keterkaitan yang lebih erat dengan produktivitas dibandingkan pertambahan diameter batang. Namun, hubungan tersebut perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena produktivitas tebu berkaitan erat dengan akumulasi biomassa batang sehingga tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat.

Penelitian ini memberikan informasi mengenai respons pertumbuhan dan produktivitas tebu varietas Bululawang pada lahan Inceptisol dan Vertisol di wilayah penelitian. Namun demikian, hasil penelitian ini terbatas pada lokasi, varietas, umur tanaman, dan sistem budidaya yang digunakan, sehingga generalisasi terhadap kondisi lahan dan lingkungan yang berbeda perlu dilakukan secara hati-hati. Pengelolaan kesuburan tanah melalui pemupukan yang tepat, peningkatan bahan organik tanah, serta pengelolaan air dan drainase yang baik tetap diperlukan untuk mendukung produktivitas tebu secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pengelolaan Perkebunan Program Sarjana Terapan, Politeknik LPP Yogyakarta,

atas dukungan fasilitas dan pendampingan selama pelaksanaan penelitian. Penghargaan juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pengumpulan data, analisis laboratorium, serta penyempurnaan naskah ilmiah hingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Referensi

- Abiy, G., Firew, M., & Tesfaye, K. (2016). Evaluation of sugarcane varieties for growth and yield performance in Ethiopia. *International Journal of Advanced Research*, 4(9), 1245–1252. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/1562>
- Augusto, L., Achat, D. L., Jonard, M., Vidal, D., & Ringeval, B. (2017). Soil parent material: A major driver of plant nutrient limitations in terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 23(9), 3808–3824. <https://doi.org/10.1111/gcb.13691>
- Driemeier, C., Ferreira, M. P., & Walter, A. (2016). Sugarcane straw removal and its implications on soil functions and crop production: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0380-8>
- Dumipto, A., Basuki, N., & Wicaksono, K. P. (2019). Pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu pada berbagai kondisi lahan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(5), 920–928. <https://jpt.ub.ac.id>
- Gana, A. K. (2008). Effects of nitrogen fertilization on the growth and yield of sugarcane in Nigeria. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 3(2), 86–89. [https://idosi.org/mejsr/mejsr3\(2\)/4.pdf](https://idosi.org/mejsr/mejsr3(2)/4.pdf)
- Harjanti, R. A., Tohari, & Utami, S. N. H. (2014). Pengaruh takaran pupuk nitrogen dan silika terhadap pertumbuhan awal tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Inceptisol. *Vegetalika*, 3(2), 35–44. <https://doi.org/10.22146/veg.5180>
- Muttaqin, A. S., Suryanto, A., & Sebayang, H. T. (2016). Pengaruh pemberian nitrogen dan pengaturan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(7), 567–575. <https://jpt.ub.ac.id>
- Pincus, L. N., Ryan, P. C., Huertas, F. J., & Alvarado, G. E. (2017). The influence of soil mineralogy on nutrient retention and availability. *Geoderma*, 307, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.07.020>
- Rokhman, H., Taryono, & Supriyanta. (2014). Jumlah anakan dan rendemen enam klon tebu (*Saccharum officinarum* L.) asal bibit bagal, mata ruas tunggal, dan mata tunas tunggal. *Vegetalika*, 3(3), 89–96. <https://doi.org/10.22146/veg.5835>
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-dasar ilmu tanah*. Kanisius.
- Swapna, S., Kumar, R., & Singh, P. (2016). Sugarcane cultivation under marginal land conditions and its productivity constraints. *International Journal of Agriculture Sciences*, 8(52), 2361–2365. <https://bioinfopublication.org/pages/article.php?id=BIA0002807>
- Thorburn, P. J., Biggs, J. S., Palmer, J., Meier, E. A., & Skocaj, D. M. (2017). Prioritizing crop management to increase nitrogen use efficiency in Australian sugarcane crops. *Plant Science*, 8, 1504. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01504>
- Winarso, S. (2005). *Kesuburan tanah: Dasar kesehatan dan kualitas tanah*. Gava Media.