

Interaksi Faktor Tanah dalam Habitat Sagu (*Metroxylon spp*) dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Rumpun dan Produksi Pati Sagu

*(Interaction of Soil Factors in Sago (*Metroxylon spp*) Habitat and the Effect of Cluster Growth and Sago Starch Production)*

Samin Botanri^{1,*}, M. Riadh Uluputty², M. Yani Kamsurya¹

¹Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Darussalam Ambon. Jl. Waehakila Puncak Wara, Batu Merah, Ambon 97128.

Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Poka, Ambon. 97233

*Email: saminunidar82@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to reveal the interaction between soil properties in sago plant habitat and its effects on the cluster growth and starch production. This research was conducted from March to November 2009, as a survey research in three sample regions, namely Luhu, Sawai, and Werinama. The sample plots were determined using a non-random sampling systemically. The data were analyzed using the principal component regression analysis. The results showed that there were soil properties that interacted or correlated positively or negatively. Organic C positively correlated with pH (KCl), Ca, cation exchange capacity (CEC), Mg, and K. A positive correlations also occurred between soil clay particles and the bulk density. The correlation between pH and Fe was negative. Soil properties in sago habitat were highly determined by the CEC. The contribution of the effect of soil factors on sago population cluster was 4.3%; and the regression equation of the main components was: $Y_1 = 9,363 - 0,016 X_1 - 0,0389 X_2 + 0,0526 X_3 - 0,128 X_4 + 2,284 X_5$. Meanwhile, the contribution of the effect of soil factors on sago starch production was 60,9%; and the regression equation of the main components was: $Y_2 = 745,19 + 63,731 X_1 + 21,909 X_2 + 2,087 X_3 + 1,935 X_4 + 31,129 X_5 + 48,988 X_6 - 32,131 X_7 - 0,030 X_8 + 1,647 X_9$. There were soil variables that gave positive or beneficial effects on both cluster population and starch production. Similarly, there were variables that affect negatively or were not supportive to the cluster population and sago starch production. The beneficial effects on growth were not always followed by a similarly beneficial effect on sago starch production.

Keywords: Cluster, habitat, sago starch, soil factor.

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengungkapkan interaksi antara sifat-sifat tanah dalam habitat tanaman sagu dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan rumpun dan produksi pati sagu. Penelitian berlangsung pada bulan Maret-November 2009, merupakan penelitian survey yang dilakukan pada 3 wilayah sampel, yaitu Luhu, Sawai, dan Werinama. Petak sampel ditetapkan dengan menggunakan metode *non-random sampling* secara beraturan (*systematic sampling*). Data dianalisis menggunakan regresi komponen utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sifat-sifat tanah yang berinteraksi atau berkorelasi secara positif dan negatif. C-organik berkorelasi positif dengan pH (KCl), Kalsium, KTK, Magnesium, dan Kalium. Korelasi positif terjadi pula antara partikel liat dengan *bulk density*. Sedangkan variabel pH dan Fe korelasinya bersifat negative. Sifat tanah dalam habitat sagu sangat ditentukan oleh variabel kapasitas tukar kation (KTK). Kontribusi pengaruh faktor tanah terhadap jumlah populasi rumpun sagu sebesar 4,3 %. Persamaan regresi komponen utamanya sebagai berikut : $Y_1 = 9,363 - 0,016 X_1 - 0,0389 X_2 + 0,0526 X_3 - 0,128 X_4 + 2,284 X_5$. Sementara pengaruh faktor tanah terhadap produksi pati sagu, kontribusinya sebesar 60,9 %. Persamaan regresi komponen utamanya sebagai berikut : $Y_2 = 745,19 + 63,731 X_1 + 21,909 X_2 + 2,087 X_3 + 1,935 X_4 + 31,129 X_5 + 48,988 X_6 - 32,131 X_7 - 0,030 X_8 + 1,647 X_9$. Terdapat variabel tanah yang memberikan pengaruh yang bersifat positif atau menguntungkan, baik terhadap

jumlah populasi rumpun maupun produksi. Demikian pula sebaliknya terdapat variabel yang berpengaruh negatif atau bersifat tidak menunjang terhadap populasi rumpun dan juga produksi pati sagu. Pengaruh yang bersifat menguntungkan bagi pertumbuhan tidak selalu diikuti dengan pengaruh yang serupa terhadap produksi pati sagu.

Kata kunci: Faktor tanah, habitat, pati sagu, rumpun.

I. Pendahuluan

Sagu (*Metroxylon* spp) merupakan salah satu jenis tanaman palem wilayah tropika basah. Tanaman ini tumbuh baik pada daerah rawa air tawar, rawa bergambut, daerah sepanjang aliran sungai, sekitar sumber air, atau hutan-hutan rawa. Tanaman sagu memiliki daya adaptasi yang tinggi pada lahan marjinal yang tidak memungkinkan pertanaman optimal bagi tanaman pangan maupun tanaman perkebunan (Suryana, 2007; Tahitu et al, 2016). Notohadiprawiro dan Louhenapessy (1992) mengemukakan bahwa kisaran sifat lahan untuk pertanaman tanaman sagu relatif luas, mulai dari lahan tergenang sampai dengan lahan kering. Lebih lanjut Botanri et al. (2011a, 2011b) mengemukakan bahwa secara umum tanaman sagu tumbuh pada dua kondisi habitat, yaitu habitat lahan kering dan habitat lahan basah. Habitat lahan basah terdiri dari beberapa kategori, yakni lahan tergenang permanen air tawar, lahan tergenang semi permanen air tawar, dan lahan tergenang semi permanen air payau. Kondisi lahan tergenang permanen air tawar dapat ditemui pada habitat kolam dan sisi pinggir kiri kanan sungai. Pada kondisi lahan semi permanen air tawar dapat ditemukan jika terjadi hujan. Sedangkan kondisi lahan tergenang semi permanen air payau terdapat pada wilayah pesisir pantai, dan genangannya hanya bersifat sementara yaitu ketika air laut pasang.

Setiap kondisi lahan yang ditumbuhi tanaman sagu memiliki ciri atau sifat yang mencerminkan tipe habitat masing-masing. Indikator pencirinya, antara lain ditunjukkan oleh karakteristik lingkungan yang meliputi sifat tanah, baik fisik, kimia maupun biologi, dan sifat iklim terutama iklim mikro (Botanri, 2010). Faktor tanah dengan berbagai sifatnya dapat berinteraksi antara satu dengan yang lain dalam habitat tanaman sagu dan dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumpun dan kapasitas produksi pati sagu. Dalam kaitan itu, maka penelitian ini bertujuan untuk mengungkap interaksi antara sifat-sifat tanah dalam habitat tanaman sagu dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan rumpun dan produksi pati sagu yang tumbuh dan berkembang di wilayah Pulau Seram Provinsi Maluku.

II. Metode Penelitian

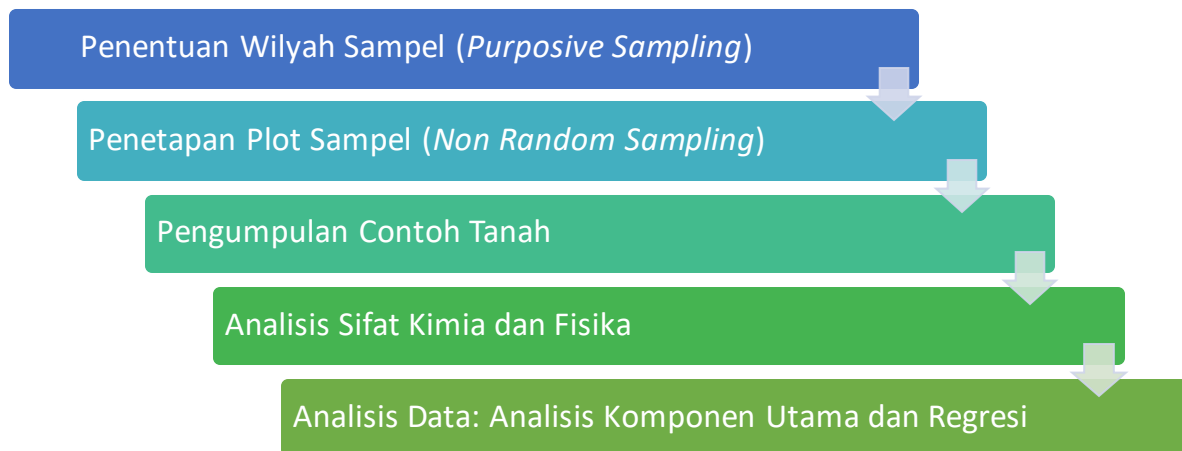
2.1. Penetapan wilayah sampel

Kegiatan penelitian lapangan dilakukan di P. Seram, merupakan Pulau terbesar di Provinsi Maluku dengan luas ± 18.000 km². Analisis tanah dan air dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanah (BPT) Bogor.

Wilayah sampel ditetapkan dengan menggunakan metode *Judgement/Purposive sampling*, didasarkan pada luas sebaran sagu yang menempati 3 terbesar, pada tiga wilayah kabupaten di P. Seram yaitu Kabupaten Seram Bagian Barat (SBB), Maluku Tengah (MT), dan Seram Bagian Timur (SBT). Tahapan prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1. Wilayah sampel terpilih sebagai berikut : 1). Wilayah sampel I : Luhu Kabupaten SBB, 2). Wilayah sampel II : Sawai Kabupaten MT, dan 3). Wilayah sampel III : Werinama Kabupaten SBT.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan penelusuran untuk pengamatan spesies sagu, dibedakan berdasarkan klasifikasi yang dipahami secara umum yaitu : 1) *Metroxylon rumphii* Mart., 2) *Metroxylon sylvestre* Mart., 3) *M. Longispinum* Mart., 4) *M. microcanthum* Mart., dan *Metroxylon sagu* Rottb. Petak sampel ditetapkan dengan menggunakan metode *non-random*

sampling (penarikan contoh tak acak), secara beraturan (*systematic sampling*) (Kusmana, 2018; Tahitu et al, 2018; Nurlianti, 2019).



Gambar 1. Prosedur penelitian

2.2. Pengamatan tanaman Sagu

Pengamatan tanaman sagu dilakukan pada petak kuadrat berukuran 20 m x 20 m dan variabel yang diamati meliputi :

1. Jumlah rumpun pada setiap unit contoh, pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah rumpun setiap spesies sagu. Satu rumpun dianggap sebagai satu tanaman.
2. Jumlah individu per rumpun, pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah individu per rumpun dengan memisahkan menjadi beberapa fase pertanaman. Penentuan fase pertanaman didasarkan pada kriteria yang dikembangkan BPPT (Haryanto dan Pangloli 1992; Haryanto, 2015) (Tabel 1).

Tabel 1. Fase pertanaman sagu

No	Fase tumbuh	Kriteria BPPT	Kriteria modifikasi
1.	Semai (<i>seedling</i>)	Tinggi batang bebas daun 0-0,5 m.	Sejak mulai muncul anakan s/d tinggi batang bebas daun 0 m (terbentuk roset).
2.	Sapihan (<i>sapling</i>)	Tinggi batang bebas daun 0,5-1,5 m.	Tinggi batang bebas daun 0-2 m.
3.	Tiang (<i>pole</i>)	Tinggi batang bebas daun 1,5-5,0 m.	Tinggi batang bebas daun 2-5 m.
4.	Pohon (<i>trees</i>)	Tinggi batang bebas daun > 5 m.	Tinggi batang bebas daun > 5 m.
5.	Pohon Masak panen (<i>harvesting</i>)	Masa primodia berbunga s/d terbentuk bunga/buah*	Masa primodia berbunga s/d terbentuk bunga/buah.
6.	Pohon veteran/melewati masak panen (<i>post harvesting</i>)	Masa berbuah sampai tanaman sagu mati*	Masa berbuah sampai tanaman sagu mati*

Keterangan : * Sjachrul (1993).

3. Produksi pati sagu. Parameter ini ditetapkan dengan cara menimbang hasil panen per batang (pohon panen). Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang pati sagu basah yang telah dimasukkan ke dalam wadah yang disebut "tumang". Kemudian dikoreksi dengan jumlah tumang pada setiap batang panen. Pada setiap tipe habitat diambil tiga batang untuk diukur besarnya produksi pati sagu.

2.3. Pengamatan Sifat Tanah

Pengamatan sifat tanah pada habitat sagu dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengamatan tanaman sagu, yaitu pada petak berukuran 20 x 20 m². Sifat tanah yang diamati meliputi sifat fisika dan kimia tanah. Terdapat sifat tanah yang ditentukan langsung di lapangan seperti pH tanah, sedangkan sifat tanah yang lain ditetapkan di laboratorium. Pengambilan sampel tanah untuk keperluan analisis kimia tanah dilakukan pada kedalaman 0-30cm dan 30-60cm.

2.3.1. Sifat fisika tanah

Pada setiap wilayah sampel diambil tiga sampel untuk setiap plot pengamatan. Sifat fisika tanah yang diamati dalam penelitian ini meliputi *bulk density*, partikel pasir, debu, liat, dan kelas tekstur. Analisisnya dilakukan di laboratorium BPT Bogor.

2.3.2. Sifat kimia tanah

Sampel tanah untuk keperluan analisis sifat kimia tanah dari tiap plot pengamatan dikompositkan, kemudian dari komposit tersebut diambil sebanyak tiga sampel untuk dianalisis. Sifat kimia tanah yang dianalisis adalah sebagai berikut :

- a. pH, ditetapkan dengan menggunakan pH meter tanah, penetapannya dilakukan langsung di lapangan terutama untuk kedalaman 0-30 cm. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran di laboratorium pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm. Selain pH (H₂O) dilakukan pula penetapan pH (KCl) untuk mengetahui pH potensial di lokasi penelitian. Penetapan pH (KCl) dilakukan di laboratorium.
- b. Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan unsur hara N, P, K, Ca, Mg, Fe, dan Al. Analisis sifat kimia tanah menggunakan metode standard pada BPT Bogor.

2.4. Analisis data

Dalam pertanaman sagu terdapat interaksi antara sagu dengan komponen abiotis. Komponen abiotis yang dimaksud antara lain adalah faktor tanah. Untuk menjelaskan interaksi antara tanaman sagu dengan komponen abiotis, maka dilakukan dengan menggunakan analisis komponen utama (*Principal Components Analysis / PCA*) (Supranto, 2010). Secara teknis analisis komponen utama merupakan suatu teknik mereduksi data/variabel menjadi lebih sedikit, tetapi menyerap sebagian besar jumlah varian (keragaman) dari data awal. Reduksi data/variabel dilakukan dengan menggunakan statistik uji KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) dan MSA (*Measured sampling adequacy*) dengan kriteria statistik >0,5. Salah satu output dari hasil analisis ini adalah diagram *loading plot*. Diagram ini digunakan untuk menjelaskan interaksi antar variabel melalui korelasi diantara variabel-variabel itu. Interpretasi sifat korelasi (positif dan negatif) tergantung sudut yang dibentuk oleh garis *loading plot* dua variabel. Apabila sudut yang terbentuk garis *loading plot* berbentuk lancip, maka korelasi bersifat positif. Jika sudut yang terbentuk tumpul, maka korelasinya bersifat negatif (Setiadi, 1998). Korelasi yang bersifat positif mengandung pengertian bahwa apabila terjadi peningkatan suatu variabel, maka akan diikuti dengan peningkatan variabel pasangannya. Sebaliknya apabila korelasinya bersifat negatif, maka penambahan suatu variabel menyebabkan penurunan variabel yang lain.

Dengan mempertimbangkan *eigenvalues* (akar ciri) sebagai skor PC (skor komponen) dan *eigenvector* (vektor ciri) dapat ditentukan besarnya kontribusi suatu faktor (Dewi, 2005; Marzuki,

2007; Alaa dan Sutikno, 2019). Dalam konteks ini dapat ditentukan kontribusi faktor tanah terhadap sifat habitat sagu. Habitat sagu yang dimaksudkan adalah berupa besarnya peran faktor-faktor tersebut di atas dalam menentukan pertumbuhan rumpun dan produksi tanaman sagu.

Dalam pertanaman sagu dengan komponen abiotis, dapat memunculkan pengaruh dari faktor tanah terhadap parameter sagu. Untuk menjelaskan pengaruh faktor tersebut dapat didekati dengan menggunakan analisis regresi komponen utama. Analisis ini merupakan pengembangan dari analisis komponen utama, dikombinasikan dengan analisis regresi klasik (Gasperz, 1995). Dalam analisis regresi klasik, asumsi dasar yang harus dipenuhi, antara lain adalah tidak terdapat korelasi diantara variabel bebas (*multikolinieritas*). Dengan kata lain antara variabel yang satu dengan yang lain bersifat ortogonal (saling bebas). Dalam melakukan analisis dengan variabel banyak (*multivariate*) seringkali tidak dapat dihindari terjadinya multikolinieritas ini. Oleh karena itu pendekatan statistika yang sesuai adalah dengan menggunakan analisis regresi komponen utama (*Principal Component Regression Model*).

Sebagaimana dalam analisis regresi pada umumnya, dikenal variabel bebas (X) dan variabel tak bebas (Y). Dalam kaitan itu, maka model ini dipergunakan untuk menguji pengaruh komponen tanah sebagai variabel bebas, sedangkan variabel tak bebas parameter sagu yakni jumlah populasi rumpun (pertumbuhan) dan produksi pati sagu. Menurut Gasperz (1995) model regresi komponen utama untuk menjelaskan pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas, dilakukan analisis dengan model berikut :

$$Y = w_0 + w_1K_1 + w_2K_2 + \dots + w_mK_m + v \quad \dots \dots \dots (1)$$

- dimana :
- Y = variabel tak bebas
 - K_j = variabel bebas komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari semua variabel baku Z (j = 1, 2, ..., m)
 - w₀ = konstanta
 - w_j = parameter model regresi (koefisien regresi), (j = 1, 2, ..., m)
 - v = bentuk gangguan/galat.

Dalam proses analisis semua variabel bebas ditransformasi ke dalam variabel baku Z. Transformasi data ini diperlukan karena terdapat perbedaan satuan diantara variabel bebas. Transformasi data menggunakan rumus :

$$Z_i = \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_i} \right) \quad \dots \dots \dots (2)$$

- dimana :
- Z_i = variabel bebas ke-i dalam bentuk baku
 - x_i = variabel bebas ke-i dalam bentuk asli
 - \bar{x} = nilai rata-rata dari variabel bebas x_i
 - s_i = simpangan baku (standard deviation) dari x_i

Setelah melalui proses komputasi secara aljabar, maka dapat dibentuk persamaan regresi dalam bentuk variabel asli 'X', sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \dots + b_px_p \dots \dots \dots (3)$$

dimana : Y = variabel tak bebas (*dependent variable*)
 x_i = vartiabel bebas ke-i yang dispesifikasikan sejak awal, i = 1, 2,, ..., p
 b₀ = konstanta (intersep)
 b_i = koefisien regresi dari variabel ke-i, i = 1, 2, ..., p.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Interaksi Faktor Tanah

Hasil analisis PCA faktor tanah menunjukkan bahwa tiga komponen utama telah mampu menerangkan keragaman total data sifat tanah sebesar 85,4 %. Tiga komponen utama tersebut (PC1, PC2, dan PC3) memberikan kontribusi keragaman atau penciri sifat tanah masing-masing sebesar 42,8 %, 25,4 %, dan 17,2 % (Tabel 2).

Tabel 2. *Eigenvalues* matriks korelasi faktor tanah

Komponen	<i>Eigenvalue</i>	<i>Proportion</i>	<i>Cumulative</i>
PC1	3,848	0,428	0,428
PC2	2,289	0,254	0,682
PC3	1,547	0,172	0,854

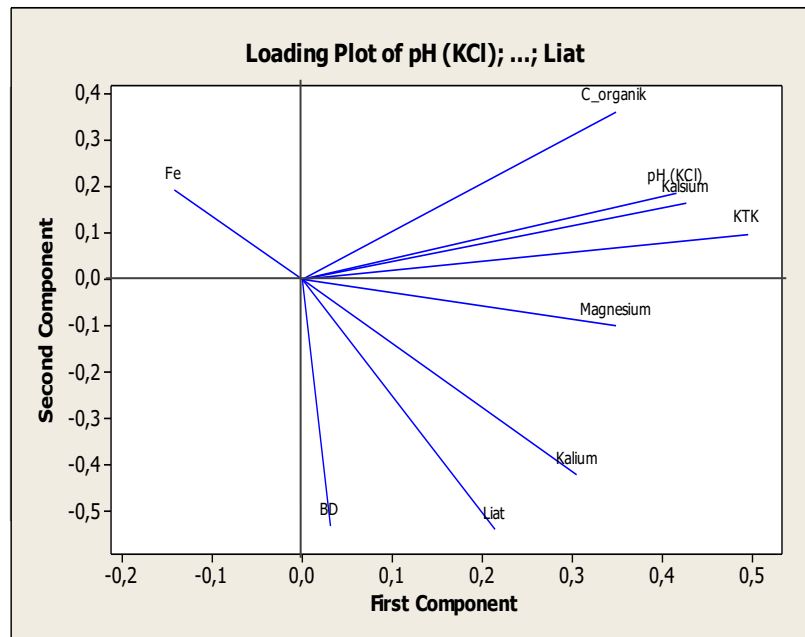
Pada PC1 terdapat tiga variabel sebagai penciri utama faktor tanah yaitu pH (KCl), KTK, dan Kalsium. Pada PC2 secara dominan dicirikan oleh empat variabel yaitu C-organik, kalium, *bulk density* dan partikel liat. Sementara PC3 penciri dominannya adalah Magnesium dan Ferrum (Tabel 3).

Tabel 3. *Eigenvector* komponen utama variabel tanah

Variabel	PC1	PC2	PC3
pH (KCl)	0,416	0,187	-0,156
C-organik	0,348	0,363	-0,193
KTK	0,494	0,098	-0,023
Kalium	0,305	-0,421	0,156
Kalsium	0,425	0,163	0,142
Magnesium	0,348	-0,100	0,546
Fe	-0,142	0,192	0,694
BD	0,031	-0,532	0,171
Liat	0,213	-0,539	-0,290

Hasil analisis PCA untuk menjelaskan interaksi variabel tanah menggunakan loading plot menunjukkan bahwa C-organik berkorelasi positif dengan pH (KCl), Kalsium, KTK, Magnesium, dan Kalium. Partikel liat memiliki korelasi positif dengan BD (*bulk density*) (Gambar 2). Hal ini ditunjukkan dengan sudut lancip yang dibentuk oleh pasangan variabel-variabel tersebut. Korelasi yang bersifat positif ini mengandung pengertian bahwa jika terjadi

peningkatan C-organik maka akan terjadi peningkatan pula pada variabel lain yang menjadi pasangannya. C-organik merupakan indikator yang menjelaskan tentang banyak-sedikitnya kandungan bahan organik tanah. Dalam kaitan dengan korelasi positif dengan pH (KCl), dikarenakan bahan organik dapat berperan dalam meningkatkan kemasaman tanah (Syekhfani, 1997; Khalif et al, 2014, Wowor et al, 2020).



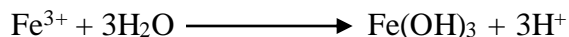
Gambar 2. Interaksi variabel tanah dalam habitat sagu di P. Seram Provinsi Maluku

Korelasi positif antara pH (KCl) dengan Kalsium, Magnesium, dan Kalium, dikarenakan unsur-unsur tersebut selain sebagai unsur hara bagi tanaman, juga merupakan kation basa yang dapat meningkatkan pH tanah. Bahan kapur yang sering dipakai sebagai bahan untuk memperbaiki kemasaman tanah biasanya mengandung kation-kation tersebut, seperti kalsit (CaCO_3) dan dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (Hardjowigeno, 1992; Yulianto, et al, 2013; Handayanto et al, 2017).

Gambar 2 menunjukkan bahwa bahwa C-organik berkorelasi positif dengan KTK. Dengan bertambahnya kandungan bahan organik tanah, maka KTK tanah akan meningkat. Hal ini dikarenakan bahan organik memiliki KTK sekitar 2-4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral. Misalnya pada tanah-tanah mineral yang mengandung mineral liat montmorilonit, KTK-nya berkisar antara 80-150 me/100 gr, sedangkan KTK bahan organik berkisar antara 100-300 me/100 gr (Syekhfani, 1997). Partikel liat memiliki korelasi positif dengan *bulk density*. Hal ini dikarenakan liat merupakan partikel tanah berukuran paling kecil dan memiliki muatan listrik, baik positif maupun negatif. Partikel yang mempunyai muatan berbeda akan terjadi tarik menarik. Dengan ukuran partikel yang sangat kecil (<0,002 mm) dan adanya daya tarik menarik ini, maka terjadi pemadatan partikel yang berimplikasi pada peningkatan *bulk density*.

Korelasi antara pH dan Fe bersifat negatif, mengandung makna bahwa dengan bertambahnya kandungan Fe, maka pH tanah akan berkurang. Hal ini dikarenakan Fe merupakan kation masam yang memiliki andil dalam meningkatkan kemasaman tanah (pH turun). Secara teoritis kemasaman tanah yang meningkat dikarenakan oleh kandungan ion H^+

yang meningkat, artinya dengan meningkatnya ion H dalam tanah, pH tanah akan turun. Ion Fe memiliki kemampuan dalam memecahkan (melisis) molekul air menjadi ion H⁺ dan OH⁻. Kemudian ion OH⁻ diikat oleh Fe membentuk besi hidroksida [Fe(OH)₃] dan membebaskan tiga ion H⁺ (Syekhfani, 1997). Reaksinya sebagai berikut :



Dengan mempertimbangkan *eigenvalues* sebagai skor komponen utama (skor PC) dan nilai *eigenvector* terbesar, maka dapat ditentukan besarnya kontribusi (bobot) relatif masing-masing variabel tanah terhadap habitat sagu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah kontribusi faktor tanah terhadap habitat sagu di P. Seram sebesar 10,15 % (Tabel 4). Variabel tanah yang memiliki kontribusi tertinggi adalah KTK, dengan besarnya kontribusi sekitar 1,90 %. Sedangkan variabel dengan kontribusi paling rendah adalah BD sebesar 0,27 %.

Tabel 4. Kontribusi variabel tanah terhadap habitat sagu di P. Seram, Maluku

Variabel	Skor PC	<i>Eigenvector</i>	Kontribusi (%)
pH (KCl)	3,848	0,416	1,60
C-organik	2,289	0,363	0,83
KTK	3,848	0,494	1,90
Kalium	3,848	0,305	1,17
Kalsium	3,848	0,425	1,64
Magnesium	1,547	0,546	0,85
Fe	1,547	0,694	1,07
BD	1,547	0,171	0,27
Liat	3,848	0,213	0,82
Jumlah			10,15

Berdasarkan hasil perhitungan sebagaimana tertera dalam Tabel 4 di atas, dapat disusun model indeks pertanaman sagu terkait dengan peran faktor tanah di P. Seram sebagai berikut :

$$\text{HS}_{(\text{F-tanah})} = (1,60_{\text{pH-KCl}}) + (0,83_{\text{C-org}}) + (1,90_{\text{KTK}}) + (1,17_{\text{K}}) + (1,64_{\text{Ca}}) + (0,85_{\text{Mg}}) + (1,07_{\text{Fe}}) + (0,27_{\text{BD}}) + (0,82_{\text{Liat}}) \dots\dots\dots (4)$$

- dimana:
- HS_(F-tanah) = habitat sagu terkait dengan faktor tanah
 - pH-KCl = kemasaman tanah potensial
 - C-org = karbon organik
 - KTK = kapasitas tukar kation
 - K = Kalium
 - Ca = Kalsium
 - Mg = Magnesium
 - Fe = Ferrum
 - BD = *bulk density*
 - Liat = partikel liat

Pada model indeks habitat sagu sebagaimana tersaji dalam pers-4 di atas, tampak bahwa pertanaman sagu di P. Seram dalam kaitannya dengan sifat tanah sangat ditentukan oleh variabel kapasitas tukar kation (KTK). Hal ini berarti bahwa sagu menghendaki tanah dengan kesuburan yang memadai. Argumen ini dikemukakan karena KTK merupakan parameter tanah yang berkaitan dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut subur, dan sebaliknya apabila KTK rendah termasuk kurang subur. Selain itu pertanaman sagu dikendalikan pula oleh kation-kation basa seperti K, Ca, dan Mg dan kondisi kemasaman tanah. Pada model dalam pers-4 di atas, tampak bahwa dua sifat fisika tanah yaitu *bulk density* dan partikel liat, memiliki peran yang lebih kecil dibandingkan dengan sifat tanah yang lain. Hal ini dapat dijadikan petunjuk bahwa untuk pertanaman sagu peran sifat fisik tanah kurang dominan.

3.2. Pengaruh Faktor Tanah terhadap Pertumbuhan dan Produksi Pati Sagu

Hasil analisis regresi komponen utama untuk mengetahui pengaruh variabel tanah terhadap jumlah populasi rumpun sagu menunjukkan bahwa terdapat lima variabel tanah memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah populasi rumpun sagu di P. Seram. Lima variabel dimaksud yaitu kapasitas tukar kation (KTK), Kalsium, Magnesium, Ferrum, dan *bulk density*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kontribusi pengaruh faktor tanah terhadap jumlah populasi rumpun sagu sebesar 4,3 %. Persamaan regresi komponen utamanya sebagai berikut :

$$Y1 = 9,363 - 0,016 X1 - 0,0389 X2 + 0,0526 X3 - 0,128 X4 + 2,284 X5 \dots\dots\dots (5)$$

dimana: Y1 = jumlah populasi rumpun, X1 = KTK, X2 = Kalsium, X3 = Magnesium, X4 = Ferrum, X5 = *bulk density*.

Sedangkan hasil analisis regresi komponen utama untuk menjelaskan pengaruh faktor tanah terhadap produksi pati sagu diperoleh kontribusi pengaruh faktor tanah sebesar 60,9 %. Persamaan regresi komponen utamanya sebagai berikut :

$$Y2 = 745,19 + 63,731 X1 + 21,909 X2 + 2,087 X3 + 1,935 X4 + 31,129 X5 + 48,988 X6 - 32,131 X7 - 0,030 X8 + 1,647 X9 \dots\dots\dots (6)$$

dimana : Y2 = produksi pati sagu, X1 = pH (KCl), X2 = C-organik, X3 = KTK, X4 = Kalium, X5 = Kalsium, X6 = Magnesium, X7 = Ferrum, X8 = *bulk density*, X9 = liat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak semua variabel tanah yang diuji berpengaruh terhadap jumlah populasi rumpun sagu, tetapi terhadap produksi pati sebagian besar variabel tanah memberikan pengaruhnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh sifat tanah terhadap jumlah populasi rumpun sagu lebih terbatas dibandingkan dengan pengaruhnya terhadap produksi pati sagu. Terdapat variabel tanah yang memberikan pengaruh yang bersifat positif atau menguntungkan, baik terhadap jumlah populasi rumpun maupun produksi. Demikian pula sebaliknya terdapat variabel yang berpengaruh negatif atau bersifat tidak menunjang terhadap populasi rumpun dan juga produksi pati. Pengaruh yang bersifat menguntungkan bagi pertumbuhan tidak selalu diikuti dengan pengaruh yang serupa terhadap produksi pati sagu. Kapasitas tukar kation, pengaruhnya terhadap jumlah populasi rumpun bersifat negatif, namun

sebaliknya terhadap produksi pati bersifat positif. Demikian pula dengan pengaruh variabel Kalsium dan *bulk density*.

Pada persamaan regresi (pers-5) tampak bahwa variabel tanah yang paling berpengaruh terhadap jumlah populasi rumpun sagu adalah *bulk density*. Variabel ini berkaitan dengan partikel penyusun tanah. Tanah yang memiliki *bulk density* tinggi biasanya memiliki kandungan liat yang banyak. Tanaman sagu banyak tumbuh dan berkembang pada tanah-tanah yang memiliki kandungan liat tinggi. Tanaman sagu biasanya tumbuh pada lahan-lahan aluvium berupa endapan pada dataran rendah, bagian lembah, atau berupa endapan di sisi kiri kanan sungai. Variabel *bulk density* berkaitan dengan kepadatan tanah, dan tingkat kepadatan tanah di dalam habitat sagu P. Seram berada pada kondisi yang memadai yakni berkisar antara 1,07 – 1,31, dengan kelas tekstur lempung liat dan liat berdebu. Pada kondisi tersebut menunjang dalam penambahan jumlah rumpun sagu, dalam arti mendukung percabangan basal tumbuh keluar menjauhi rumpun induk dan kemudian membentuk rumpun baru.

Kapasitas tukar kation (KTK) dan unsur hara Kalsium memberikan pengaruh yang bersifat negatif terhadap jumlah populasi rumpun sagu. Artinya kedua variabel ini tidak menunjang dalam penambahan jumlah rumpun sagu. Hal ini dapat dikarenakan kedua variabel tersebut merupakan variabel kesuburan tanah. Tanah yang subur dapat mendorong penambahan jumlah anakan. Dengan semakin bertambahnya jumlah anakan, maka radius rumpun semakin bertambah. Penambahan radius ini dapat menyebabkan penyatuan rumpun yang satu dengan rumpun yang lain. Dengan demikian maka jumlah populasi rumpun akan semakin berkurang. Jadi jumlah populasi rumpun sagu yang bersifat negatif, bukan dikarenakan terjadi kematian rumpun atau rusaknya rumpun. Tetapi penyatuan rumpun dalam komunitas sagu itu sendiri.

Lain halnya dengan unsur hara Magnesium, unsur hara ini memberikan pengaruh yang bersifat positif terhadap jumlah populasi rumpun sagu. Artinya kondisi kesuburan Magnesium rata-rata sekitar 0,46 % dapat menambah jumlah rumpun sagu. Magnesium merupakan unsur hara yang berperan dalam penyusunan atau pembentukan klorofil. Rumus kimia klorofil-a dan klorofil-b sebagai berikut : klorofil-a $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ dan klorofil-b $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ (Kamagi et al, 2017; Nunung et al, 2020). Karena Magnesium merupakan penyusun klorofil, maka berkaitan dengan fotosintesis, hal ini berarti bahwa apabila jumlah Magnesium cukup, maka klorofil yang terbentuk bertambah. Dengan demikian dapat meningkatkan fotosintesis, selanjutnya dapat meningkatkan hasil fotosintesis (fotosintat). Meningkatnya fotosintat dapat meningkatkan jumlah buah dan biji. Buah atau biji sagu ini penting sebagai calon individu baru yang kemudian dapat tumbuh membentuk rumpun baru. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa terdapat sifat tanah yang berperan dalam meningkatkan jumlah populasi rumpun sagu melalui pengaruhnya terhadap organ vegetatif. Dalam konteks ini melalui perpanjangan cabang basal (*rhizome*), dan juga dapat melalui organ generatif berupa buah atau biji sagu.

Dalam kaitan dengan produksi pati sagu (pers-6), variabel kemasaman tanah (pH) memberikan pengaruh yang paling tinggi dibandingkan dengan pengaruh variabel yang lain. Hal ini berarti bahwa dengan membaiknya kondisi kemasaman tanah, yakni meningkat $>4,3$ akan memberikan pengaruh positif dalam peningkatan produksi pati sagu. Pengaruh positif ini diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur hara terutama fosfor, karena unsur hara ini sangat peka terhadap perubahan kemasaman tanah. Dengan adanya peningkatan kemasaman tanah, biasanya akan diikuti dengan perbaikan sifat tanah yang lain seperti ketersediaan unsur hara fosfor. Unsur hara ini sangat peka terhadap kemasaman, pada kondisi kemasaman yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, biasanya fosfor tidak tersedia bagi tanaman. Serapan fosfor oleh tanaman banyak berlangsung pada kondisi kemasaman berkisar antara 5,5 – 6,8 dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}

(Brady, 1990; Hafizah, dan Mukarramah, 2017; Tomaso, 2020). Pada waktu kemasaman tanah rendah, fosfor difiksasi oleh ion Fe dan Al membentuk senyawa kompleks $\text{Fe}(\text{OH})_2 \text{H}_2\text{PO}_4$ dan $\text{Al}(\text{OH})_2 \text{H}_2\text{PO}_4$, sedangkan ketika kemasaman tinggi, maka fosfor difiksasi oleh Ca membentuk senyawa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ atau berupa senyawa kalsium yang lain. Semua senyawa kompleks yang dikemukakan di atas bersifat sukar larut, sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Dengan demikian, apabila kondisi kemasaman berada pada kategori sedang maka fosfor menjadi tersedia dan dapat meningkatkan produksi pati sagu. Hardjowigeno (1992) menyebutkan bahwa fosfor merupakan unsur hara yang memainkan peranan dalam pembentukan pati. Oleh karena itu jika fosfor terpenuhi, maka penimbunan pati dapat meningkat. Dengan demikian dapat meningkatkan produksi pati sagu.

Kandungan karbon organik (bahan organik) dan Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan parameter tanah yang dapat menjelaskan kesuburan tanah. Tanah-tanah yang memiliki kandungan bahan organik dan KTK tinggi berarti kesuburannya tinggi dan sebaliknya. Kandungan bahan organik dan KTK yang rendah menunjukkan tanah yang kurang subur atau tidak subur. Bahan organik merupakan salah satu sumber unsur hara dan dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Khusus KTK, sering disebut dengan istilah gudang unsur hara, artinya sebagai tempat penyimpanan unsur hara. Apabila tanaman memerlukan akan segera dilepas untuk memenuhi kebutuhan pertanian. KTK juga berperan sebagai *buffer* unsur hara, sehingga hara tertentu yang mudah tercuci bisa terhindar dari pencucian atau terangkut oleh air perkolasi (*leaching*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan organik dan KTK berpengaruh positif terhadap produksi pati sagu. Hal ini berarti bahwa unsur hara yang tersimpan dan di *buffer* mampu memenuhi kebutuhan sagu sehingga berimplikasi pada peningkatan produksi pati.

Hasil analisis menunjukkan bahwa unsur hara kalium, kalsium, dan magnesium berpengaruh positif terhadap produksi pati sagu. Hal berarti bahwa apabila terjadi penambahan jumlah unsur hara tersebut dalam batas tertentu akan meningkatkan produksi sagu. Unsur hara kalium bagi tanaman antara lain berperan dalam pembentukan pati, mengaktifkan berbagai jenis enzim dan mendorong metabolisme karbohidrat, dan memacu perkembangan akar (Hardjowigeno, 1992). Hal ini berarti bahwa dengan bertambahnya kandungan kalium tanah, ketersediaan semakin tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan sagu. Dengan terpenuhinya kebutuhan, maka dengan sendirinya akan mendorong pembentukan karbohidrat, kemudian disimpan dalam bentuk pati. Dalam tubuh tanaman unsur hara kalsium berperan dalam menyusun dinding sel, pembentukan sel, dan elongasi (*elongation*) atau pemanjangan sel. Dengan semakin banyak sel yang terbentuk, maka pati yang tersimpan semakin tinggi, dengan demikian dapat meningkatkan produksi sagu. Dalam kaitan dengan pengaruh unsur hara magnesium terhadap produksi pati sagu, telah diuraikan pada bagian sebelumnya.

Dalam kaitan dengan produksi pati sagu, ferrum memberikan pengaruh yang bersifat negatif. Dengan kata lain unsur hara ini tidak berperan dalam meningkatkan produksi pati sagu. Ferrum diketahui sebagai unsur hara esensial mikro (Hardjowigeno, 1992). Hal ini berarti bahwa unsur hara tersebut berpengaruh terhadap pertanian dan produksi suatu tanaman. Selain itu peran atau fungsinya tidak dapat digantikan oleh unsur hara yang lain. Walaupun esensi bagi tanaman, tetapi apabila konsentrasi tinggi dalam tanah, dapat bersifat meracun (*toxic*) terhadap perakaran (Brady, 1990). Implikasi dari sifat *toxic* ini dapat menyebabkan pertanian akar terganggu. Gangguan dalam pertanian akar, maka fungsinya tidak dapat berlangsung sebagaimana mestinya. Misalnya serapan unsur hara bisa berkurang atau terhambat. Jika kebutuhan unsur hara tanaman tidak terpenuhi, maka proses pembentukan pati tidak dapat berlangsung maksimal, dengan demikian dapat menurunkan produksi.

Dalam pertanaman sagu di P. Seram, *bulk density* atau kepadatan tanah memberikan pengaruh yang bersifat negatif. Artinya tanah-tanah yang memiliki kepadatan tinggi tidak baik dalam peningkatan produksi pati sagu. Hasil analisis menunjukkan bahwa *bulk density* mencapai $1,3 \text{ gr/cm}^3$, termasuk tinggi karena *bulk density* tanah mineral pada umumnya berkisar antara $1,1 - 1,6 \text{ gr/cm}^3$ (Hardjowigeno, 1992; Rukmi et al, 2017). Secara teoritis, tanah-tanah padat merupakan tanah yang memiliki tata air (*drainase*) dan tata udara (*airase*) jelek. Menurut Levitt (1980) dikemukakan bahwa tanah-tanah yang memiliki drainase jelek atau tergenang dapat menyebabkan terjadinya cekaman terkanan turgor. Dampaknya adalah serapan air dan unsur hara terhambat. Hambatan ini dapat berpengaruh terhadap produksi pati sagu.

Selain *bulk density*, sifat fisika tanah lain yang diuji dan memberikan pengaruh terhadap produksi sagu adalah partikel liat. Hasil analisis menunjukkan bahwa partikel liat berpengaruh positif terhadap produksi pati sagu. Adanya pengaruh yang bersifat positif ini diduga karena liat yang terbentuk pada habitat sagu merupakan liat yang memiliki kesuburan tinggi. Syekhfani (1997) mengemukakan bahwa terdapat dua jenis liat yang memiliki kesuburan tinggi yaitu liat montmorilonit dan vermikulit. Kedua jenis liat ini memiliki KTK masing-masing sebesar 80-150 me/100 gr dan 100-150 me/100 gr.

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara umum sifat-sifat tanah dalam habitat sagu, baik kimia maupun fisika berinteraksi secara positif, kecuali interaksi antara pH dengan Fe.
2. Pada habitat sagu, peran faktor tanah lebih ditentukan oleh sifat kimia tanah dibandingkan sifat fisika tanah. Pada sifat kimia tanah sendiri variabel yang paling berperan adalah KTK.
3. Faktor tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan rumpun dan produksi pati sagu. Kontribusi pengaruh faktor tanah terhadap pertumbuhan rumpun mencapai 4,3 %, sedangkan terhadap produksi pati sagu mencapai 60,9 %. Faktor tanah melalui sifat-sifat tanah yang paling berpengaruh, baik terhadap pertumbuhan maupun produksi pati sagu, masing-masing KTK, Ca, Mg, Fe dan bulk density..

4.2. Saran

Dalam upaya untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat, maka diperlukan penelitian yang sama atau mirip pada area pertanaman sagu di wilayah yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Alaa, R.D., Sutikno, S., 2019. Pemodelan Faktor-Faktor yang Memengaruhi Gini Rasio Pembangunan di Jawa Timur dengan Regresi Spasial. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), pp.265-272.
- Botanri S. 2010. Distribusi Spasial, Autekologi, dan Biodiversitas Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku. [disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Botanri S., Setiadi D., Guhardja E., Qayim I., & Prasetyo L.B. (2011a.) Karakteristik habitat tumbuhan sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku. *Jurnal Penelitian Forum Pascasarjana IPB*. Vol. 34 No. 1. Pp : 33-34.

- Botanri S., Setiadi D., Guhardja E., Qayim I., & Prasetyo L.B. (2011b). Studi ekologi tumbuhan sagu (*Metroxylon* spp.) dalam Komunitas Alami di Pulau Seram, Maluku. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Litbang Kementerian Kehutanan RI. Vol. 8 No. 1. Pp : 135-145.
- Brady NC. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. New York : MacMillian Publishing Company.
- Dewi H. 2005. Tingkat kesesuaian habitat Owa Jawa (*Hylobates moloch* Audebert) di Taman Nasional Gunung Halimun Salak [tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hardjowigeno S. 1992. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Melton Putra.
- Hafizah, N., Mukarramah, R., 2017. Aplikasi pupuk kandang kotoran sapi pada pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di lahan rawa lebak. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(1), pp.1-7.
- Handayanto, E., Muddarisna, N., Fiqri, A., 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Haryanto B, Pangloli P. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Yogyakarta : Kanisus.
- Haryanto, B. 2015. Potensi dan Pemanfaatan Pati Sagu dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Kabupaten Sorong Selatan Papua Barat (Potential and Utilization of Sago Starch to Support Food Security in South Sorong Regency, West Papua). *Jurnal Pangan*, 24(2), 97-106.
- Gaspersz V. 1995. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung : Tarsito.
- Kamagi, L.P., Pontoh, J., Momuat, L.I., 2017. Analisis kandungan klorofil pada beberapa posisi anak daun aren (*Arenga pinnata*) dengan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal MIPA*, 6(2), pp.49-54.
- Khalif, U., Utami, S.R. and Kusuma, Z., 2014. Pengaruh penanaman sengo (Paraserianthes falcataria) terhadap kandungan C dan N tanah di Desa Slamparejo, Jabung, Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), pp.9-15.
- Kusmana, C. (2018). *Metode survey dan interpretasi data vegetasi*. PT Penerbit IPB Press.
- Levitt J. 1980. *Responses of Plant to Environmental Stresses*, 2nd. End. New York : Academic Press.
- Marzuki I. 2007. Studi morfo-ekotipe dan karakterisasi minyak atsiri, isozim, dan DNA pala Banda (*Miristica fragrans* Houtt) Maluku [disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Notohadiprawiro T, Louhenapessy JE. 1993. Potensi sagu dalam penganeekaragaman bahan pangan pokok ditinjau dari persyaratan lahan. Di dalam : *Pemanfaatan dan Pengelolaan Hutan Sagu dalam Rangka Pengembangan Bagian Timur Wilayah Indoensia Khususnya Provinsi Maluku*. *Prosiding Simposium Sagu Nasional*; Ambon, 12-13 Oktober 1992. Ambon : Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. hlm 99-106.
- Manurung, F.S., Nurchayati, Y. and Setiari, N., 2020. Pengaruh pupuk daun Gandasil D terhadap pertumbuhan, kandungan klorofil dan karotenoid tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Biologi Tropika*, 1(1), pp.24-32.
- Nurliati, N. (2019). Vegetasi Sagu (*Metroxylon sagus*. Rottb) di Daerah Teluk Kabung Kodya Padang. *Eduscience Development Journal (EDJ)*, 1(1), 31-36.
- Rukmi, R., Bratawinata, A.A., Pitopang, R., Matius, P., 2017. Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Pada Berbagai Ketinggian Tempat Di Habitat Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) Das Sausu Sulawesi Tengah. *Jurnal Warta Rimba*, 5(1).
- Setiadi D. 1998. Keterkaitan profil vegetasi sistem agroforestri kebun campur dengan lingkungannya [disertasi]. Bogor : Progam Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Sjachrul M. 1993. Tinjauan pengolahan sagu di pabrik PT. Inhutani I Kao Maluku Utara. Di dalam: *Pemanfaatan dan Pengelolaan Hutan Sagu dalam Rangka Pengembangan Bagian Timur Wilayah Indoensia Khususnya Provinsi Maluku. Prosiding Simposium Sagu Nasional*; Ambon, 12-13 Oktober 1992. Ambon: Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. hlm 151-157.
- Supranto J. 2010. *Analisis Multivariat, Arti dan Interpretasi*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Supranto, J., 2010. Analisis Multivariat: Arti dan Interpretasi.
- Suryana A. 2007. Arah dan strategi pengembangan sagu di Indonesia. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pengembangan Sagu Indonesia. Batam, 25-26 Juli 2007.
- Syekhfani. 1997. *Hara-Air-Tanah-Tanaman*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
- Tahitu, M. M. E., Saleh, A., Lubis, D. P., Susanto, D. (2016). Strategi Pengembangan Kapasitas Pengelola Sagu di Maluku Tengah Provinsi Maluku. *Sosiohumaniora*, 18(1), 37-43.
- Tahitu, D. J., Botanri, S., Karepesina, S. (2018). Tegakan Hutan pada Petak Ukur Permanen (PUP) di Hutan Alam Desa Batlale Kecamatan Air Buaya, Kabupaten Buru, Maluku (Kondisi Umum dan Tanaman Dominan). *Jurnal Agrohut*, 9(1), 12-22.
- Tomasoa, R., 2020. Pengaruh Kompos Berbasis Bio-Aktivator terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L. *Saccharata*) pada Tanah Typic Dystrudepts. *Agrologia*, 8(2).
- Wowor, A.E., Thomas, A., Rombang, J.A., 2020. Kandungan unsur hara pada serasah daun segar pohon (mahoni, nantu dan matoa). *EUGENIA*, 25(1).
- Yulianto, Y., Gunawan, J., Hazriani, R., 2013. Studi kesuburan tanah pada beberapa penggunaan lahan di Desa Pangkal Baru Kecamatan Tempunak Kabupaten Sintang. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 2(3).