

**PENGEMBANGAN KRITERIA KESesuaIAN LAHAN TANAMAN KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) DENGAN METODE BOUNDARY LINE
ESTABLISHING LAND SUITABILITY CRITERIA FOR OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.)
USING BOUNDARY LINE METHOD**

Afdhal*, Boris Kaido, Sri Oktika Syahputri, Feri Agriani, Zakaria

Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik Kampar
Jl. Tengku Muhammad KM.2, Batu Belah, Kec. Bangkinang, Kabupaten Kampar, Riau 28463

Corresponding email: afdhalalkampari@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci: Penyusunan kriteria kesesuaian lahan kelapa sawit berdasarkan pendekatan produksi diperlukan untuk mengetahui potensi lahan secara optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan ini adalah metode boundary line. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan garis batas dengan sekat produksi untuk menentukan kriteria kesesuaian lahan tanaman kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan data sekunder produksi dan parameter kualitas tanah dari PT. Darmex Agro tahun 2020. Produksi yang digunakan adalah produksi teraan, selanjutnya stepwise regresi digunakan untuk menentukan faktor utama yang mempengaruhi produksi. Hasil penelitian mendapatkan parameter yang paling berpengaruh dalam penentuan kelas lahan pada sampel penelitian adalah C-Organik, K-dd, Na-dd, KTK, KB, fraksi pasir dan liat. Kelas lahan S1 untuk semua parameter tersebut adalah > 1,14% untk C-Organik, KTK > 6,83 m.e 100 g⁻¹, KB > 3,33%, fraksi liat > 10,57%, fraksi pasir < 70,30%, K-dd > > 0,07 m.e x100 g⁻¹ dan Na-dd < 0,11 m.e x 100 g⁻¹. Produksi akan meningkat seiring dengan kenaikan C-Organik, K-dd, KTK, KB dan fraksi liat, sebaliknya produksi menurun seiring meningkatnya Na-dd dan fraksi pasir.

ABSTRACT

Keywords: The development of suitability criteria for oil palm based on the production approach is needed to determine the optimal land potential. One method that can be used for this purpose is the boundary line method. This research aims to model the boundary line with a production partition to determine land suitability criteria for oil palm. This research uses secondary data on production and soil quality parameters from PT Darmex Agro in 2020. The production used is adjusted production, then stepwise regression is used to determine the main factors that affect production. The results obtained the most influential parameters in determining the land class in the research sample are C-Organic, K-dd, Na-dd, CEC, KB, sand and clay fractions. The S1 soil class for all parameters is > 1.14% for C-organic, CEC > 6.83 m.e 100 g⁻¹, KB > 3.33%, clay fraction > 10.57%, sand fraction < 70.30%, K-dd > > 0.07 m.e x100 g⁻¹ and Na-dd < 0.11 m.e x100 g⁻¹. Production increases as C-organic, K-dd, CEC, KB and clay fraction increase, while production decreases as Na-dd and sand fraction increase.

PENDAHULUAN

Faktor utama yang mempengaruhi keragaman produktivitas kelapa sawit adalah genetik dan lingkungan (Woittiez *et al.*, 2017). Keragaman faktor lingkungan antara lain disebabkan oleh beragamnya karakteristik lahan, sehingga diperlukan

informasi yang komprehensif agar optimalisasi produksi kelapa sawit dapat dicapai. Karakteristik lahan tersebut mencakup secara fisik, kimia dan biologi. Keragaman tersebut memerlukan analisis yang tepat untuk mendapatkan informasi obyektif tentang karakteristik lahan di setiap areal perkebunan. Informasi ini

diperlukan dalam rangka merumuskan kebijakan dan aksi yang tepat untuk pemeliharaan kelapa sawit. Evaluasi lahan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi lahan pada daerah yang ditanami kelapa sawit.

Evaluasi lahan merupakan proses penilaian potensi suatu lahan. Prinsip dari evaluasi sumber daya lahan adalah membandingkan sifat-sifat sumber daya lahan dengan persyaratan yang dibutuhkan untuk penggunaan lahan pada komoditas tertentu. Hasil evaluasi ini membantu dalam perencanaan tata guna lahan yang rasional, yang memungkinkan lahan digunakan secara optimal dan lestari serta menentukan standar produksi lahan untuk komoditas tertentu. Evaluasi lahan merupakan rangkaian penting yang harus dilakukan dalam rangka menyusun rencana tataguna lahan (Hardjowigeno & Widiatmaka, 2007).

Pendekatan metode evaluasi lahan yang di antaranya adalah *Land Capability-the American method (USDA)*, *Land Capability - the British System*, *Automated Land Evaluation System (ALES)*, *FAO-AEZ* dan lain-lain. Metode-metode ini masih didasarkan pada parameter-parameter umum tanah dan dibangun berdasarkan pengalaman empiris dan diterjemahkan secara *boolean*. Metode ini banyak dikritik oleh para peneliti karena mengabaikan perubahan karakteristik tanah yang nyata terjadi secara terus menerus (Elaalem, 2010). Berdasarkan masalah tersebut,

diperlukan suatu pendekatan yang dapat menghubungkan kriteria kesesuaian lahan yang sejalan dengan produksi dan dapat digunakan secara luas serta tidak mengabaikan perubahan karakteristik lahan. Metode *boundary line* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut (Walworth et al., 1986).

Metode *boundary line* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan hubungan antara karakteristik lahan dan produktivitas suatu komoditas. Pada penelitian ini diterapkan pada komoditas kelapa sawit. Metode ini menggunakan pendekatan survei untuk menetapkan standar berdasarkan respon tanaman terhadap faktor lingkungan. Secara umum, metode ini membutuhkan sekumpulan data produksi yang di *scatter plot* dengan parameter hara atau lingkungan. Batas maksimal dari titik-titik terluar dari *scatter plot* data dimodelkan untuk membentuk persamaan tertentu. Persamaan tersebut digunakan sebagai acuan untuk menentukan batas-batas kelas produksi (Walworth et al., 1986).

Penggunaan Penelitian Metode *Boundary Line* dalam pemodelan kecukupan hara dan produksi tanaman telah dilakukan oleh Rodrigues Filho et al. (2021), Guimarães et al. (2023) dan Lima Neto et al. (2024) untuk memodelkan nilai kritis kandungan hara tanah dan daun untuk tanaman pisang. Selanjutnya

evaluasi lahan dengan menggunakan Metode *Boundary Line* sebagai pembatas kelas kesesuaian lahan untuk tanaman jagung, kacang-kacangan dan kopi telah dilakukan oleh Smith *et al.* (2024) yang mampu meningkatkan hasil panen dan keuntungan 64%, 51% dan 69% dibandingkan dengan memakai nilai kritis yang ada sebelumnya. Penggunaan Metode *Boundary Line* juga telah oleh Hernández-Vidal *et al.* (2021) untuk menentukan nilai batas hara makro pada tanaman kaktus. Penelitian dengan metode yang sama pada perkebunan akasia dilakukan oleh Nadalia *et al.* (2021) yang mendapatkan tingkat akurasi model sebesar 70% dari seluruh sampel yang dimodelkan. Selanjutnya Manorama *et al.* (2021) juga menggunakan Metode *Boundary Line* untuk mengembangkan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa sawit di India. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui utama karakteristik lahan yang mempengaruhi produksi serta menggunakan metode *Boundary Line* pada pengembangan kriteria kesesuaian lahan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada tiga lokasi Perkebunan PT. Darmex Agro di Provinsi Riau yang ada di Kabupaten Kampar, Rokan Hulu, Kuantan Singingi. Penelitian dilakukan dengan menganalisis data sekunder yaitu data produksi tanaman

dan analisis tanah tahun 2020. Data sekunder yang digunakan adalah tekstur tanah (persentase pasir dan liat), kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), total N, P tersedia, K-dd, Na-dd, Ca-dd, Mg-dd, C-Organik, pH tanah dan produksi tanaman kelapa sawit.

Data yang diperoleh kemudian dimodelkan dengan regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh karakteristik lahan dengan produksi tanaman. Selanjutnya dengan *stepwise* regresi diketahui parameter yang paling berpengaruh terhadap produksi kelapa sawit. Kriteria kesesuaian lahan dengan *boundary line* untuk budidaya kelapa sawit yang terkait dengan produksi dibuat menggunakan data tersebut. Data tidak dimasukkan dalam proses analisis jika ada abnormalitas atau pencilan yang menyebabkan data tidak normal.

Langkah pertama analisis data adalah peneraan produksi kelapa sawit. Hal ini dilakukan karena umur tanaman di lapangan sangat beragam, peneraan dilakukan untuk menghilangkan faktor umur. Data produksi yang digunakan dalam pemodelan adalah produksi teraan. Peneraan menggunakan persamaan Rathfon & Burger (1991) sebagai berikut :

$$\hat{Y}_i = f(t)$$

$\hat{Y}_i$ = prediksi produksi berdasarkan umur

t = umur tanaman (tahun)

$$Y_{ti} = Y + (Y_i - \hat{Y}_i)$$

Dimana:

Y_i = produksi teraan sampel ke i

Y = rata-rata umum sampel produksi aktual

Y_i = produksi aktual sampel ke i

$\hat{Y}_i$ = prediksi produksi berdasarkan umur

Langkah berikutnya adalah menggunakan regresi linier berganda dan *stepwise regression* untuk melihat pengaruh karakteristik lahan terhadap produksi tanaman kelapa sawit (ton/ha). Regresi metode *stepwise* dilakukan untuk memilih model regresi terbaik yang dilakukan dengan menghilangkan atau memasukkan variabel independen secara bertahap (*stepwise*) sampai didapatkan kombinasi variabel prediktor terbaik yang menghasilkan nilai koefisien determinasi paling tinggi (Hair *et al.*, 2013). Pemodelan ini bertujuan untuk memilih variabel karakteristik lahan yang berpengaruh signifikan terhadap produksi tanaman.

Penentuan batas kriteria kesesuaian lahan untuk kelas S1, S2, S3, dan N dilakukan menggunakan *Boundary Line Method* (Metode Garis Batas). Sebaran data produksi dan karakteristik lahan akan membentuk pola yang dapat dijelaskan dengan persamaan tertentu. Pola persamaan garis dari titik-titik batas terluar yang digunakan adalah yang paling logis untuk penentuan nilai kritis kelas lahan dan memiliki koefisien determinasi (R^2) tertinggi (Walworth *et al.*, 1986).

Kriteria kesesuaian lahan didasarkan pada nilai titik potong dari

pemodelan garis batas (*Boundary Lines*) dengan batas produksi (sumbu y) dan karakteristik lahan (sumbu x). Food and Agriculture Organization (1976), memberikan kriteria lahan dengan kesesuaian S1 memiliki tingkat produksi yang baik yang melebihi 80% dari produksi maksimum, dan lahan dengan kesesuaian S2 memiliki tingkat produksi yang baik yang melebihi 60% hingga 80% dari produksi maksimum. Dalam studi ini, selang produksi kelas S3 digunakan untuk 29,79 persen Break Event Point (BEP) hingga 60% dari produksi maksimum. Penentuan keuntungan ekonomis perkebunan kelapa sawit dihitung dengan produksi pada kondisi BEP.

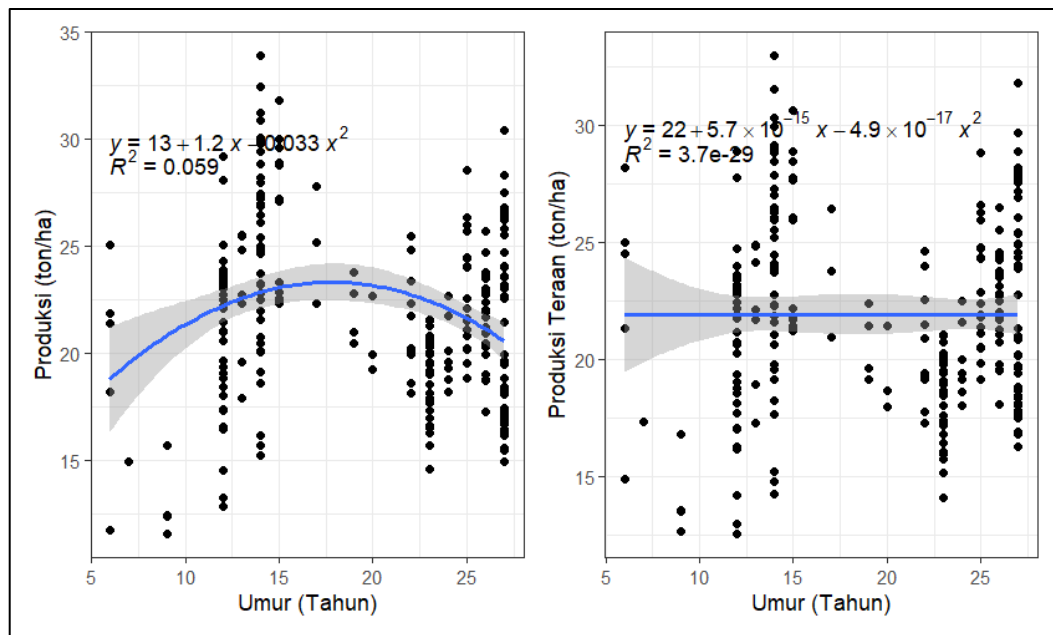
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneraan Produksi

Penelitian ini akan memodelkan karakteristik lahan dengan produksi tanaman menggunakan metode *Boundary Line*. Sebelum analisis tersebut dilakukan perlu peneraan produksi kelapa sawit berdasarkan umur. Peningkatan umur tanaman merupakan salah satu faktor di luar karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap produksi. Secara genetika, setiap tanaman mempunyai pola produksi yang berbeda seiring dengan meningkatnya umur (Nadalia *et al.*, 2021). Oleh karena itu, peneraan umur tanaman perlu dilakukan agar produksi tidak dipengaruhi oleh umur dan dapat dibandingkan satu sama lainnya.

Rentang umur tanaman sampel pada penelitian ini adalah 6-27 tahun. Rentang produksi 11,56-33,92 ton/ha. Pengaruh umur terhadap produksi 5,9%, setelah dilakukan peneraan umur didapatkan tidak ada lagi seperti pada *scatter plot* Gambar 1. Selanjutnya produksi yang digunakan pada pemodelan

adalah produksi teraan. Penentuan batas kelas lahan berdasarkan produksi teraan dan Food and Agriculture Organization (1976) didapatkan kelas produksi S1 > 26,38 ton/ha, S2 pada rentang 19,78 – 26,38 ton/ha, S3 pada rentang 9,88 – 19,78 ton/ha dan N < 9,88 ton/ha.



Gambar 1. Pengaruh produksi terhadap umur

Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi

Stepwise regression digunakan untuk menentukan faktor-faktor utama yang mempengaruhi produksi kelapa sawit. Variabel prediktor pada *stepwise*

regression ini adalah kadar C-Organik, KTK, KB, pH, fraksi pasir, liat, debu, N-total, P tersedia, K-dd, Mg-dd, Ca-dd dan Na-dd. Hasil analisis *stepwise regression* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. *Stepwise regression*

Parameter	Koefisien	Std error	T hitung	Prob
(Intercept)	28,068	3,275	8,571	0,000
c	1,353	0,303	4,468	0,000
k	9,285	1,915	4,848	0,000
na	-14,520	8,968	-1,619	0,107
ktk	-0,177	0,071	-2,483	0,014
kb	-0,122	0,030	-4,028	0,000
pasir	-0,057	0,037	-1,534	0,126
liat	-0,145	0,045	-3,253	0,001

R Square: 22,11%

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan prediktor yang berpengaruh pada taraf 20% terhadap produksi kelapa sawit adalah kadar C-Organik, K-dd, Na-dd, KTK, KB, fraksi pasir dan liat. Variabel-variabel tersebut dapat menjelaskan 22,11% perubahan nilai produksi kelapa sawit. Selanjutnya variabel tersebut dimodelkan untuk diketahui nilai batas untuk masing-masing kelas produksi.

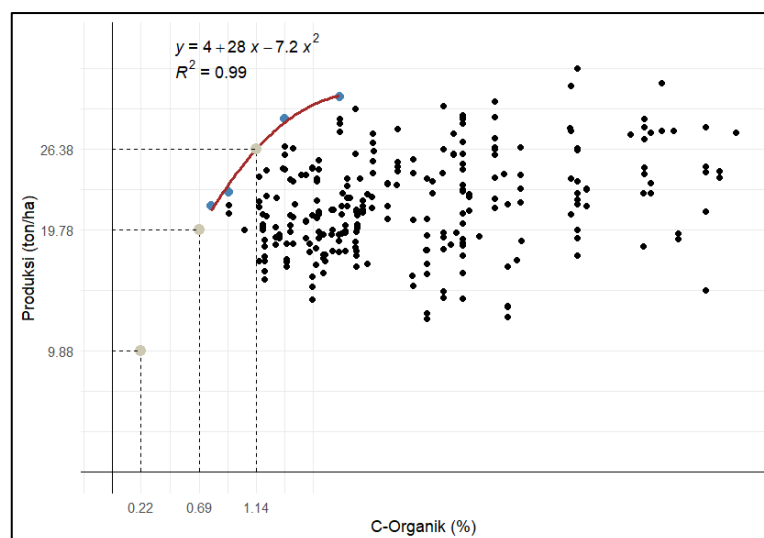
Metode *boundary line* pada penentuan kelas kesesuaian lahan

Data produksi di plot dengan karakteristik lahan kemudian titik-titik terluar dimodelkan. Titik potong persamaan dari model terbaik dengan produksi menjadi titik kritis untuk batas tiap kelas lahan. Hasil analisis untuk

masing-masing parameter dijelaskan sebagai berikut.

Hubungan C-Organik dengan produksi

Hasil pemodelan dengan metode Boundarya didapatkan hubungan titik-titik terluar C-Organik dengan produksi adalah kuadratik dengan R Square 99%. Kadar C -Organik di atas 1,14% berpotensi untuk mendapatkan produksi > 26,38 ton/ha dengan kelas lahan S1. Kadar C -Organik pada rentang 0,69-1,14% pada kelas lahan S2 dengan produksi 19,78 – 26,38 ton/ha. Kadar C-Organika 0,22-0,69% menjadi batas kelas S3 dan < 0,22% adalah lahan marginal (N). Berikut gambar *scatter plot* pemodelan untuk kadar C-Organik.



Gambar 2. Hubungan C-Organik dengan produksi

Komponen C-Organik yang stabil dari hasil dekomposisi bahan organik akan membentuk bagian humus tanah. Humus tanah berperan penting dalam sebagian besar proses biokimia dalam tanah. Keberadaan humus tanah akan

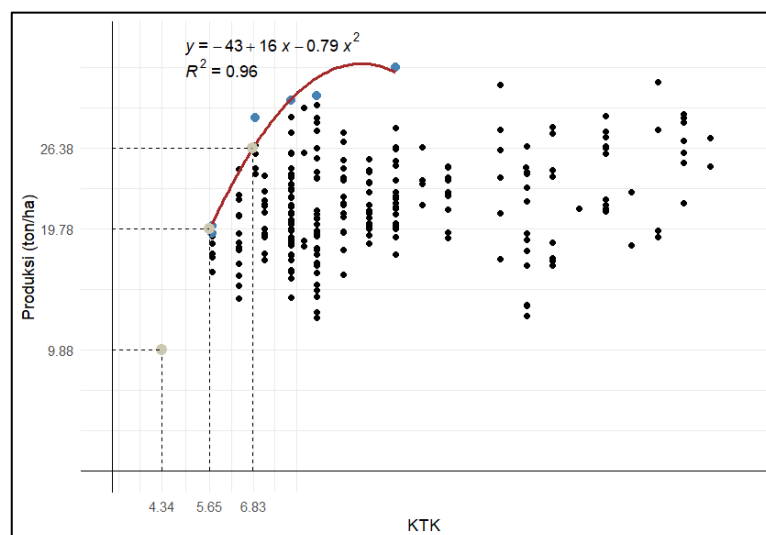
meningkatkan pertumbuhan akar, rambut akar serta perlepasan bahan organik oleh akar. Humus tanah dapat berperan seperti peran auksin yang mampu merangsang pertumbuhan akar. Proses fisiologi penting yang dipengaruhi juga oleh

adanya humus tanah adalah aktivitas hidrogen pada membran akar oleh enzim H^+ -ATPase. Pada proses ini humus berperan dalam menjaga pH perakaran, memacu pertumbuhan akar dan aktifitas transportasi nutrisi di akar serta melepaskan asam organik (Gerke, 2022). Berdasarkan model boundary line didapatkan bahwa kandungan C-Organik > 1,14% pada tanah akan mendapatkan produksi di atas 26,38 ton/ha.

Hubungan KTK dengan produksi

Kapasitas tukar kation adalah parameter retensi hara pada tanah. KTK

merupakan kemampuan tanah dalam menyerap dan menukar ion positif yang tersedia bagi akar tanaman. Berikut gambar hubungan KTK dengan produksi tanaman. Berdasarkan Gambar 3 didapatkan persamaan untuk hubungan KTK dengan produksi adalah persamaan kuadrat dengan koefisien determinasi 96%. $KTK > 6,83$ m.e 100 g^{-1} menunjukkan kelas lahan S1, KTK pada rentang 5,65-6,83 m.e 100 g^{-1} kelas S2, rentang 4,34-5,65 kelas S3 dan $< 4,34$ m.e 100 g^{-1} merupakan lahan marginal.



Gambar 3. Hubungan KTK dengan produksi

Pertukaran kation adalah reaksi yang dapat balik (*reversible*). Kapasitas tukar kation (KTK) mampu mencegah kehilangan nutrisi pada tanah akibat leaching. Hal ini akan berdampak pada ketersediaan nutrisi yang dapat diserap oleh akar tanaman kelapa sawit. Ciric *et al.* (2023) menjelaskan bahwa tingginya KTK mengindikasikan fraksi liat dan bahan organik yang tinggi pula di dalam tanah.

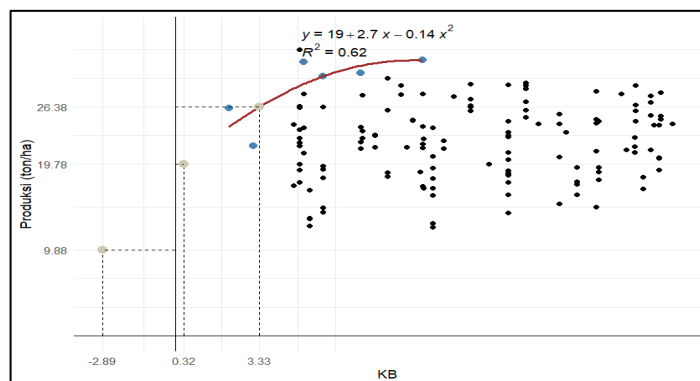
Bahan organik selanjutnya akan berdampak pada kemampuan tanah mengikat nutrisi yang tersedia bagi akar tanaman (Gerke, 2022). Kondisi tersebut akan berdampak kepada peningkatan produksi tanaman. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa semakin tinggi KTK berdampak pada peningkatan produksi tanaman kelapa sawit.

Hubungan kejenuhan basa dengan produksi

Kejenuhan basa adalah perbandingan antara jumlah kation basa dengan total kapasitas tukar kation (KTK) dalam tanah. Hubungan kejenuhan basa (KB) dapat dilihat pada Gambar 4. Persamaan kuadrat menjadi garis batas hubungan kejenuhan basa dengan produksi. Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa nilai KB > 3,33% merupakan titik-titik dengan produksi kelas lahan S1. Nilai KB < 3,33% menunjukkan kelas lahan dengan produksi lebih rendah dari S1.

de Oliveira *et al.* (2023) menyatakan bahwa kejenuhan basa adalah salah satu

indikator kesehatan tanah. Kejenuhan basa membantu meningkatkan ketersediaan hara esensial seperti kalium, fosfor dan kalsium bagi tanaman. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa nilai kejenuhan basa > 3,3% akan mampu meningkatkan potensi produksi di atas 26,38 ton/ha. Nilai ini berbeda jauh dengan kriteria BBSDLP yaitu > 50% pada kelas lahan S1. Hal ini dapat dijelaskan oleh nilai R Square yang rendah pada model yaitu 62%. Oleh karena itu perlu kajian lebih lanjut untuk batas kriteria kejenuhan basa dengan data yang lebih banyak.

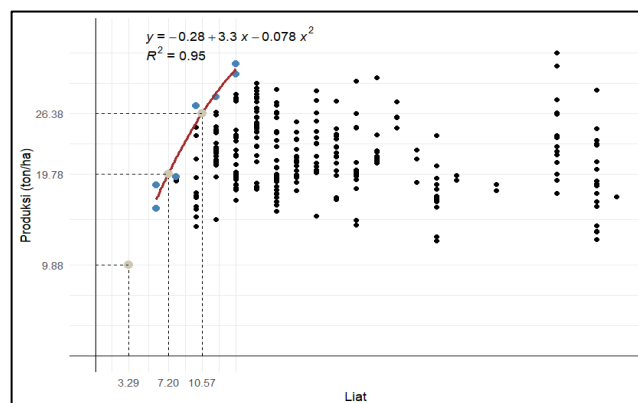


Gambar 4. Hubungan kejenuhan basa dengan produksi

Hubungan Fraksi Liat dengan Produksi

Fraksi liat adalah persentase kandungan liat dalam tanah persatuan

berat tanah. Hubungan fraksi liat dengan produksi dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Hubungan fraksi liat dengan produksi

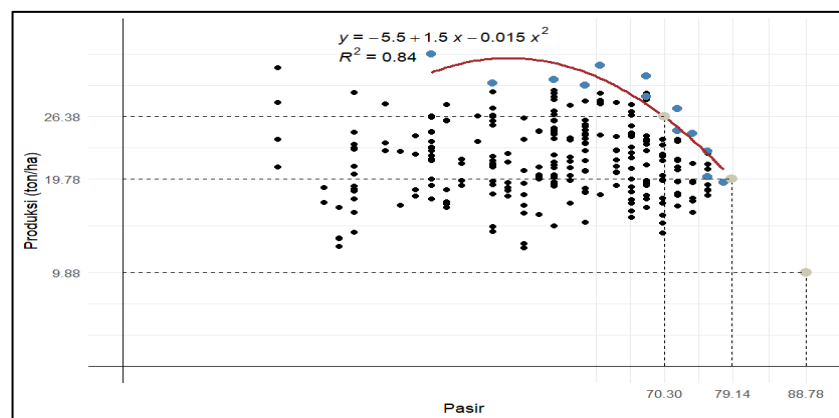
Kandungan fraksi liat pada sampel penelitian berada pada rentang 6% - 52%. Model garis batas atau boundary line untuk hubungan fraksi liat dengan produksi adalah persamaan kuadrat dengan koefisien determinasi 95%. Batas kelas lahan S1 adalah 10,57% fraksi liat. Tanah dengan kandungan liat 7,20%-10,57% termasuk ke dalam kelas lahan S2 dan 3,29%-7,20% pada kategori kelas lahan S3. Tanah dengan kandungan liat < 3.29% merupakan kelas lahan marginal (N).

Partikel tanah liat dan humus memiliki muatan negatif, sehingga mampu menarik dan menyerap unsur hara yang bermuatan positif, seperti kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), kalsium (Ca^{2+}), amonium (NH_4^+), dan natrium (Na^+). Proses absorpsi tersebut menjadikan unsur hara akan terlindungi dengan lebih

baik dari pencucian. Unsur hara yang teradsorpsi membentuk cadangan hara yang tersedia bagi tanaman. Tanah liat memiliki KTK yang lebih tinggi dibandingkan pasir karena partikel-partikel liat memiliki permukaan yang lebih luas. Pada tanah berpasir, KTK sebagian besar dibentuk oleh bahan organik. Partikel pasir itu sendiri bersifat inert dan hampir tidak mengikat unsur hara. Oleh karena itu, tanah lempung memiliki KTK yang lebih tinggi daripada tanah berpasir (Kome *et al.*, 2019).

Hubungan fraksi pasir dengan produksi

Persentase kandungan pasir persatuan berat tanah dijadikan sebagai nilai fraksi pasir pada penelitian ini. Hubungan antara fraksi pasir dan produksi dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hubungan fraksi pasir dengan produksi

Persamaan boundary line untuk hubungan fraksi pasir dengan produksi adalah persamaan kuadrat dengan koefisien determinasi 84%. Rentang fraksi pasir pada sampel penelitian ini 20%-78%. Berdasarkan titik potong persamaan

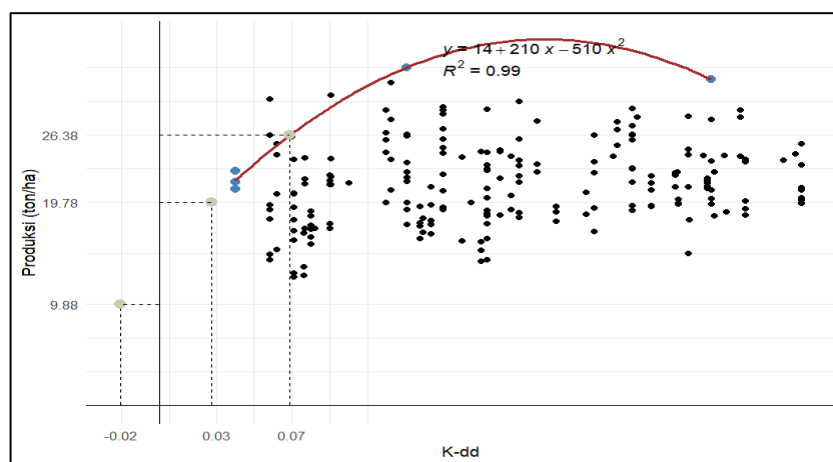
dengan produksi didapatkan nilai batas kelas lahan untuk S1 < 70,30% fraksi pasir, 70,30% - 79,14% untuk kelas lahan S2 dan > 79,14% untuk kelas lahan yang lebih rendah.

Tanah berpasir tidak memiliki kapasitas untuk menyimpan air dan unsur hara yang cukup. Hal ini disebabkan oleh permeabilitas yang tinggi serta kandungan bahan organik yang rendah. Kondisi berdampak pada tingkat kesuburan yang rendah (Simon *et al.*, 2018). Perkebunan kelapa sawit dengan tanah berpasir memerlukan perlakuan penambahan

bahan organik agar tanah mampu menyerap hara lebih banyak.

Hubungan konsentrasi K dengan produksi

Konsentrasi Kalium dalam penelitian ini menggunakan kapasitas ion K^+ yang dapat diserap dan ditukar tanah dengan satuan $m.e \times 100 g^{-1}$ atau K-dd. Hubungan K-dd dengan produksi kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Hubungan K-dd dengan produksi

Konsentrasi K-dd pada sampel penelitian berada pada rentang 0,04-0,86 $m.e \times 100 g^{-1}$. Fungsi garis batas membentuk persamaan kuadrat dengan koefisien determinasi 99%. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan rentang K-dd untuk kelas lahan S1 yaitu $> 0,07 m.e \times 100 g^{-1}$. Rentang untuk kelas lahan S2 adalah 0,03 - 0,07 $m.e \times 100 g^{-1}$ dan $<$ untuk kelas lahan yang lebih rendah. Kalium mudah hilang dari tanah menyebabkan efisiensinya menjadi rendah sama halnya dengan unsur N. Penyebab tinggi rendahnya kalium di dalam tanah dipengaruhi oleh batuan induk tanah, pH dan KTK. Ion K tergolong unsur yang

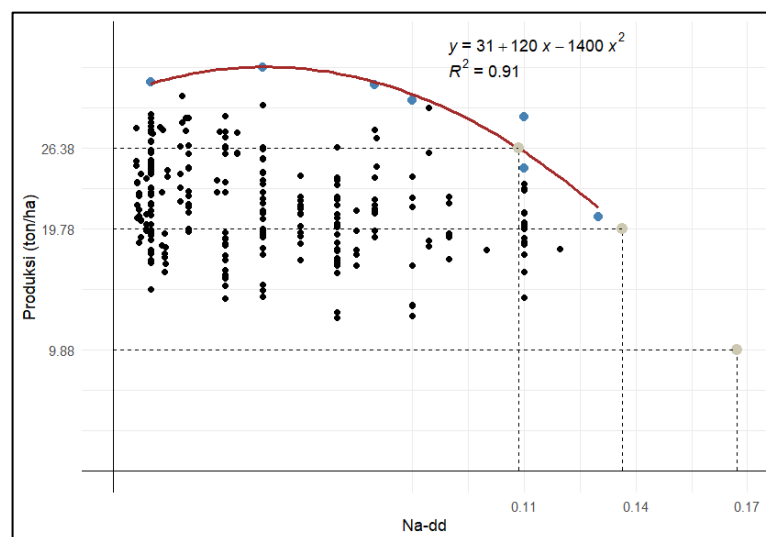
mudah mengalami pencucian karena K tidak terikat kuat oleh permukaan koloid tanah. Sifat K yang mudah hilang dari tanah ini menyebabkan efisiensinya rendah (Numba *et al.*, 2024).

Kelapa sawit adalah tanaman yang membutuhkan K yang tinggi. Pemanenan 30 ton/ha tahun⁻¹ setara dengan kehilangan 160 kg K/ha tahun⁻¹. Kebutuhan pemupukan K dalam bentuk KCl pada tanaman kelapa sawit mencapai 200 kg K/ha tahun⁻¹ (Cui *et al.*, 2021). Penentuan nilai batas kalium penting dilakukan untuk setiap kondisi, dengan mempertimbangkan jenis tanah, jenis iklim, dan potensi hasil panen.

Hubungan konsentrasi Na dengan produksi

Konsentrasi Natrium pada penelitian ini merupakan kemampuan tanah dalam menyerap dan melepaskan Na^+ dengan satuan m.e $\times 100 \text{ g}^{-1}$ atau Na-dd. Hubungan Na-dd dengan produksi dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini. Persamaan garis batas Na-dd dengan produksi membentuk persamaan kuadrat dengan koefisien determinasi 91%. Rentang Na-dd pada sampel penelitian adalah 0,006 – 0,13 m.e $\times 100 \text{ g}^{-1}$. Konsentrasi Na-dd $< 0,11 \text{ m.e} \times 100 \text{ g}^{-1}$

menjadi rentang untuk kelas lahan S1 dan $\text{Na-dd} > 0,11 \text{ m.e} \times 100 \text{ g}^{-1}$ untuk kelas lahan yang lebih rendah. Kronzucker et al. (2013) menjelaskan bahwa Natrium bermanfaat sampai pada dosis tertentu bagi tanaman. Natrium dapat menggantikan fungsi kalium pada proses metabolisme pertumbuhan atau produksi tanaman. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa konsentrasi Natrium kurang dari 0,11 m.e $\times 100 \text{ g}^{-1}$ mampu mendapatkan potensi produksi pada kelas lahan S1.



Gambar 8. Hubungan Na-dd dengan produksi

KESIMPULAN

Parameter yang paling berpengaruh dalam penentuan kelas lahan pada sampel penelitian adalah C-Organik, K-dd, Na-dd, KTK, KB, fraksi pasir dan liat. Kelas lahan S1 untuk semua parameter adalah $> 1.14\%$ untuk C-Organik, KTK $> 6,83 \text{ m.e} \times 100 \text{ g}^{-1}$, KB $> 3,33\%$, fraksi liat $> 10,57\%$, fraksi pasir $< 70,30\%$, K-dd $> 0,07 \text{ m.e} \times 100 \text{ g}^{-1}$ dan Na-

dd $< 0.11 \text{ m.e} \times 100 \text{ g}^{-1}$. Produksi akan meningkat seiring dengan kenaikan C-Organik, K-dd, KTK, KB dan fraksi liat, sebaliknya produksi menurun seiring meningkatnya Na-dd dan fraksi pasir.

DAFTAR PUSTAKA

Ciric, V., Prekop, N., Seremesic, S., Vojnov, B., Pejic, B., Radovanovic, D., & Marinkovic, D. (2023). The Implication of cation exchange

- capacity (CEC) assessment for soil quality management and improvement. *The Journal Agriculture and Forestry*, 69(4), 113-133. Retrieved from: <https://doi.org/10.17707/Agricult Forest.69.4.08>.
- Cui, J., Chao de la Barca, J. M., Lamade, E., & Tcherkez, G. (2021). Potassium nutrition in oil palm: the potential of metabolomics as a tool for precision agriculture. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*, 3(4), 350–354. Retrieved from: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10169>.
- de Oliveira, N. P. R., Bonfim-Silva, E. M., da Silva, T. J. A., da Silva, P. F., da Silva Rocha, R. A., Meneghetti, L. A. M., Custódio, A. S. C., Guimarães, S. L., Duarte, T. F., & Koetz, M. (2023). Effects of fertilization types and base saturation on the growth and water productivity in *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. *Agriculture*, 13(10), 1872. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/agriculture13101872>.
- Elaalem, M. (2010). *The application of land evaluation techniques in Jeffara Plain in Libya using fuzzy methods*. Retrieved from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127110178>.
- Food and Agriculture Organization. (1976). *A framework for land evaluation*. *Soil Bulletin*, 32.
- Gerke, J. (2022). The central role of soil organic matter in soil fertility and carbon storage. *Soil Systems*, 6(2), 33. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020033>.
- Guimarães, G. G. F., Deus, J. A. L. de, & Lima Neto, A. J. de. (2023). Boundary line method to update critical soil phosphorus and potassium levels in banana plantations in Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 45. Retrieved from: <https://doi.org/10.1590/0100-29452023979>.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited. Retrieved from: <https://books.google.co.id/books?id=VvXZnQEACAAJ>.
- Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi kesesuaian lahan & perencanaan tataguna lahan*. Gadjah Mada University Press. Retrieved from: <https://books.google.co.id/books?id=XtkWMwEACAAJ>.
- Hernández-Vidal, E., Blanco-Macías, F., González-Torres, A., Véliz-Deras, F. G., Gaytán-Alemán, L., & Valdez-Cepeda, R. D. (2021). Boundary-line approach macro-nutrient standards for *Opuntia ficus-indica* (L.) miller variety “Rojo Pelón” Fruiting. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), 467–475. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00374-z>.
- Kome, G. K., Enang, R. K., Tabi, F. O., & Yerima, B. P. K. (2019). Influence of clay minerals on some soil fertility attributes: a review. *Open Journal of Soil Science*, 09(09), 155–188. Retrieved from: <https://doi.org/10.4236/ojss.2019.99010>.
- Kronzucker, H. J., Coskun, D., Schulze, L. M., Wong, J. R., & Britto, D. T. (2013). Sodium as nutrient and toxicant. *Plant and Soil*, 369(1–2), 1–23. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1801-2>.
- Lima Neto, A. J. de, Natale, W., Deus, J. A. L. de, & Rozane, D. E. (2024). Establishment of critical nutrient levels in the soil and leaf of ‘Prata’ banana using the boundary line. *Scientia Horticulturae*, 328, 112923. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112923>.
- Manorama, K., Behera, S. K., & Suresh, K. (2021). Establishing optimal nutrient norms in leaf and soil for oil palm in India. *Industrial Crops and Products*, 174, 114223. Retrieved from:

- <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114223>.
- Nadalia, D., Sutandi, A., & Nugroho, B. (2021). Suitability criteria of land characteristics related to Eucalyptus pellita production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 694(1), 012053. Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/694/1/012053>.
- Numba, S., Haris, A., Saidah, Haris, B. I., Ashar, J. R., & Hari Sucipto, Muh. I. (2024). Analysis of soil fertility status on rice (*Oryza sativa* L.) planted land in Polewali District, Polewali Mandar Regency. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 52(1), 64–73. Retrieved from: <https://doi.org/10.24831/jai.v52i1.53514>.
- Rathfon, R. A., & Burger, J. A. (1991). Diagnosis and recommendation integrated system modifications for fraser fir christmas trees. *Soil Science Society of America Journal*, 55(4), 1026–1031. Retrieved from: <https://doi.org/10.2136/sssaj1991.03615995005500040023x>.
- Rodrigues Filho, V. A., Neves, J. C. L., Donato, S. L. R., & Guimarães, B. V. C. (2021). Potential nutrient-response curves and sufficiency ranges for 'Prata-Anã' banana cultivated under two environmental conditions. *Scientia Agricola*, 78(suppl 1). Retrieved from: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2020-0158>.
- Simon, D. B., Oumarou, P. M., Jules, B., Fanta, C. A., Desire, T., & Aboubakar, N. (2018). Sandy soil fertility restoration and crops yields after conversion of long term Acacia senegal planted fallows in North Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 13(40), 2154–2162. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13283>.
- Smith, H. W., Ashworth, A. J., Nalley, L. L., Schmidt, A., Turmel, M., Bucaro, A., & Owens, P. R. (2024). Boundary line analysis and machine learning models to identify critical soil values for major crops in Guatemala. *Agronomy Journal*, 116(3), 1071–1087. Retrieved from: <https://doi.org/10.1002/agj2.21412>.
- Walworth, J. L., Letzsch, W. S., & Sumner, M. E. (1986). Use of boundary lines in establishing diagnostic norms. *Soil Science Society of America Journal*, 50(1), 123–128. Retrieved from: <https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000010024x>.
- Woittiez, L. S., van Wijk, M. T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*, 83, 57–77. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>.