



MODEL PENDUGAAN LUAS DAUN TANAMAN ***Desmodium rensonii* SEBAGAI SUMBER HIJAUAN** **PAKAN TERNAK**

SKRIPSI

Oleh:

Ilham Hadi Pranoto
NIM. 15505010111238



PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2021



MODEL PENDUGAAN LUAS DAUN TANAMAN
***Desmodium rensonii* SEBAGAI SUMBER HIJAUAN**
PAKAN TERNAK

SKRIPSI

Oleh:

Ilham Hadi Pranoto
NIM. 155050101111238

Skrripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada Pada Fakultas Peternakan Universitas
Brawijaya

PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2021

**MODEL PENDUGAAN LUAS DAUN TANAMAN
Desmodium rensonii SEBAGAI SUMBER HIJAUAN
PAKAN TERNAK**

SKRIPSI

Oleh:

Ilham Hadi Pranoto

NIM. 155050101111238

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 10 Desember 2021

Mengetahui:
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

Menyetujui:
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi,
Ms., IPU, ASEAN Eng.
NIP. 19620403 1987011001
Tanggal:

Ir. Hanief Eko Sulistyio,
MP
NIP. 196201061988021002
Tanggal: 23 Desember 2021



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 18 Agustus 1997 di Banyuwangi, Jawa Timur. Penulis merupakan anak pasangan Bapak Suwono dan Ibu Istianah. Penulis mengawali pendidikan di SDN 1 Sragi Kec. Songgon, Kab. Banyuwangi lulus pada tahun 2009, melanjutkan kejenjang SMPN 1 Songgon, Kab. Banyuwangi lulus tahun 2012, melanjutkan kejenjang SMAN 1 Singojuruh Kab. Banyuwangi lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan Sastra 1 (S-1) Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang. Penulis aktif mengikuti ekstra kulikuler di Fakultas Peternakan sebagai anggota tim futsal. Penulis melaksanakan kegiatan PKL (Praktek Kerja Lapang) di Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) Singosari, Malang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian beserta skripsi dengan berjudul “**Model Pendugaan Luas Daun Tanaman *Desmodium rensonii* Sebagai Hijauan Pakan Ternak**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang, Dr. Ir. Khotibul Umam Al Awwaly, S.Pt., M.Si, selaku Ketua Jurusan Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang, Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP. selaku Ketua Program Studi Peternakan, Dr. Ir. Marjuki, M.sc., selaku Ketua Minat Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang beserta staff dan jajarannya.
2. Ir. Hanief Eko Sulisty, M.P., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran serta motivasi yang membangun dan sangat bermanfaat bagi Penulis.
3. Ibu Istianah dan Bapak Suwono, selaku orang tua dan keluarga atas semua do'a serta dukungan yang diberikan kepada Penulis tiada henti.
4. Teman-teman Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan motivasi dan membantu menyusun laporan hasil penelitian, Penulis menyadari bahwa penulisan dari skripsi masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi semua pihak.

Malang, 10 Desember 2021



LEAF AREA PREDICTION MODEL OF *Desmodium rensonii* PLANT AS ANIMAL FEED

Ilham Hadi Pranoto¹⁾, Hanief Eko Sulistyo²⁾

¹⁾ Student of Animal Nutrition and Feed Departement, Faculty of Animal Science,
Brawijaya University, Malang

²⁾ Lecturer of Animal Nutrition and Feed Departement, Faculty of Animal Science,
Brawijaya University, Malang
Email: ilhampranata1@gmail.com

ABSTRACT

Leaf area is needed to determine the growth rate and amount of photosynthesis of a plant. Currently, leaf area measurements can be determined using a variety of methods, one of which is by using regression equations. The purpose of this study was to obtain an estimator model for leaf area of *Desmodium rensonii* as a animal feed. The benefit of this research is expected to provide information on leaf area estimation using quantitative based on the maximum length and width of the leaves, leaf circumference and leaf weight. The research method used a field survey of 30 *Desmodium rensonii* leaves based on the regression equation analysis of length and width, circumference and weight were independent variables. The results showed that the regression equations for length and width was better than using circumference and weight because it was easy to do in the field. Obtain a regression equation based on leaf length and width ($y = 13,3 + 0,599 (x)$) with a determination coefficient of 80,84%, leaf circumference ($y = 13,2 + 1,11 (x)$) with a determination coefficient of 30,18% and weight ($y = 31,9 + 202 (x)$) with a determination coefficient of 49,00%. Measurement of leaf are using weight and width is easier to use because it is more accurate and does not damage the plant, whereas circumference and weight damage destructive plants which can affect plant growth and development.

Key words : leaf area, *Desmodium rensonii*, regression equations



MODEL PENDUGAAN LUAS DAUN TANAMAN *Desmodium rensonii* SEBAGAI HIJAUAN PAKAN TERNAK

Ilham Hadi Pranoto¹⁾, Hanief Eko Sulistyo²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Peternak, Universitas Brawijaya, Malang

²⁾Dosen Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang

Email: ilhampranata1@gmail.com

RINGKASAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki dua musim, yakni musim hujan dan kemarau. Keadaan ini berpengaruh pada perubahan ketersediaan pakan dimana jumlahnya melimpah saat musim hujan dan berkurang pada musim kemarau. Legum *Desmodium rensonii* merupakan salah satu tanaman yang baik digunakan sebagai pakan pada ternak dan berpotensi sebagai alternatif pada penggunaan sumber hijauan legum pakan ternak. Tanaman ini memiliki ketersediaan hijauan berkualitas tinggi yang berperan penting dalam meningkatkan produksi ternak dan efisiensi pakan.

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui model pendugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* menggunakan analisis regresi linear sederhana. Luas daun merupakan refleksi kegiatan fotosintesis daun untuk menghasilkan sejumlah karbohidrat yang digunakan bagi pertumbuhan tanaman pakan ternak *Desmodium rensonii*. Beberapa parameter yang digunakan dalam pengukuran tersebut, seperti hasil perkalian panjang dengan lebar daun, keliling daun dan berat helai daun adalah variabel bebas sedangkan luas daun terukur *Leaf Area Meter* sebagai variabel terikat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan data dari 30 sampel daun yang diperoleh dari 10 pohon tanaman *Desmodium rensonii* diperoleh 3 persamaan regresi, yakni persamaan pertama $(Y) = 13,3 + 0,599 (X)$ dimana X merupakan panjang kali lebar maksimal anak daun dengan nilai $R^2 = 80,84\%$, persamaan kedua $(Y) = 13,2 + 1,11 (X)$, dimana X merupakan keliling daun dengan nilai $R^2 = 30,18\%$, dan persamaan ketiga $(Y) = 31,9 + 202 (X)$ dimana X merupakan berat daun dengan nilai $R^2 = 49,00\%$.

Kesimpulan dari penelitian ini, persamaan regresi berdasarkan pengukuran panjang dan lebar daun memiliki nilai R^2 tertinggi yang berarti persamaan ini lebih akurat dibanding persamaan lainnya. Pendugaan untuk memperkirakan luas daun dengan menggunakan peubah panjang dan lebar maksimal merupakan metode yang cepat serta dapat mengurangi tenaga dan biaya serta dapat dilakukan dengan mudah di lapang. Pendugaan luas daun dengan menggunakan peubah panjang dan lebar maksimal daun merupakan cara yang dapat dilakukan tanpa memotong daun dari tanaman dan lebih praktis dibandingkan dengan menggunakan alat *leaf area meter*.

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Kegunaan Penelitian	3
1.5. Kerangka Pikir	3
1.6. Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Leguminosa Sebagai Sumber Hijauan Pakan Ternak	5
2.2. Tanaman <i>Desmodium rensonii</i>	6
2.3. Morfologi dan Peranan Daun	7
2.4. Kloroplas dan Bagian-bagiannya	10
2.5. Luas Daun dan Produksi Hijauan	11
2.6. Pengukuran Luas Daun	13
BAB III MATERI DAN METODE	
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.2. Materi Penelitian	14
3.2.1. Bahan	14
3.2.2. Alat	14
3.3. Metode Penelitian	14
3.4. Pengamatan	14
3.5. Analisis Data	15





3.6. Batasan Istilah.....	15
---------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perhitungan Persamaan Regresi.....	17
---	----

4.2. Interkorelasi Pada Variabel Bebas (Parameter Panjang x Lebar Daun, Keliling daun dan Berat Daun) Helai Daun Tanaman <i>Desmodium rensonii</i>	178
--	-----

4.3. Model Persamaan Regresi Luas Daun Tanaman <i>Desmodium rensonii</i>	199
--	-----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	22
----------------------	----

5.2. Saran.....	22
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	23
---------------------	----

LAMPIRAN.....	29
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Rata-rata hasil perhitungan variabel penelitian berdasarkan panjang kali lebar, keliling dan berat daun.....	17
2. Uji Interkorelasi pada variabel bebas (parameter panjang x lebar daun, keliling daun, dan berat daun).....	18
3. Persamaan regresi pendugaan Luas Daun <i>Desmodium rensonii</i> , Koef. Determinasi dan Uji T, Berdasarkan Beberapa Parameter Pada Daun.....	20



DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Kerangka pikir penelitian	4
2. Tanaman <i>Desmodium rensonii</i>	6
3. Struktur dan Bagian Kloroplas	11
4. Grafik Persamaan Regresi (<i>Fitted Line Plot</i>) Sebagai Model Pendugaan Luas Daun Berdasarkan Pada A. Panjang x Lebar Daun, B. Keliling Daun dan Berat Daun	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Data pengukuran Tanaman <i>Desmodium rensonii</i>	28
2. Hasil Analisis Statistik Dengan <i>MiniTab15</i>	31
3. Dokumentasi Penelitian.....	33



DAFTAR SINGKATAN

BETN : Bahan ekstrak tanpa nitrogen

BK : Bahan Kering

Ca : Calsium

Cm : Centimeter

CO² : Karbon dioksida

dkk : Dan kawan-kawan

gr : Gram

H₂O : Air

kcal : Kilokalori

LAM : *Leaf Area Meter*

Mdpl : Meter di Atas Permukaan Laut

mm/tahun : Milimeter/tahun

pH : Power of hidrogen

PK : Protein Kasar

P x L : Panjang x Lebar

R² : Koefisien determinasi

SK : Serat Kasar

S : Standar deviasi

% : Persen

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas hijauan pakan ternak menjadi konsekuensi yang harus dihadapi mengingat populasi ternak ruminansia yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Menurut data BPS (2020), populasi ternak ruminansia (Sapi Perah, Sapi Potong, Kerbau, domba dan Kambing) di Indonesia terus mengalami peningkatan mulai dari 41.181.549 ekor pada tahun 2009 menjadi 55.591.308 ekor pada tahun 2019. Pakan hijauan memegang peran penting dalam usaha peternakan mengingat kontribusinya yang sangat besar terhadap biaya produksi total usaha peternakan. Berdasarkan nilai nutrisinya hijauan pakan ternak dikelompokkan sesuai dengan jenis tanamannya yaitu pakan yang berasal dari jenis rumput-rumputan dan jenis legum (leguminosae). Tanaman pakan yang berasal dari jenis rumput-rumputan merupakan sumber serat kasar, sedangkan dari jenis legum merupakan sumber protein karena umumnya memiliki protein kasar diatas 18% (Herdiawan dan Suherman, 2015).

Pemeliharaan ternak ruminansia di Indonesia pada umumnya sangat dipengaruhi kondisi lingkungan dalam penyediaan kebutuhan pakan hijauan. Adanya musim kemarau dan musim hujan, menjadikan fluktuasi produksi hijauan bergeser melimpah di musim hujan tetapi terjadi defisit di musim kemarau sehingga mempengaruhi penyediaan air dan unsur hara terlarut pada zona rhizosfer perakaran tanaman. Menurut Syarifuddin (2011), ketersediaan hijauan pakan ternak di musim kemarau rendah mengakibatkan kebutuhan serat hijauan ternak ruminansia kurang terpenuhi, sedangkan dalam pengembangan usaha ternak diperlukan ketersediaan pakan hijauan yang cukup (kualitas dan kuantitas). Landasan pengembangan ternak ruminansia dengan penyediaan pakan hijauan yang masih tidak memadai menyebabkan produktivitas ternak rendah menjadi fenomena yang sulit dihindari.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan basal ternak ruminansia di musim kemarau, menjadi pilihan strategis apabila diimbangi dengan suplemen hijauan legum berprotein tinggi. Leguminosa sangat potensial sebagai sumber hijauan pakan, reproduktivitas yang tinggi memungkinkan pengembangan secara nasional untuk suplementasi protein dan perbaikan asupan nutrisi lainnya untuk ternak (Abdullah, 2014). Jenis tanaman legum masih dapat tumbuh di musim kemarau, ditopang oleh kemampuan sebagai tanaman dikotil dengan akar tunggangnya berfungsi untuk organ utama penyimpanan cadangan makanan dan sifat geotropi positif system perakarannya untuk masuk lebih jauh ke dalam tanah sehingga tahan terhadap kekeringan. Menurut Ella (2015), leguminosa sebagai pakan akan didapat beberapa keuntungan seperti perbaikan kandungan nitrogen dalam tanah, sebab leguminosa dapat menfiksasi N udara dengan bantuan rhizobium yang ada pada bintil akar. Beberapa legume yang dapat dijadikan sebagai suplemen hijauan pakan ternak yaitu *Desmodium rensonii*, kalopo (*Calopogonium mucunoides*), Gamal (*Gliricidia sepium*).

Salah satu hijauan legum yaitu *Desmodium rensonii* merupakan tanaman semak yang memiliki tinggi antara 1-3 m. Beberapa ciri dari *Desmodium rensonii* antara lain, memiliki



daun yang agak tebal dan bulat, batang tegak memiliki beberapa cabang dan cenderung berkayu. Kandungan nutrisi hijauan *Desmodium rensonii* yaitu kadar PK 19,70%, SK 34,85%, lemak 9,11%, abu 6,77% dan BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen) 29,58% (Sutrasno *et al.*, 2009). Tanaman legum *Desmodium rensonii* selain sebagai pakan ternak juga banyak dipergunakan di areal perkebunan dan pertanian yang melakukan penanaman dengan sistem teras sering, tanaman sistem lorong, tanaman sela sebagai penahan erosi, mulsa dan pupuk. Dalam pertumbuhannya, *Desmodium rensonii* terkenal toleran terhadap pemangkasan, kekeringan, dan kondisi tanah asam. Tanaman ini juga dapat tumbuh pada tanah alkali (pH tinggi) akan tetapi dapat mengakibatkan klorosis (Herdiawan dan Suherman, 2015).

Pertambahan berat biomassa tanaman pakan ternak terakumulasi sebagai hasil panen hijauan, diperoleh karena berlangsungnya pertumbuhan tanaman pada vase vegetatif. Hal ini hanya dapat terjadi apabila proses fotosintesis di organ daun berjalan normal dengan mendapatkan suplay energi dari cahaya matahari. Menurut Susilo (2015), besarnya peran daun dalam pertumbuhan tanaman inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam produksi biomassa tanaman yang disebabkan oleh perbedaan kemampuan daun. Luas daun merupakan refleksi kegiatan fotosintesis daun untuk menghasilkan sejumlah karbohidrat yang digunakan bagi pertumbuhan tanaman pakan ternak. Pada tanaman *Desmodium rensonii*, luas daun perlu diketahui nilainya secara simultan dalam periode tertentu selama fase pertumbuhan vegetatif ketika suatu tanaman harus merespon kondisi lingkungan tertentu.

Penggunaan *Leaf area meter* dapat memberikan hasil nilai luas daun yang akurat tetapi dapat merusak sistem metabolisme tanaman, karena organ daun harus dipisah dari tanamannya sehingga menghentikan proses fotosintesis tanaman dan suplai karbohidrat terputus. Sementara itu, metode yang aman adalah menggunakan model pendugaan luas daun berdasarkan pengukuran daun tanaman hidup yang masih berada di lapang. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu model persamaan regresi sebagai alat konversi yang akurat guna menghitung nilai luas daun tanaman *Desmodium rensonii* secara tidak langsung.

1.2. Rumusan Masalah

Nilai luas daun pada berbagai tahap pertumbuhan tanaman *Desmodium rensonii* terutama fase vegetatif, dibutuhkan sebagai salah satu data dalam menganalisis pola pertumbuhan tanaman sehingga harus dilakukan pengukuran tanpa memisahkan daun dengan tanamannya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan model pendugaan luas daun sebagai cara konversi parameter tertentu terhadap parameter luas daun. Oleh karena itu, perlu diketahui bagaimana akurasi model pendugaan luas daun dalam mendapatkan data luas daun berdasarkan panjang dan lebar daun maksimum, keliling daun dan berat daun.



1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan suatu model pendugaan luas daun tanaman pakan ternak *Desmodium rensonii* yang menggunakan analisis regresi berdasarkan nilai perkalian panjang dan lebar daun, keliling helai daun serta berat helai daun.

1.4. Kegunaan Penelitian

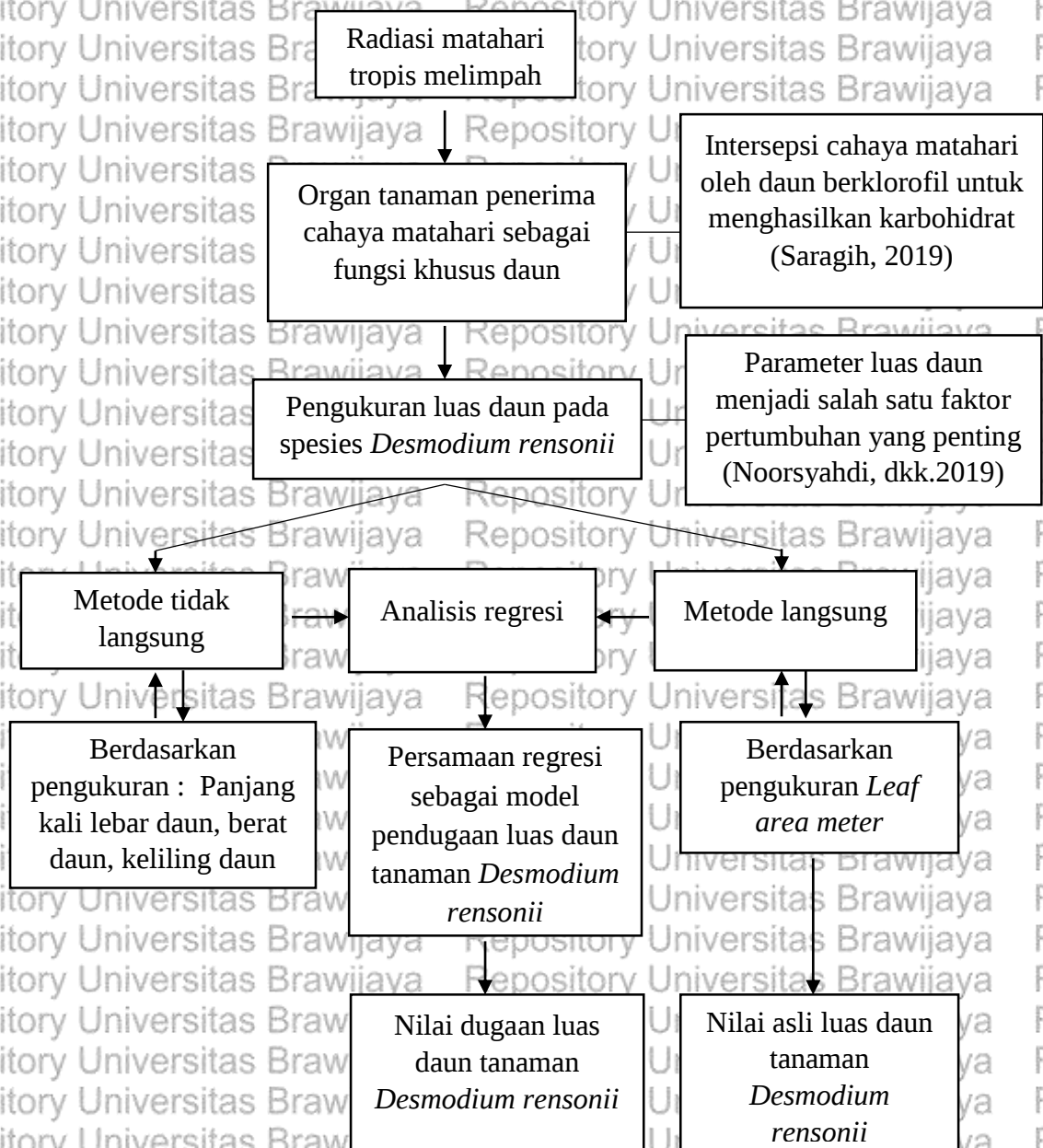
Hasil penelitian ini berupa rumus persamaan regresi yang merupakan model persamaan untuk menduga nilai luas daun tanaman *Desmodium rensonii* dalam berbagai umur tanaman untuk kepentingan analisis pertumbuhannya.

1.5. Kerangka Pikir

Lingkungan tropis merupakan zona yang berada di sekitar garis katulistiwa dengan ciri mengalami paparan radiasi cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun, sehingga dapat mengambil manfaat melimpahnya sumber energi cahaya matahari bagi tanaman untuk proses fotosintesis. Organ daun umumnya berbentuk pipih dan lebar sehingga lebih efisien dalam menangkap cahaya matahari yang diperlukan oleh proses fotosintesis. Kemampuan daun untuk menghasilkan produk fotosintat ditentukan oleh produktifitas per satuan luas daun dan total luas daun, sehingga terakumulasi sebagai biomassa tanaman. (Akorsyahdi,dkk 2019)

Luas daun sebagai salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kapasitas tanaman dalam proses fotosintesis pada sejumlah luasan daun, berfungsi untuk menangkap cahaya matahari dan fiksasi karbondioksida. Semakin luas daun sampai batas optimumnya (indeks luas daun optimum) semakin tinggi penyerapan cahaya matahari dan meningkatkan hasil fotosintesis yang didapatkan oleh tanaman. Parameter luas daun perlu diamati sebagai faktor penentu pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Haryati, S. 2008). Parameter luas daun tanaman *Desmodium rensonii* dapat diukur nilainya menggunakan dua metode yaitu metode secara langsung dan tidak langsung. Metode langsung didapat dari pengukuran dengan alat *Leaf area meter* yang hasilnya adalah nilai asli luas daun tanaman spesies *Desmodium rensonii*. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung, nilai pengukurannya berdasarkan beberapa parameter alternatif yang dikonversi sebagai nilai dugaan luas daun menggunakan suatu model persamaan regresi. Parameter alternatif berguna untuk menggantikan parameter luas daun karena dapat digunakan secara mudah dan cepat dikerjakan di lapang.

Penyusunan model pendugaan luas daun berbentuk persamaan regresi membutuhkan data variabel bebas (y) dan data variabel terikat (x). Parameter alternative dalam pengukuran daun seperti perkalian panjang dan lebar daun, keliling daun ataupun berat daun difungsikan sebagai variabel bebas (y) pada masing-masing persamaan regresi terpisah, sedang luas daun terukur *leaf area meter* sebagai variabel terikat (x) untuk semua persamaan regresi. Nilai hasil pengukuran masing-masing diolah menggunakan analisis regresi untuk menghasilkan persamaan regresi-nya, sehingga nilai dugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* dapat ditentukan.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.6. Hipotesis

Terdapat hubungan yang saling mempengaruhi antara parameter luas daun dengan beberapa parameter yang diamati yaitu berdasarkan panjang kali lebar, keliling daun atau berat daun, pada daun tanaman *Desimodium rensonii* dalam bentuk persamaan regresi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Leguminosa Sebagai Sumber Hijauan Pakan Ternak

Menurut Islami, dkk (2011), bahwa sumber daya tanaman pakan pada umumnya terdiri dari *Graminae* (rumput-rumputan) dan *Leguminosae* (kacang-kacangan), tanaman pakan merupakan kebutuhan pokok ternak ruminansia dan dibutuhkan dalam skala yang besar, sehingga perlu adanya peningkatan nilai manfaatnya untuk pakan ternak. Kandungan nutrisi hijauan sangat penting bagi ternak untuk meningkatkan produktivitas, sedangkan kontinuitas untuk selalu tersedia guna mencukupi kebutuhan pakan utama ternak ruminansia. Menurut Sirait (2017), bahwa salah satu upaya menyediakan kualitas dan kuantitas hijauan yang cukup sepanjang tahun dapat meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. Suryani dan Suarna (2018) menambahkan dibutuhkan ketersediaan hijauan pakan ternak yang berkualitas sebagai sumber pakan utama ternak ruminansia, yang selama ini perhatian terhadap tumbuhan penghasil hijauan pakan masih sangat kurang.

Leguminosa merupakan hijauan yang sudah lama dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan sebagai suplai hijauan pada saat musim kemarau. Kontinuitas ketersediaan hijauan pakan pada musim kemarau di beberapa daerah beriklim kering dapat bertahan dengan adanya budidaya tanaman legum pohon seperti kaliandra, lamtoro, gamal, flemingia dan desmodium (Herdiawan dan Suherman, 2015). Tanaman leguminosa sangat potensial sebagai sumber hijauan pakan, reproduktivitas yang tinggi memungkinkan pengembangan untuk suplementasi protein dan perbaikan asupan nutrisi lain untuk ternak (Abdullah, 2014). Kajian pengembangan dan pemanfaatan tanaman leguminosa yang sesuai dengan kondisi agroklimat spesifik lokasi dapat menunjang produktivitas leguminosa yang tinggi dan berkelanjutan guna meningkatkan kualitas pakan ternak sehingga dapat memenuhi kebutuhan hijauan pakan ternak dan tersedia sepanjang tahun (Hau dan Nuklik, 2017).

Legum adalah sekelompok tanaman yang berdaun lebar dari famili botani *Fabaceae*, *Mimosaceae* dan *Caesalpiniaceae* (Nuklik *et al.*, 2013). Menurut Reksohadiprodjo (1991), tanaman legum dibagi menjadi dua yaitu legum *annual* dan legum *perennial*, legum *annual* adalah tanaman legum yang mempunyai masa hidup kurang dari satu tahun (musiman), sedangkan legum *perennial* adalah tanaman legum yang mempunyai masa hidup lebih dari satu tahun. Menurut Prawiradwiputra *et al.*, (2006) berdasarkan sifat tumbuhnya, leguminosa dibedakan menjadi leguminosa pohon dan leguminosa menjalar. Menurut Tilman *et al.*, (1998) leguminosa merupakan salah satu suku tumbuhan *dicotyl* yang fungsinya dapat dikelompokkan menjadi 3 macam, yaitu : 1) Sebagai bahan pangan; 2) Sebagai pakan ternak; 3) Multi fungsi (pakan, pagar, palindung, penahan erosi). Leguminosa umumnya ditanam di lahan perkebunan sebagai penutup tanah atau sebagai penguat bibir dan tampungan teras di lahan-lahan yang miring, mutu leguminosa ditentukan oleh berbagai faktor, baik faktor dalam (genetik) maupun faktor luar.

Menurut Kamal (1998) daun leguminosa merupakan sumber nutrisi yang baik, tetapi batangnya mempunyai nilai nutrisi yang rendah terutama pada batang legum yang sudah dewasa. Perubahan komposisi nutrisi pada legum terjadi akibat meningkatnya proses



lignifikasi dan meningkatnya kandungan serta penurunan imbalanced (rasio) antara daun dan batang. Manurung (1996) menambahkan penggunaan hijauan leguminosa pohon sebagai sumber protein ransum mempunyai keuntungan, antara lain : 1) dapat menyediakan protein yang cukup tinggi, murah, mudah didapat dan pasokan terjamin sepanjang tahun; 2) mengandung sejumlah tanin sehingga dapat mencegah kembung dan melindungi degradasi protein yang berlebihan oleh mikroba rumen; 3) adaptasinya baik pada berbagai jenis lahan; 4) kegunaannya banyak.

Produktivitas hijauan tanaman leguminosa diharapkan mampu meningkat ditunjang oleh hasil simbiosis bakteri rizhobium yang menyebabkan terbentuknya nodul/bintil akar untuk memfiksasi nitrogen bebas dari udara sehingga dapat mensuplai kebutuhan tanaman akan unsur N (Fuskah, dkk., 2009). Menambahkan Mansyur (2008) dalam pembentukan bintil akar, bakteri rizhobium pada tanaman leguminosa memberikan cukup nitrogen sehingga tanaman akan mempunyai perakaran yang lebih besar dan produktivitas tanaman meningkat. Menurut Reksohadiprodjo (1991), daya ikat nitrogen bebas dari udara pada legum *perennial* juga lebih besar dibandingkan dengan *legume annual*, sehingga legum *perennial* dinilai dapat menyediakan hijauan makanan ternak lebih banyak dari pada legum *annual*. Menurut Fuskah, dkk (2007) bahwa tanaman leguminosa mempunyai daya adaptasi pada tanah yang miskin unsur hara dengan didukung oleh kemampuannya bersimbiosis secara mutualistik dengan bakteri rhizobium yang tumbuh di daerah perakarannya.

2.2. Tanaman *Desmodium rensonii*

Tanaman *Desmodium rensonii* atau nama lainnya (*D. cinereum*) merupakan legum pohon yang bersifat *perennial* berasal dari Filipina. Tanaman ini banyak ditanam dengan hasil baik di daerah tropis dan sub tropis, termasuk di Indonesia digunakan sebagai tanaman pakan ternak. Menurut Paduano (2003) mengatakan bahwa tingkat pertumbuhan *Desmodium rensonii* di Indonesia tropis lambat lebih tinggi ketika di potong setiap 2 bulan, daripada pada interval pemotongan yang lebih lama. Legum *Desmodium rensonii* mampu tumbuh dan berkembang pada berbagai ekosistem serta terkenal toleran terhadap pemangkasan, kekeringan, dan kondisi tanah asam. Fungsi utama legum *Desmodium rensonii* sebagai hijauan pakan ternak dan banyak dimanfaatkan diantaranya sebagai tanaman yang mampu memfiksasi nitrogen sehingga dapat tumbuh pada tanah miskin hara, sebagai penutup tanah, pembatas atau tanaman pagar, dan sebagai kontur yang dapat mencegah erosi (Mayulu, 2020). *Desmodium rensonii* merupakan legum pohon yang dapat berbunga, berbiji serta dapat dipakai sebagai tanaman campuran dengan berbagai jenis tanaman rumput maupun sebagai tanaman pagar pada padang penggembalaan. Tanaman legum pohon memberikan banyak manfaat bagi pertanian yaitu melalui kontribusinya sebagai produktivitas sistem pertanian, sumber hijauan pakan ternak, dan perlindungan terhadap lingkungan (Roshetkoel 1996).



Klasifikasi tanaman *Desmodium rensonii* adalah sebagai berikut :

Famili : Fabaceae, Leguminosae
 Subfamili : Faboideae
 Genus : *Desmodium*
 Suku : Desmodieae
 Subtribe : Desmodiinae, Papilionaceae
 Species : *Desmodium rensonii*



Gambar 2. Dokumentasi tanaman *Desmodium rensonii*

Desmodium rensonii merupakan spesies tanaman daerah dataran rendah tropis yang dapat tumbuh dari ketinggian 0 – 1000 m dpl, tidak tahan pada suhu beku sehingga memerlukan suhu rata-rata tahunan 20°C (Cook *et al.*, 2005). Legum ini memiliki daun trifoliat (berhelai tiga) yang berbentuk bulat sedikit tajam pada bagian ujungnya, daun ditutupi oleh bulu halus, bunga berwarna ungu, putih, kuning dan dapat tumbuh tegak sampai ketinggian 1-3 m dari permukaan tanah dan cenderung berkayu. Sumarto, dkk (2004) menyatakan bahwa tanaman legum ini berumur pendek sekitar 2-3 tahun, tumbuh tegak berbentuk semak-semak, batang tegak memiliki beberapa cabang dengan ketinggian 1-3 m dan cenderung berkayu. Tanaman *Desmodium rensonii* memiliki sejumlah bunga yang mampu menghasilkan produksi biji tinggi, tanaman dapat berbunga dan menghasilkan biji pada umur 7 bulan setelah tanam. Biji kecil dan keras, bentuk bijinya bulat pipih, pada awal tumbuh biji berwarna hijau kemudian berubah kuning kecoklatan dan menjadi coklat tua setelah mencapai kematangan dengan jumlah biji yang dihasilkan mencapai 500.000 biji/kg (Roshetko, 1995), Cook, *et al.* (2005) menambahkan bahwa biji *Desmodium rensonii* akan berkecambah dengan cepat sekitar 3-4 hari setelah penanaman, tanpa skarifikasi. Menurut Maluyu (2020) mengatakan bahwa produksi segar rata-rata pada interval pemotongan 12 minggu, dengan intensitas pemotongan 75 cm diperoleh hasil tertinggi 715,5 g/tanaman, produksi berat kering pada interval pemanenan 4 dan 8 minggu sebesar 4,23 ton/ha/tahun dan 6,54 ton/ha/tahun, serta interval pemanenan 12 minggu sebesar 8,03 ton/ha/tahun. Kandungan nutrisi hijauan *Desmodium rensonii* yaitu kadar PK 19,70%, SK 34,85%, lemak 9,11%, abu 6,77% dan BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen) 29,58% (Sutrasno *et al.*, 2009).

2.3. Morfologi dan Peranan Daun

Organ daun merupakan bagian penting pada tanaman, tempat melekatnya daun pada batang disebut juga dengan buku-buku (nodus), dan tempat diatas daun yang merupakan sudut antara batang dan daun dinamakan ketiak daun (axilla). Daun dibedakan menjadi 2 yaitu, daun tunggal dan daun majemuk, daun tunggal hanya memiliki satu helaian pada tangkai daunnya, sedangkan daun majemuk terdiri dari banyak daun pada tangkai cabang. Atas dasar konfigurasi helainya, daun dapat dibedakan menjadi daun tunggal dan daun majemuk, daun majemuk adalah daun yang dimana helainya disusun oleh sejumlah bagian-bagian yang terpisah yang berbentuk seperti daun yang disebut (leaflet) anak daun (Latifa, 2015). Hadisunarso (2014), menambahkan bahwa daun



majemuk adalah daun yang setiap tangkainya mempunyai dua atau lebih anak daun, dan seperti pada tanaman *Desmodium rensonii* merupakan majemuk beranak tiga (trifoliate).

Sumber utama keanekaragaman bentuk tanaman adalah keragaman bentuk dan daun. pembentukan daun dimulai dari beberapa sel yang menjepit meristem pucuk atau *Shoot Apical Meristem* (SAM) untuk berkembang menjadi struktur tiga dimensi yang kompleks.. Organogenesis daun bergantung pada aktivitas beberapa macam meristem yang terbentuk dan dibedakan secara spasial setelah permulaan primordia daun. (Ichihashi and Hirokazu, 2015). Daun yang baru berkembang dari primordial daun, terbentuk di meristem apeks (pucuk) pada bagian panggul sedangkan primordial daun sebelumnya (yang lebih tua) telah melebar secara progresif, sebagai akibat aktivitas meristem di dalam daun itu sendiri. Primordial daun pada tumbuhan dikotil biasanya terbentuk pada sebagian kecil dari diameter meristem apeks pucuk, sedangkan pada tumbuhan monokotil, primordial daun terbentuk dan berkembang pada sekeliling meristem apeks pucuk. Daun dikotil yang masih sangat muda tampak berbentuk seperti pasak, sedangkan daun monokotil tampak seperti kerah baju yang menutupi seluruh apek pucuk (Yanto, dkk., 2010).

Daun mempertahankan meristemnya dengan aktivitas yang terkendali mengarahkan pada proses perkembangan jaringan daun yang kompleks perkembangan jaringan daun. Daun menunjukkan pertumbuhan khusus, yaitu pertumbuhan dan perkembangan yang terbatas (*determinate*) dengan berhentinya pembelahan sel setelah jangka waktu tertentu (Ichihashi and Hirokazu, 2015). Daun berkembang ukurannya secara berangsur-angsur hingga mencapai ukuran dan bentuk tertentu akibat aktifitas diferensial dari meristem daun. Perpanjangan daun terjadi sebagai akibat aktifitas meristem interkalar sedangkan pelebaran daun terjadi bila meristem tepi daun aktif melakukan pembelahan sel. Aktifitas meristem tepi yang terbatas pada bagian tertentu membentuk daun yang berbagi menyirip atau majemuk menyirip. Pengorganisasian aktivitas meristem daun merupakan dasar bagi terbentuknya basal daun, ujung daun, tepi daun dan bentuk geometri daun yang berbeda-beda (Yanto, dkk., 2010).

Menurut Trimble (2019), daun adalah bagian ekofisiologis utama dari tanaman yang berinteraksi dengan atmosfer dan berfungsi dalam:

1. Menerima cahaya yang diperlukan untuk proses fotosintesis,
2. Menyerap dan mengasimilasi karbon dioksida,
3. Menjadi tempat hilangnya uap air selama evapotranspirasi, yang membantu membangun tekanan untuk menyerap air dari tanah,
4. Mengeluarkan oksigen yang terbentuk sebagai produk sampingan fotosintesis,
5. Menghalangi curahan air hujan dan menyalurkannya ke cabang, batang, dan secara bertahap ke akar,
6. Mengatasi dampak angin.

Bentuk daun memiliki konsekuensi langsung pada efisiensi penangkapan cahaya, fiksasi karbon fotosintetik dan pertukaran gas. Daun dirancang dan disesuaikan untuk memungkinkan terjadinya fotosintesis dengan menangkap sebanyak mungkin energi cahaya dari matahari dan dilengkapi stomata yang memungkinkan penyerapan karbon dioksida dan pelepasan oksigen maupun uap air (Chitwood *et al.* 2012). Cahaya menjadi

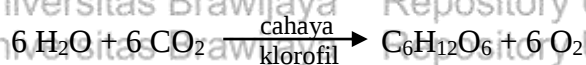


salah satu variabel terpenting diantara berbagai faktor lingkungan, yang mempengaruhi tanaman dalam fotosintesis serta pertumbuhan dan perkembangannya. Tanaman membutuhkan cahaya tidak hanya sebagai sumber energi tetapi juga sebagai petunjuk untuk menyesuaikan perkembangannya dengan kondisi lingkungan (Yavari *et al.*, 2021). Evolusi daun telah mengembangkan suatu struktur yang dapat mengantisipasi kondisi lingkungan yang ekstrim namun juga efektif dalam penyerapan cahaya dan cepat dalam pengambilan CO₂ untuk fotosintesis. Pada umumnya daun tanaman mempunyai permukaan luar yang luas dan datar, lapisan pelindung atas dan bawah, banyak stomata per satuan luas, permukaan dalam yang luas dan rongga udara yang saling berhubungan, sejumlah besar kloroplas dalam setiap sel dan hubungan yang erat antara ikatan pembuluh dengan sel-sel fotosintesis (Gardner *et al.*, 1991).

Di dalam daun terdapat lapisan sel mesofil yang mengandung setengah juga kloroplas setiap milimeter persegi merupakan organel sel tempat klorofil berada. Pigmen klorofil berfungsi menyerap cahaya sebagai sumber energi dalam fotosintesis dan memberi warna hijau pada daun (Wiraatmaja, 2017). Klorofil sebagai faktor utama dalam mempengaruhi fotosintesis, terdapat dalam kloroplas yakni suatu organel sel daun pada tanaman (Nio dan Banyo, 2011). Menurut Noi dan Banyo (2011), mengatakan bahwa klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan cara menyerap dan mengubah cahaya matahari menjadi energi kimia dan karbohidrat (glukosa) yang diwujudkan dalam bentuk bahan kering, sehingga perkembangan daun dapat digunakan sebagai parameter analisis pertumbuhan tanaman. Besarnya peran daun dalam pertumbuhan tanaman menyebabkan terjadinya perbedaan dalam produksi biomassa tanaman akibat perbedaan kemampuan daun menghasilkan karbon reduksi untuk biomassa tanaman. (Susilo, 2015).

Morfologi daun yang tipis, ideal untuk pertukaran gas dan penangkapan cahaya, dengan beberapa lapis sel dan pelindung permukaan untuk antisipasi kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Gardner *et al.*, (1991). Permukaan daun yang luas dan datar memungkinkan untuk menangkap cahaya matahari semaksimal mungkin dan memperpendek jarak tempuh CO₂ dari permukaan daun ke kloroplas. Sebagian besar pertukaran gas dalam daun terjadi melalui stomata yang jumlahnya berkisar 12-281 tiap mm² sehingga memungkinkan difusi CO₂ secara maksimum ketika stomata terbuka. Sedangkan epidermis difungsikan sebagai penghalang pertukaran gas dan penguapan air berlebihan karena sel epidermis diliputi oleh lapisan lilin (kutikula), tetapi keduanya hampir transparan maka masih memungkinkan ditembus cahaya matahari.

Menurut Wiraatmaja, dkk. (2017), mengatakan dengan berbagai spesifikasinya, maka daun dapat berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis yang mereaksikan air dan karbon dioksida menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan cahaya matahari, seperti pada reaksi berikut.



Fotosintesis merupakan proses yang terdiri dari dua mekanisme yaitu *reaksi terang* dan siklus Calvin (*reaksi gelap*). Reaksi terang mengubah energi matahari menjadi energi kimiawi. Cahaya menggerakkan transfer elektron dan hidrogen dari air ke penerima



(aseptor) NADP⁺ (*nikotinamida adenin dinukleotida fosfat*) yang tereduksi menjadi NADPH yaitu menyimpan elektron berenergi sementara waktu dan melepas O₂ sebagai produk samping dari air yang terurai. Menurut Lukitasari, (2015) reaksi terang juga menghasilkan ATP dari pemberian tenaga dengan penambahan gugus fosfat pada ADP, melalui proses *fotofosforilasi*. Siklus Calvin diawali dengan pemasukan CO₂ udara ke molekul organik dalam khloroplas sebagai *fiksasi karbon*. Reduksi karbon terfiksasi menjadi karbohidrat akibat penambahan electron adalah berupa gula berkarbon tiga atau *gliseraldehid 3-fosfat* (G3P) pada tanaman C3 sedang pada tanaman C4 sebelum siklus calvin telah membentuk senyawa berkarbon empat (asam oksaloasetat) sebagai produk pertamanya.

Selain menunjukkan respons fisiologis dan fotosintetik terhadap kualitas cahaya yang diterima, tanaman juga mengaktifkan induksi mekanisme antioksidan untuk mengatasi radikal bebas endogen (senyawa oksigen reaktif) akibat stres pencahayaan sehingga dapat meningkatkan toleransinya (Yavari *et al.*, 2021). Jumlah dan ukuran daun dipengaruhi oleh genotip dan lingkungannya. Posisi daun pada tanaman, terutama yang dipengaruhi genotip, juga mempunyai pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan daun, dimensi akhir dan kapasitas untuk merespon kondisi lingkungan yang lebih baik. Menurut Gardner *et al.*, (1991) panjang, lebar dan luas daun pada masing-masing daun pada suatu tanaman, umumnya meningkat berangsur-angsur menurut *ontogeny* sampai ke suatu titik kemudian pada spesies tertentu menurun perlahan-lahan menurut *ontogeny*, sehingga daun terbesar terletak dekat dengan pusat tanaman. Menambahkan Witariadi dan Candraasih (2018), hasil dari fotosintesis yang di hasilkan berupa karbohidrat dan protein akan disebarkan keseluruh bagian tanaman, sehingga berat kering daun dan batang meningkat.

Menurut Salisbury dan Ross (1995), tanaman yang ternaungi memiliki daun tunggal dengan bentuk lebih lebar dan tipis dibandingkan dengan daun tunggal tanaman yang tidak ternaungi. Daun bagian atas yang kaya cahaya cenderung lebih kecil dan lebih melengkung daripada daun bagian bawah untuk memfasilitasi hilangnya panas. Pertambahan luas daun tergantung pada posisi daun dan lingkungan, sedangkan ukuran daun yang membesar berkorelasi dengan peningkatan jumlah sel. Dalam lingkungan yang tetap, ukuran akhir dari organ tumbuhan, seperti daun dan bunga, dikontrol secara ketat oleh faktor genetik melalui pembelahan sel dan perluasan sel. Pembelahan sel biasanya terjadi bersamaan dengan ekspansi sel untuk mempertahankan homeostasis ukuran sel (Gonzalez, *et al.*, 2010).

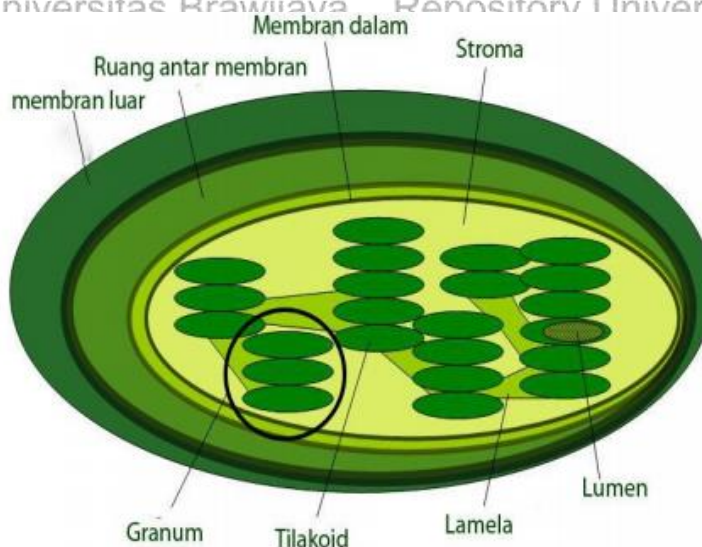
2.4. Kloroplas dan Bagian-bagiannya

Menurut Palennari, dkk. (2016) kloroplas adalah salah satu bentuk plastida dalam sitoplasma sel tanaman yang menjadi tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Daun merupakan tempat utama fotosintesis tumbuhan hijau, lebih tepatnya di sel tumbuhan yang bernama kloroplas yang banyak mengandung klorofil. Menambahkan Noi (2011), fotosintesis adalah proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik pada tumbuhan berpigmen dengan bantuan energi cahaya matahari akan menghasilkan karbohidrat dan melepaskan oksigen. Kloroplas memiliki bentuk yang sedikit lonjong dan dibatasi oleh dua membran, yakni membran luar yang kontinyu dan relatif rata sedangkan



membran dalam (membran internal) mempunyai banyak lipatan dan tonjolan. Membran-membran internal yang tersusun berupa kantong-kantong tipis, mengandung enzim-enzim lengkap untuk proses reaksi terang fotosintesis disebut tilakoid yang menumpuk satu dengan yang lainnya membentuk struktur yang disebut grana/granum. Di sela-sela kompleks membran berisi matriks homogen disebut stroma sebagai tempat reaksi gelap fotosintesis yang mengandung enzim-enzim penting untuk asimilasi CO₂ menjadi karbohidrat.

Pada tilakoid terdapat klorofil, pembawa elektron dan faktor yang menggandeng transport elektron pada fosforilasi. Klorofil merupakan komponen utama lemak terdiri atas 20% total lemak membran tilakoid yang besarnya 50% dari seluruh berat membran tilakoid. Berbagai partikel yang sering ditemukan dalam stroma adalah DNA, ribosom, amilum dan plastoglobulin (Sumadi dan Aditya, 2007). Pada bagian tilakoid memiliki struktur globular yang dikenal sebagai *Quantasome*, yang berfungsi sebagai pemanen cahaya. *Quantasome* terdiri dari kumpulan pigmen klorofil a dan klorofil lain (seperti molekul klorofil b pada tanaman tingkat tinggi dan molekul klorofil c/d/e pada alga) serta pigmen fotosintesis lain yang berbeda (seperti *carotenoid*, *xantofil*, *phycobillin*). *Quantasome* dapat dikatakan sebagai unit fotosintesis yang terdiri dari 2 ukuran yaitu *quantasome* yang lebih kecil adalah sebagai fotosistem I dan yang lebih besar sebagai fotosistem II (Ball, *et al.* 1994).



Gambar 3. Struktur dan Bagian Kloroplas (Noi dan Banyo, 2011)

2.5. Luas Daun dan Produksi Hijauan

Luas daun adalah salah satu variabel untuk mengetahui pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian teknik budidaya, fisiologi tanaman dan analisis pertumbuhan tanaman sering kali memerlukan pengukuran luas daun total agar dapat menghitung indeks luas daun, yang sangat erat hubungannya dengan laju pertumbuhan tanaman (Saragih, 2019). Pertumbuhan tanaman merupakan salah satu proses peningkatan tumbuh yang dapat dilihat dengan mengamati pertumbuhan daun. Indeks luas daun, dan laju



fotosintesis merupakan parameter pertumbuhan tanaman yang berkaitan erat dengan luas daun. daun merupakan organ penting tanaman yang berperan sebagai proses fotosintesis, respirasi dan transpirasi, karena merupakan pembentukan senyawa-senyawa sekunder maupun primer (Susanti dan Safrina, 2018). Karbon (C) yang difiksasi dalam fotosintesis dipartisi, antara lain dalam sintesis sukrosa untuk segera digunakan dan ditranspor, serta sintesis pati untuk memasok C tereduksi yang digunakan dalam respirasi malam hari. Berkurangnya karbon tanaman adalah untuk mendukung pemeliharaan respirasi dengan sisa C tersedia untuk pertumbuhan. Respirasi merupakan penggunaan karbon sebagai penyedia energi dalam mengubah C yang tersisa menjadi biomassa baru (Weraduwege, *et al.*, 2015).

Luas daun dinyatakan sebagai luas daun total pertanaman dan daun merupakan organ tanaman sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis yang sering digunakan sebagai parameter pertumbuhan tanaman (Slamet dkk., 2013). Menambahkan Manuhuttu dkk., (2014), semakin besar luas daun maka semakin berkualitas suatu tanaman, dengan luas daun yang tinggi maka cahaya matahari akan lebih mudah diterima oleh daun dengan baik, parameter luas daun ini dapat memberi gambaran tentang proses dan laju fotosintesis pada suatu tanaman. Pertumbuhan biomassa daun total pada tanaman adalah jumlah pertambahan biomassa untuk pertumbuhan luas daun dan penebalan daun. Tanaman mengelola cadangan terbatasnya untuk memprioritaskan pertumbuhan berbagai organ pada fase pertumbuhan yang berbeda, termasuk mengoptimalkan untuk 88% biomassa tanaman terdiri dari biomassa daun selama fase vegetatif. Pada tahap ini biomassa daun dapat memberikan perkiraan biomassa tanaman yang cukup akurat. Namun, saat tanaman mencapai kematangan reproduktif, lebih banyak karbohidrat dialokasikan untuk pertumbuhan bunga (Weraduwege, *et al.*, 2015). Menambahkan Setiawati dkk., (2016) seiring dengan bertambahnya umur daun maka kandungan klorofil dan luas daun meningkat, tetapi semakin tua umur daun maka proses fotosintesisnya akan semakin berkurang sehingga menyebabkan kerusakan pada klorofil walaupun luas daunnya semakin meningkat.

Morfologi dan fisiologi daun dikoordinasikan dengan perbedaan penggunaan sumber daya pada setiap tahap pertumbuhan. Prioritas penggunaan sumber daya untuk organ daun secara bertahap bergeser dari peningkatan kinerja fotosintesis kepada tujuan pertahanan terhadap kerusakan akibat herbivora dan mekanis (Ishida, *et al.*, 2005). Menurut Coley, *et al.* (2002) pada tanaman dewasa terdapat karbon dalam jumlah berlebih, sehingga lebih banyak karbon dapat dimetabolisme untuk menghasilkan dinding sel yang tebal. Mekanisme lain pada spesies tanaman yang bersimbiosis dengan semut, pada daunnya terdapat nektar yang menarik semut, dan semut menyerang herbivora seperti belalang pemakan daun tetapi tidak memiliki pertahanan kimiawi daun yang efektif terhadap herbivora (Fiala *et al.*, 1989). Sedangkan tanaman yang tidak memiliki asosiasi tumbuhan-semut, efektifitas pertahanannya dapat berasal dari kandungan kimiawi daun (Nomura *et al.*, 2000).

Perkiraan peningkatan kadar CO₂ atmosfer di masa depan mendapatkan respon yang hampir sama dari tanaman, dengan peningkatan biomassa daun, luas dan indeks luas daun (*Leaf Area Index/LAI*) (Ainsworth and Long, 2005). Berbagai kultivar tanaman menghasilkan lebih banyak daun daripada yang seharusnya dibutuhkan dalam



memaksimalkan hasil fotosintesis, yaitu sebagai total luas daun supra-optimal pada kondisi CO₂ yang meningkat. Akibatnya, sebagian besar daun ternaungi, sedemikian rupa sehingga hanya dapat melakukan sedikit fotosintesis dan menjadi beban respirasi tanaman yang mengurangi cadangan karbohidrat (Drewry *et al.*, 2010)

2.6. Pengukuran Luas Daun

Efisiensi penggunaan cahaya merupakan komponen penentu pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dihubungkan dengan produksi akumulasi biomassa dari intersepsi cahaya (Pembengo dkk., 2012). Intensitas cahaya yang terlalu rendah akan membatasi fotosintesis dan menyebabkan cadangan makanan cenderung lebih banyak dipakai daripada disimpan. Pada intensitas cahaya yang tinggi kelembaban udara berkurang, sehingga proses transpirasi berlangsung lebih cepat. Substrat yang digunakan untuk membentuk bahan baru tanaman yang sebagian besar adalah karbohidrat, diperoleh dari proses fotosintesis pada organ yaitu daun. Kemampuan daun untuk menghasilkan produk fotosintat ditentukan oleh produktifitas per satuan luas daun dan total luas daun (Haryanti, 2008). Pengukuran luas daun sangat penting untuk mengetahui laju pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman, tetapi dalam pengukurannya masih membutuhkan suatu cara agar mendapatkan hasil pengukuran yang akurat, terlebih cara mengukur luas dengan cara yang sudah ada masih membutuhkan banyak waktu dan dirasa kurang praktis (Wiguna, 2018). Secara umum pengukuran luas daun menggunakan alat *Leaf Area Meter*, namun harus menggunakan metode pemotongan pada daun serta membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup banyak (Nabila dan Ardiarini, 2018). Pengukuran luas daun juga dapat dilakukan dengan kertas grafik milimeter, namun tidak praktis dan memerlukan banyak waktu. Solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan cara membuat sistem pengukuran luas daun yang cepat dan akurat. Sutoro dan Setyowati (2014), pendugaan luas daun dapat dilakukan dengan cara menggunakan peubah panjang dan lebar daun tanpa harus memotong daun dari tanaman dan lebih praktis dibandingkan dengan menggunakan alat *Leaf Area Meter*.

Pengukuran luas daun dengan tidak harus memotong daun merupakan teknik pengukuran yang lebih tepat karena tanaman tidak rusak dan pengukuran cepat serta tidak mensyaratkan peralatan yang mungkin sulit tersediannya, pengukuran luas daun dengan cara tidak memotong daun (non destruksi) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan atau rumus (Irwan dan Wicaksono, 2017). Faktor yang penting untuk diperhatikan dalam pengukuran luas daun adalah ketepatan hasil pengukuran dan kecepatan pengukuran. Menambahkan Susilo (2015), salah satu teknik pengukuran luas daun yang disarankan menggunakan metode panjang kali lebar, metode ini dilakukan dengan cara non destruksi, cepat dan relatif lebih mudah dilakukan di lapang. Apabila pengukuran harus dilakukan dengan cara memetik daun, maka tanaman mengalami kerusakan daun. Daun tersebut kemudian diukur dengan menggunakan alat *Leaf area meter*. Sebaliknya pengukuran dengan tanpa memetik daun, maka tanaman akan tetap tumbuh baik karena daun-daun tidak berkurang atau bahkan mengalami kerusakan. Pengukuran luas daun dengan tanpa memetik daun dari tanaman, maka perlu dilakukan pengkajian tingkat ketelitian penggunaan metode persamaan atau rumus (Usman dkk., 2018).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari, Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Malang, Jawa timur. Ketinggian tempat ± 800 m d.p.l dengan curah hujan rata-rata 349 mm/tahun dan rata-rata suhu $16-22^{\circ}\text{C}$. Waktu pelaksanaan penelitian bulan September sampai Oktober 2020.

3.2. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sejumlah 10 pohon tanaman *Desmodium rensonii* yang tumbuh di kebun koleksi hijauan makanan ternak Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari.

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 30 tangkai daun yang terdiri dari 3 anak daun tiap tangkainya, yang masing-masing diambil 3 tangkai daun dari setiap 1 pohon, dengan jumlah total 10 pohon *Desmodium rensonii*.

3.2.2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari alat untuk pengambilan dan pengukuran daun yaitu gunting, penggaris, kawat, mikrometer, timbangan digital dengan ketelitian 0.01, alat tulis dan *Leaf Area Meter* (LAM).

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode studi kasus, dengan mengambil 30 tangkai daun yang terdiri dari 3 anak daun yang telah dewasa dengan bentuk daun normal, sejumlah 10 pohon *Desmodium rensonii* yang diameter batangnya mencapai >5 cm yang tumbuh di area yang bebas naungan atau mendapat cahaya matahari langsung.

3.4. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap 30 sampel daun tanaman *Desmodium rensonii* yang masing-masing mempunyai 3 helai anak daun di kebun koleksi hijauan makanan ternak Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah :

1. Panjang dan lebar daun; diukur dengan penggaris panjang maksimal dan lebar maksimal tiap anak daun (cm)
2. Berat daun; ditimbang tiap anak daun (gram)
3. Keliling daun; diukur keliling tiap anak daun menggunakan kawat, kemudian diukur panjang kawat dengan penggaris (cm)
4. Luas daun berdasarkan pengukuran menggunakan alat *Leaf Area Meter* (LAM) (cm^2)



3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari 4 (empat) parameter yaitu perkalian panjang dan lebar daun, berat daun, keliling daun dan luas daun dilakukan analisis regresi dengan bantuan program komputer *Minitab-15*.

Rumus regresi digunakan untuk membuat model persamaan menurut Yuliara (2016) adalah sebagai berikut :

$$y = a + bx$$

Keterangan :

y = variabel terikat (*dependent variable*)

x = variabel bebas (*independent variable*)

b = koefisien regresi

a = nilai konstanta

Sedangkan nilai konstanta a dan nilai konstanta b dihitung dengan cara :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X)^2}$$

dimana n = jumlah data

Selanjutnya dilakukan uji t untuk mengetahui tingkat signifikansi (α) = 5% terhadap hipotesis yang diajukan, yaitu :

$H_0 : \beta = 0$; variabel X tidak berpengaruh signifikan/nyata terhadap Y

$H_1 : \beta \neq 0$; variabel X berpengaruh signifikan/nyata terhadap Y

Nilai t dihitung berdasarkan rumus :

$$t_{hit} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Uji nilai t hitung memiliki kriteria, yakni :

- Apabila nilai $t_{hit} < t_{tab}$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak
- Apabila nilai $t_{hit} > t_{tab}$, maka H_0 ditolak, H_1 diterima

3.6. Batasan Istilah

Leaf Area Meter : Alat yang digunakan untuk mengukur luas daun

Hijauan : Seluruh bagian tanaman (batang dan daun) yang dipanen untuk digunakan sebagai pakan ternak



Panjang Daun : Panjang daun yang diukur dari pangkal daun/anak daun sampai atas daun/anak daun

Lebar Daun : Lebar daun yang diukur dari ujung paling lebar

Berat Daun : Bobot tiap anak daun yang ditimbang

Keliling Daun : Panjang daun yang diukur dari ujung tepian daun sampai bertemu ujung kembali

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perhitungan Persamaan Regresi

Pemilihan model merupakan hal yang penting untuk mengetahui ukuran luas daun tanaman. Pengukuran luas daun tentunya keakuratan dan kecepatan pengukuran sangat penting dilakukan tergantung pada alat dan metode pengukuran yang dilakukan (Irwan dan Wicaksono, 2017). Pendugaan luas daun dengan menggunakan model persamaan regresi melalui variabel pengukuran pada tanaman tertentu menghasilkan keakuratan yang berbeda. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap keakuratan model persamaan regresi linier dari ketiga (3) variabel pengukuran yang berbeda, yang dibandingkan dengan luas daun yang diukur menggunakan alat *Leaf Area Meter* menghasilkan keakuratan yang berbeda beda. Nilai rata-rata dari pengukuran anak daun yang diambil dari 30 daun tanaman *Desmodium rensonii* yang diambil seperti yang disajikan pada Tabel 1. Hasil persamaan regresi $(y) = 13,3 + 0,599 (x)$ dimana x merupakan variabel panjang dan lebar maksimal anak daun satu 29,1106, anak daun dua 37,0933 dan anak daun ketiga 28,9746. Hasil persamaan regresi $(y) = 13,2 + 1,11 (x)$ dimana x merupakan variabel keliling daun pada anak daun satu 31,0414, anak daun dua 37,7676 dan anak daun tiga 31,0044. Hasil persamaan regresi $(y) = 31,9 + 202 (x)$ dimana x merupakan variabel berat daun pada anak daun satu 42,3353, anak daun dua 51,8986 dan anak daun tiga 41,5960.

Tabel 1. Rata-rata hasil perhitungan variabel penelitian berdasarkan panjang, kali lebar, keliling, dan berat daun.

Variabel	Anak daun	Rata-rata	Standart deviasi (σ)
Panjang x lebar (cm^2)	1	29,1106	3,9184
	2	37,0933	3,9217
	3	28,9746	4,1258
Keliling (cm)	1	31,0414	1,9852
	2	37,7676	2,2875
	3	31,0044	1,6231
Berat (gr)	1	42,3353	3,9758
	2	51,8986	3,9498
	3	41,5960	3,7028
<i>Leaf Area Meter</i> (cm^2)	1	20,6333	5,0059
	2	30,5889	6,3912
	3	19,9333	4,2082

Secara garis besar ketiga (3) variabel pengukuran dapat digunakan dalam menduga luas daun menggunakan model regresi linier. Hasil pendugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* menggunakan variabel panjang maksimal dan lebar maksimal daun menghasilkan keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan keliling dan berat daun. Model pendugaan luas daun dengan menggunakan peubah panjang dan maksimal daun merupakan cara yang cepat dan memberikan keakuratan (Erdogan, 2012).



Metode panjang dan lebar maksimal daun lebih mudah di digunakan tanpa merusak tanaman (non-destruktif), sedangkan menggunakan metode keliling dan berat daun dalam pengukurannya mengharuskan pengambilan daun tanaman sehingga dapat mengalami kerusakan pada tanaman (destruktif). Menurut Ardiarini dan Nabila (2018) pendugaan luas daun menggunakan panjang dan lebar tanpa merusak daun dapat digunakan secara berkelanjutan dari tanaman yang sama dari waktu ke waktu dan dapat mengurangi variabilitas dalam percobaan dibanding dengan pengambilan daun dengan cara memetik. Menambahkan Sutoro dan Setyowati (2014), pendugaan luas daun dapat dilakukan dengan cara menggunakan dua peubah panjang dan lebar maksimal daun tanpa harus memotong daun dari tanaman dan lebih praktis dibandingkan dengan metode keliling dan berat daun. Pengukuran luas daun menggunakan ketiga (3) variabel berbeda pada metode regresi linier menunjukan bahwa luas anak daun pada tanaman *Desmodium rensonii* yang memiliki bentuk daun trifoliat bervariasi tergantung dari variabel yang digunakan, meskipun sampel anak daun yang digunakan sama. Pengukuran menggunakan variabel yang berbeda dalam model regresi linier menghasilkan pola luas daun yang sama. Hasil persamaan regresi menunjukan bahwa ukuran helai daun yang lebih besar diperoleh pada percabangan tengah atau anak daun kedua, sedangkan ukuran daun yang lebih kecil diperoleh dari percabangan pertama anak daun satu dan dua. Irwan dan Wicaksono (2017) mengatakan bahwa ukuran daun yang lebih kecil biasanya diperoleh pada percabangan yang terletak dibawah, sedangkan daun yang berada ditengah biasanya lebih besar.

4.2. Interkorelasi Pada Variabel Bebas (Parameter Panjang x Lebar Daun, Keliling daun dan Berat Daun) Helai Daun Tanaman *Desmodium rensonii*

Hasil perhitungan berdasarkan analisis korelasi terhadap 30 tangkai daun sampel tanaman *Desmodium rensonii* diperoleh adanya nilai korelasi positif (0 s/d 1) antar masing-masing variabel bebas (*independent/predictor*), yang dalam penelitian ini teramat sebagai beberapa parameter pada organ daun yaitu panjang x lebar daun dengan keliling daun maupun dengan berat daun (Tabel 2). Korelasi antara panjang x lebar daun dengan keliling daun menunjukan nilai yang tinggi (>0.8), sedangkan korelasi antara panjang x lebar daun dan keliling daun dengan berat daun menunjukkan < 0.8 .

Tabel 2. Uji Interkorelasi pada variabel bebas (parameter panjang x lebar daun, keliling daun, dan berat daun)

Interkorelasi	Nilai	Kriteria
Panjang x Lebar dengan Keliling Daun	$0,835 > 0,8$	Multikolineritas
Panjang x Lebar dengan Berat Daun	$0,716 < 0,8$	Non Multikolineritas
Keliling dengan Berat Daun	$0,478 < 0,8$	Non Multikolineritas

Berdasarkan hasil dari Uji Interkorelasi di atas, diketahui bahwa terdapat interkorelasi dan korelasi yang kuat antara variabel panjang x lebar dengan keliling daun > 0.8 . Hal ini menunjukan adanya multikolinearitas sehingga tepat apabila menggunakan model regresi sederhana, dan tidak memenuhi syarat untuk menggunakan model regresi linier berganda. Ghozali (2016) menyatakan bahwa pengujian multikolinearitas bertujuan



untuk mengetahui apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel *independent* atau variabel bebas. Multikolinearitas merupakan keadaan terdapatnya interkorelasi atau korelasi kuat antar variabel bebas di dalam model regresi. Dinyatakan ada interkorelasi jika korelasi antar variabel bebas di dalam model regresi linear berganda > 0.8 sehingga syarat untuk mendapatkan model yang baik dalam analisis regresi linier berganda tidak mungkin terpenuhi. Sedangkan, pada variabel panjang x lebar dan keliling daun terhadap variabel berat daun memiliki nilai korelasi < 0.8 yang artinya tidak terdapat interkorelasi kuat sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan persamaan regresi linear berganda. Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa pengukuran menggunakan parameter berat daun tidak memungkinkan untuk digunakan sebagai model pendugaan luas daun dikarenakan harus menggunakan cara destruktif (memetik daun). Pendugaan luas daun yang dilakukan dengan cara destruktif merupakan teknik pengukuran yang kurang tepat karena merusak tanaman dan pengukuran tidak dapat dilakukan dengan cepat serta mensyaratkan peralatan tertentu (Irwan dan Wicaksono, 2017).

Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut, bahwa organ daun pada tanaman legum *Desmodium rensonii* memiliki bentuk geometris 3 dimensi yaitu berdasarkan ketebalan dan panjang serta lebarnya, tetapi dapat diamati melalui pendekatan pengukuran 2 dimensi ataupun 3 dimensi. Pada parameter panjang x lebar daun dan keliling daun merupakan pengukuran 2 dimensi pada area permukaan daun sehingga memiliki hubungan kuat, sedangkan hanya pengukuran berat daun yang merupakan pengukuran 3 dimensi karena di dalamnya telah memasukkan dimensi ketebalan daun sehingga korelasinya dengan parameter 2 dimensi menjadi lemah. Selain itu, parameter berat daun merupakan hasil akumulasi pertumbuhan organ daun pada semua tanaman termasuk tanaman *Desmodium rensonii* sehingga lebih sesuai dijadikan sebagai variabel terikat.

Weraduwege, *et al.* (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan biomassa daun total pada tanaman merupakan akumulasi pertambahan biomassa untuk pertumbuhan luas daun dan penebalan daun selama fase vegetatif, yang menurut Ichihashi dan Tsukaya (2015) terbentuknya dimulai dari beberapa sel pengapit meristem pucuk (SAM) untuk berkembang menjadi struktur 3 dimensi yang kompleks. Namun demikian, menurut Chitwood *et al.*, (2012) bahwa bentuk daun baik luas maupun ketebalannya, memiliki konsekuensi langsung pada kemampuan efisiensi penangkapan cahaya dan fiksasi karbon fotosintetik maupun dalam pertukaran gas di atmosfer. Daun dirancang dan disesuaikan untuk memungkinkan terjadinya fotosintesis dengan menangkap sebanyak mungkin energi cahaya dari matahari dan dilengkapi stomata yang memungkinkan penyerapan karbon dioksida dan pelepasan oksigen maupun uap air. Menurut Tjitrosoepomo (1987) setiap spesies tanaman mempunyai helaian daun yang berbeda-beda namun spesifik dari bentuk, ukuran, maupun warnanya.

4.3. Model Persamaan Regresi Luas Daun Tanaman *Desmodium rensonii*

Dimasa sekarang model pendugaan luas daun sudah banyak dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman, akan tetapi pada tanaman pakan ternak masih sedikit salah satunya *Desmodium rensonii*. Dalam pengukuran luas daun tanaman sering kali menggunakan dua pendekatan yaitu pengukuran destruktif dan non destruktif (Depari, dkk. 2019). Secara umum pengukuran luas daun menggunakan alat



Leaf Area Meter namun harus menggunakan metode destruktif pada daun yang dapat merusak tanaman, serta tidak tersedianya alat tersebut di lapang dan membutuhkan waktu yang lama (Nabila dan Ardianini, 2018). Oleh karena itu pendugaan luas daun dengan berbagai macam variabel dibutuhkan untuk menentukan pengukuran daun menggunakan model persamaan matematika linier.

Hubungan antara luas daun yang diukur menggunakan alat *Leaf Area Meter* (variabel terikat) dengan pengukuran panjang x lebar daun, keliling dan berat daun (variabel bebas) untuk 30 daun tanaman *Desmodium rensoonii* seperti yang disajikan pada Tabel 3. Memperlihatkan bahwa masing-masing variabel bebas panjang x lebar daun, keliling daun dan berat daun melalui Uji t berdasarkan kriteria pengujian diperoleh nilai $t_{(hit)} > t_{(tabel)}$ sehingga dapat dikatakan menolak H_0 dan menerima H_1 . Hal ini berarti bahwa terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$) dari variabel bebas (parameter panjang x lebar daun, keliling daun, berat daun) terhadap variabel terikat yaitu luas daun. Hasil pengujian yang dilakukan memberikan petunjuk bahwa setiap perubahan variabel bebas (parameter panjang x lebar daun, keliling daun, berat daun) memberikan pengaruh atau hubungan yang nyata terhadap variabel tak bebas luas daun pada tanaman *Desmodium rensoonii*.

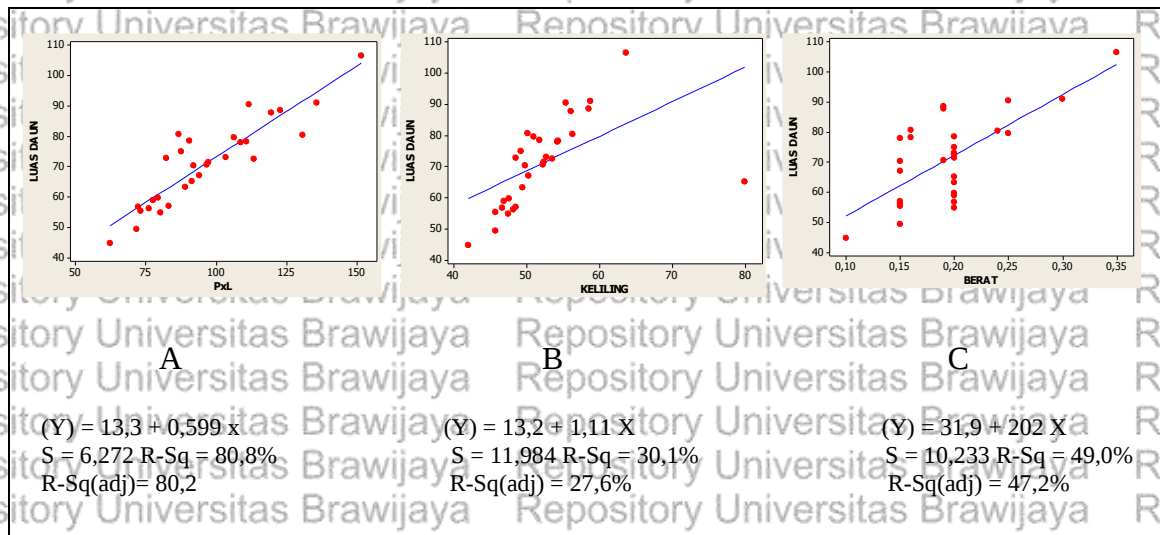
Tabel 3. Hasil persamaan regresi pendugaan Luas Daun Tanaman *Desmodium rensoonii*, Koefisien Determinasi dan Uji T, Berdasarkan Beberapa Parameter Pada Daun.

Parameter pada Daun	Persamaan Regresi	Koef. Determinasi (R^2)	Nilai t_{hitung} dan t_{tabel} 5%
Panjang x Lebar	$(Y) = 13,3 + 0,599 (x)$	80,84%	$10,87 > 1,7056$
Keliling	$(Y) = 13,2 + 1,11 (x)$	30,18%	$3,47 > 1,7056$
Berat	$(Y) = 31,9 + 202 (x)$	49,00%	$5,19 > 1,7056$

Keterangan: $P < 0,05$ pada seluruh variabel.

Kriteria pengujian berdasarkan besaran nilai t_{hitung} dan t_{tabel} , yaitu bila nilai $t_{(hit)} < t_{(tabel)}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sedangkan bila nilai $t_{(hit)} > t_{(tabel)}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (Yuliara, 2016). Sedangkan pada Gambar 4 juga menunjukkan adanya hubungan linier antara variabel bebas (parameter panjang x lebar daun, keliling daun dan berat daun) dan variabel terikat yaitu luas daun, karena titik-titik pengamatan banyak yang mengikuti garis lurus, sehingga salah satu syarat hubungan *kelinieran* terpenuhi. Menurut Riduwan (2011), uji linieritas bertujuan untuk menguji data yang dihubungkan, apakah berbentuk garis linier atau tidak. Uji linearitas bertujuan untuk memastikan hubungan antara variabel X (bebas) dengan variabel Y (terikat) bersifat linear, kuadratik atau dalam derajat lebih tinggi. Apabila garis X dan Y membentuk garis lurus maka analisis regresi dapat dilanjutkan, tetapi jika tidak linear maka analisis regresi tidak dapat dilanjutkan. Analisis regresi linier sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel bebas dengan satu variabel terikat. Analisis regresi linear sederhana digunakan

untuk memprediksikan berapa jauh perubahan nilai variabel terikat apabila nilai variabel bebas berubah-ubah atau naik turun. Hasil perhitungan persamaan regresi yang ditunjukkan pada Tabel 3. bahwa model pendugaan luas daun menggunakan analisis regresi berdasarkan pengukuran panjang kali lebar daun menghasilkan koefisien determinasi (R^2) tertinggi sebesar 80% yang berarti bahwa faktor pendugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* dapat dijelaskan melalui panjang maksimal kali lebar maksimal daun sebesar 80%. Sedangkan pada pengukuran keliling daun menghasilkan koefisien determinasi (R^2) terendah yaitu sebesar 30 %.



Gambar 4. Grafik persamaan regresi (*Fitted Line Plot*) sebagai model pendugaan luas daun berdasarkan pada A. panjang x lebar daun, B. keliling daun, C. berat daun.

Berdasarkan *Fitted Line Plot* di atas, variabel panjang x lebar memiliki nilai standar deviasi (S) paling rendah dibandingkan dengan variabel keliling dan berat daun yakni 6,272 dan nilai R-Sq tertinggi 80,8%, artinya pendugaan luas daun menggunakan peubah panjang x lebar menghasilkan model terbaik dibandingkan peubah atau variabel yang lain. Nilai S yang rendah pada hasil *Fitted Line Plot* Panjang x Lebar vs Luas Daun LAM menunjukkan bahwa nilai dari sampel data semakin mendekati nilai rata-ratanya. Menurut Indriastuti dan Zumrotun (2017), apabila nilai standar deviasi yang lebih kecil dari rata-ratanya menunjukkan kecilnya tingkat penyimpangan data sehingga data dapat dikatakan baik. Sedangkan, hasil *Fitted Line Plot* Keliling vs Luas Daun LAM menunjukkan nilai R-Sq yaitu 30,1% nilai S 11,984 dan Berat vs Luas Daun LAM menunjukkan nilai R-Sq 49,0% nilai S 10,233. Kondisi ini memberikan pengertian bahwa model pendugaan luas daun menggunakan analisis regresi berdasarkan variabel panjang x lebar adalah terbaik akurasi dibanding yang berdasarkan variabel keliling daun maupun berat daun.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada metode pendugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* menggunakan regresi linier pengukuran variabel panjang dan lebar maksimum daun memiliki keakuratan yang tinggi daripada pengukuran dengan keliling dan berat daun, sehingga dapat menggantikan perhitungan luas daun dengan *Leaf area meter*. Metode pengukuran panjang dan lebar maksimum daun lebih mudah diaplikasikan di lapang dibandingkan dengan metode keliling dan berat daun, selain itu penggunaan metode pengukuran panjang dan lebar maksimum daun memungkinkan sampel yang diukur tidak diambil dari tanaman sehingga tidak mengalami kerusakan dan menghambat pertumbuhan tanaman.

5.2. Saran

Pendugaan luas daun tanaman *Desmodium rensonii* perlu dilakukan dengan menggunakan metode-metode lain guna mengetahui potensi tanaman ini sebagai sumber hijauan pakan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. 2014. *Prospektif Agronomi dan Ekofisiologi Indigofera Zollingeriana Sebagai Tanaman Penghasil Hijauan Pakan Berkualitas Tinggi*. Pastura. 3(2): 79-83.
- Ardiarini, N, R. dan A.R. Nabila. 2018. *Pendugaan Luas Dasun Berdasarkan Karakteristik Batang dan Tangkai Daun Pisang pada Beberapa Kultur Pisang*. Jurnal Produksi Tanaman. 6 (2) : 260-263.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Domba Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Kambing Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Kerbau Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Sapi Perah Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2020. *Populasi Sapi Potong Nasional Menurut Provinsi Tahun 2019*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Ball, R., M. Richter and A. Wild. 1994. *What Are Quantasome? The Background of A Nearly Forgotten Term*. Photosynthetica. 30(2): 161-173.
- Chitwood, D. H., L.R. Headland, D.L. Filiault, et al. 2012. *Native Environment Modulates Leaf Size and Response to Simulated Foliar Shade Across Wild Tomato Species*. PloS One. 7(1): 1-15.
- Coley, P. D., Massa, M, C.E. Lovelock, et al. 2002. *Effects of Elevated CO₂ on Foliar Chemistry of Samplings of Nine Species of Tropical Tree*. Oecologia. 133: 62-69.
- Cook, B.G., B.C. Pangelly, S. Brown, et al. 2005. *Tropical Forage:an Interactive Selection Tool*. Ciat and Ilri. Brisbane. Australia.
- Depari, E.K., G.T. Putri dan B. Putranto. 2017. *Model Pendugaan Luas Daun, Biomassa dan Klorofil Pada Beberapa Tanaman Hutan Pantai*. Unib Scholar Respository. Universitas Bengkulu.
- Depari, E.K., Rajaguguk, Lilis dan Putranto. 2019. *Model Pendugaan Luas, Biomassa dan Klorofil Daun Pada Tanaman Pulai (Alstonia scholaris) di Hutan Kampus Universitas Bengkulu*. Unib Scholar Respository. Universitas Bengkulu.



Drewry, D. T., Kumar P., Long, S. Bernacchi, et al. 2010. *Ecohydrological Responses Of Dense Canopies To Environmental Variability: 1. Interplay Between Vertical Structure And Photosynthetic Pathway*. Journal of Geophysical Research- Biogeosciences. 115: 1-25.

Ella, A. 2015. *Pertanaman Campuran Leguminosa Pakan (Flemengia congesta dan Desmodium rensonii) dengan Tanaman Jagung Sebagai Penghasil Biji dan Hijauan Pakan Ternak*. Jurnal AgroSaint. 7(1).

Erdogan, C. 2012. *A Leaf Area Estimation Model for Faba Bean (Vicia Faba L.) Grown in The Mediterranean Type of Climate*. Suleyman Demirel Univertesi Ziraat Fakultesi Dergisi. 7(1) : 58-63.

Fiala, B., U. Maschwitz, T.Y. Pong and A.J. Helbig. 1989. *Studies of a South East Asian Ant-plant Association: Protection of Macaranga Trees by Crematogaster borneensis*. Oecologia. 79: 463-470.

Fuskhah, S., E. Anwar, D. Purbajanti. dkk. 2007. *Eksplorasi dan Seleksi Ketahanan Rhizobium Terhadap Salinitas dan Kemampuan Berasosiasi dengan Leguminosa Pakan*. Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture. 32(3).

Fuskhah, E., R.D. Soetrisno, S.P. Budhi. dkk. 2009. *Pertumbuhan dan produksi leguminosa pakan hasil asosiasi dengan Rhizobium pada media tanam salin*. Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan-Semarang. 289-294.

Gardner, F. P., Pearce, R. B. dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanamann Budidaya*. Jakarta: UI Press.

Ghozali, I. 2016. *Aplikasi Analisi Multivariat dengan Program IBM SPSS 23*. Edisi Kedelapan. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Gonzales, N., Stefanie, D. B., and S. Ronan, et al. 2010. *Increased Leaf Size: Different Means to an End*. Plant Physiology. 153(3): 1261-1279.

Hadisunarso, I., 2014. *Morfologi Daun*. Pustaka.ut.ac.id
<https://scholar.google.com/scholar?hl=en&assdt=0%2C5&q=morfologi+daun+oleh+hadisunarso&btnG=>. Diakses pada 20 Desember 2020.

Handoko, P., dan Fajariyanti. 2013. *Pengaruh Spectrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla Verticillata*. Proceeding Biology Education Conference. 10(2) : 300-308.

Haryanti, S. 2008. *Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (Pogostemon cablin Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda*. Anatomi Fisiologi. Hlm. 20-26.

Hau, K., dan J. Nuklik. 2017. *Kajian Pengembangan dan Pemanfaatan Tanaman Pakan Leguminosa Mendukung Peningkatan Produksi Ternak Sapi di Nusa Tenggara Timur*. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/Pros.Semnas.585-594>.



- Herdian, I., dan D. Suherman. 2015. *Tanaman Legum Pohon Desmodium rensonii Sebagai Tanaman Pakan Ternak Bermutu*. 4(2).
- Ichihashi, Y. and T. Hirokazu. 2015. *Behaviour of Leaf Meristems and Their Modification*. *Frontiers in Plant Science*. 6 : 1-8.
- Indriastuti, A. and N. Zumrotun. 2017. *Pengaruh volume perdagangan, kurs dan risiko pasar terhadap return saham*. *Jurnal Stie Semarang (Edisi Elektronik)*. 9(1) : 57-66.
- Indriani, N., Mansyur, I. Susilawati, dkk. 2011. *Peningkatan Produktivitas Tanaman Pakan Melalui Pemberian Fungsi Mikoriza Arbuskular (FMA)*. 1(1).
- Irwan, A.W., dan F.Y. Wicaksono. 2017. *Perbandingan Pengukuran Luas Daun Kedelai dengan Metode Gravimetri, Regresi dan Scanner*. Department of Crop Science, Padjadjaran University.
- Ishida, A., Y. Kenich, L. H. Ang. 2005. *Ontogenetic Transition of Leaf Physiology and Anatomy from Seedlings to Mature Trees of A Rain Forest Pioneer Tree*. *Tree Physiology*. 25: 513-522.
- Kamal, M., 1998. *Nutrisi Ternak I Rangkuman*. Lab Makanan Ternak. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, UGM. Yogyakarta.
- Latifa, R., 2015. *Karakter Morfologi Daun Beberapa Jenis Pohon Penghijauan Hutan Kota Malang*. *Jurusan Biologi*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Lukitasari, M. 2015. *Biologi Sel*. Universitas Negeri Malang.
- Mack, L., F. capezzone, S. Munz, et al. 2017. *Nondestructive Leaf Area Estimation for Chia*. *Agronomy Journal*. 109(5) : 1-10.
- Maluyu, H. 2020. *Karakteristik Pakan Ruminansia*. Depok : Rajawali Pers.
- Mansyur SH. 2008. *Pengaruh Inokulasi Rizhobium terhadap Pembentukan Bintil Akar Kacang Tanah (Arachis hipogea) Ditaman Hutan Raya Provinsi Bengkulu*. Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi.
- Manuhuttu, A. P., H. Rehatta, G. Kailola. 2018. *Pengaruh Kondentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (Lactuca Sativa. L)*. *Agrologiga*. 3(1).
- Manurung, T., 1996. *Penggunaan hijauan leguminosa pohon sebagai sumber protein ransum sapi potong*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 1(3) : 143-147.
- Nuschati., B. Utomo dan S. Prawirodigdo. 2010. *Introduksi Daun Kering Leguminosa Pohon Sebagai Sumber Protein dalam Pakan Komplit Untuk Ternak Domba Dara*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Bukit Tegalepek, Sidomulyo Kabupaten Semarang, Jawa Tengah.



- Nulik, J., N. Dalgliesh, K. Cox. *et al.*, 2013. *Integrating herbaceous legumes into crop and livestock systems in eastern Indonesia*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Noi Song Ai. 2012. *Evolusi Fotosintesis Tumbuhan*. Jurnal Ilmiah Sains. 12(1).
- Noi Song Ai dan Y. Banyo. 2011. *Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman*. Jurnal Ilmiah Sains. 11(2).
- Nomura, M., T. Itioka and T. Itino. 2000. *Variations in Abiotic Defense Within Myrmecophytic and Non-Myrmecophytic Species of Maca-Ranga in A Bornean Dipterocarp Forest*. Ecological Research. 15: 1-11.
- Noorsyahdi, N., M.A. Soendjoto dan M. Zaini. 2019. *Morfologi Daun Spesies Tumbuhan yang Hidup di Halaman FKIP, Universitas Lambung Mangkurat*. In Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Bersih. 4(3) : 643-649.
- Paduano, D.C. 2003. *Nutritive Value of Desmodium rensonii*. xavier university. cagayan de oro city. Philippines.
- Palennari, M., Hamka, L. Faisal, dkk. 2016. *Biologi Dasar*. Makassar: Alauddin University Press.
- Pandey, S.K., and H. Singh. 2011. *A Simple Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation*. Journal of Botany. 20(1).
- Pembengo, W., Handoko dan Suwanto. 2012. *Efisiensi Penggunaan Cahaya Matahari oleh Tebu pada Berbagai Tingkat Pemupukan Nitrogen dan Fosfor*. Jurnal Agronomi Indonesia. 40(3): 211-217.
- Riduwan. 2011. *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru-Karyawan dan Peneliti Pemula*. Alfabeta. Bandung.
- Reksohadiprodjo, S. 1999. *Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik*. Bpfe, Yogyakarta.
- Roshetko, J.M. 1995. *Community-based Tree Seed Production with Desmodium rensonii and Flemingia macrophylla*. Agroforestry Information Service No 13. Arkansas. 109.
- Roshetko, J.M., J.C. Dagar, S. Puri, *et al.* 1996. *Selecting species of nitrogen fixing trees, Nitrogen Fixing Trees for Fodder Production - A Field Manual*. Winrock International, Morrilton (AR). 23-23.
- Sablan, P., and M. Marutani. 2003. *Desmodium rensonii, Nitrogen fixing tree*. Agricultural and LifeScience.Guam.http://www.uog.edu/cals/enhort.nft%20flder/Desmodium_rensonii.pdf. Diakses pada 22 Desember 2020.



Sajimin., Prawiradiputra, B.R. Purwantari, N.D, dkk. 2004. *Studi Produksi Leguminosa Pohon Desmodium rensonii Sebagai Tanaman Pakan Ternak*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 846-852.

Salisbury, F. B. and C. W., Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: Penerbit ITB.

Saragih, M.K., 2019. *Hubungan Luas Daun dengan Laju Asimilasi Bersih*. Methodaro. (5) : 52-56.

Setiawati, T., I.A. Saragih, M. Nurzaman, dkk. 2016. *Analisis Kadar Klorofil dan Luas Daun Lampeni (Ardisia humilis thunberg) pada Tingkat Perkembangan yang Berbeda di Cagar Alam Pangandaran*. In Prosiding Seminar Nasional MIPA. 27-28.

Setyowati, M., Sutoro. 2014. *Model Pendugaan Luas Daun Tanaman Koro Pedang (Canavalia ensiformis)*. Informatika Pertanian. 23(1) : 1-6.

Sirait, J. 2008. *Luas Daun, Kandungan Klorofil dan Laju Pertumbuhan Rumput pada Naungan dan Pemupukan yang Berbeda*. JITV 13(2) : 109-116.

Sirait, J. 2017. *Rumput Gajah Mini (Pennisetum purpureum vc. Mott) sebagai Hijauan Pakan untuk Ruminansia*. 27(3) : 167-176.

Slamet, W., Y.H. Setyanti, S. Anwar. 2013. *Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (Medicago sativa) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda*. Animal Agriculture Journal. 2(1) : 86-96.

Suntoyo, 1994. *Dasar-dasar statistik*. Jakarta : Raja Grafindo Persada. Diakses pada 22 September 2020.

Sumadi dan Aditya, M. 2007. *Biologi Sel Edisi Pertama*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

Suparno, Usman, Syahrudin, dkk. 2018. *Akurasi Penggunaan Metode Panjang Kali Lebar Untuk Pengukuran Luas Daun Jagung (Zea mays L.) dan Kedelai (Glycine max L.) Jurnal Agroekoteknologi*. 10(2) : 42-50.

Suryani, N., dan I.W. Suarna. 2018. *Potensi Produksi Hijauan Mikania cordata Sebagai Pakan Ternak Ruminansia di Provinsi Bali*. 7(2).

Susanti, D., dan D. Safrina. 2018. *Identifikasi Luas Daun dan Indeks Luas Daun Pegagan (Centella asiatica (L.) Urb.) di Karangpandan, Karanganyar, Jawa Tengah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional, Badan Litbangkes, Kementerian Kesehatan RI. 11(1).

Susilo, D. E. H. 2015. *Identifikasi Nilai Konstanta Bentuk Daun Untuk Pengukuran Luas Daun Metode Panjang Kali Lebar Pada Tanaman Hortikultura di Tanah Gambut*. Anterior Jurnal. 14(2) : 139-146.



Sutoro, Y.N. Andarini, H. Afza. 2020. *Pendugaan Luas Daun Tanaman Talas (Colocasia esculenta)*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 25(4) : 610-611

Sutrasno, B., E. Siswanto, Sudiyono, dkk. 2009. *Budidaya dan Pengembangan Desmodium di BBPTU Sapi Perah Baturraden*. BBPTU Sapi Perah Baturraden, Baturraden.

Syarifuddin, H. 2011. *Komposisi dan Struktur Hijauan Pakan Ternak di Bawah Perkebunan Kelapa Sawit*. Agrinak. 1(1) : 25-30.

Tilman, D. 1988. *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 362.

Tjitrosoepomo, G., 1987. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Trimble, S. 2019. *The Importance of Leaf Area Index (LAI) in Environmental and Crop Research*. <https://cid-inc.com/blog>, diakses pada: 20 Juli 2021.

Usman, Syahrudin, Asie, dkk. 2018. *Akurasi Penggunaan Metode Panjang Kali Lebar Untuk Pengukuran Luas Daun Jagung (Zea mays L.) dan Kedelai (Glycine max L.)*. Jurnal Agroekotek. 10(2) : 42-50.

Uzun, S., H. Celik. 1999. *Leaf Area Prediction Models for Different Horticultural Plants*. Journal Agriculture and Forestry. 23 : 645-650.

Weraduwege, S. M. Jin, C. Fransisca, et al. 2015. *The Relationship Between Leaf Area Growth and Biomass Accumulation in Arabidopsis thaliana*. Frontiers in Plant Science. 6 : 1-20.

Wiguna, R.C., 2018. *Perancangan Sistem Pengukur Luas Daun Menggunakan Citra Digital dengan Metode Monte Carlo*. Doctoral dissertation. Universitas Komputer Indonesia. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/387/>, diakses pada 6 oktober 2020.

Wijaya, N.A., D.E. Purbayanti, S. Sutarno. 2015. *Pertumbuhan dan Produksi Desmodium cinereum pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair dan Jarak Tanam yang Berbeda*. Doctoral dissertation. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. <http://eprints.undip.ac.id/53875/>, diakses pada 10 september 2020.

Witariadi N.M., dan K. Candraasih. 2018. *Pertumbuhan dan Produksi Leguminosa pada Pemotongan Kedua yang Dipupuk dengan Bio Slurry*. 8(1) : 44-48.

Yanto, S. A., Adi, R. Kusdianti, dkk. 2010. *Morfologi Tumbuhan*. Bandung: UPI Press.

Yavari, N., Rajiv, T. Bo-Sen, et al. 2021. *The Effect of Light Quality on Plant Physiology, Photosynthetic, and Stress Response in Arabidopsis thaliana Leaves*. PLoS One. 16(3) : 1-19.

Yuliara, I. M. 2016. *Modul Regresi Linier Sederhana*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengukuran Tanaman *Desmodium rensonii*

Tanaman/Daun	Anak Daun	Panjang	Lebar	PXL	Keliling	Berat	Luas daun (LAM)
1	1	7,3	4,5	32,85	15,5	0,05	23,795
	2	7,2	5,6	40,32	18,3	0,15	30,669
	3	6,9	4,8	33,12	17,2	0,05	25,449
Total				106,29	51	0,25	79,913
2	1	6,3	4,1	25,83	16,3	0,05	21,140
	2	7,3	6	43,8	19,4	0,1	31,419
	3	6,4	4,3	27,52	16,7	0,05	18,867
Total				97,15	52,4	0,2	71,426
3	1	7,1	4,5	31,95	17,2	0,03	22,454
	2	7,7	6,1	46,97	20,5	0,1	32,227
	3	6,8	4,4	29,92	16,5	0,02	23,244
Total				108,84	54,2	0,15	77,925
4	1	7,1	4,8	34,08	18	0,1	26,498
	2	7,8	5,9	46,02	20,2	0,1	42,343
	3	6,6	4,8	31,68	17,2	0,05	21,582
Total				111,78	55,4	0,25	90,423
5	1	6,6	4	26,4	16,4	0,06	20,201
	2	7,3	5,1	37,23	18,3	0,06	43,987
	3	6,2	3,7	22,94	15,5	0,04	16,526
Total				86,57	50,2	0,16	80,714
6	1	5,9	3,6	21,24	15,2	0,04	22,829
	2	6,8	5,6	38,08	18,2	0,1	25,833
	3	5,9	3,9	23,01	15,2	0,06	24,058
Total				82,33	48,6	0,2	72,720
7	1	6,1	3,7	22,57	14,5	0,05	18,026
	2	7,5	5,4	40,5	19	0,1	37,077
	3	6,3	3,9	24,57	15,7	0,05	19,970
Total				87,64	49,2	0,2	75,073
8	1	7,6	4,8	36,48	18,4	0,05	26,442
	2	8,3	6,1	50,63	20,4	0,1	39,280
	3	7,2	4,5	32,4	17,3	0,04	21,991
Total				119,51	56,1	0,19	87,713
9	1	6,2	3,4	21,08	15,1	0,03	17,744
	2	6,9	4,8	33,12	17,5	0,1	22,689
	3	6,6	3,3	21,78	15,6	0,02	15,878
Total				75,98	48,2	0,15	56,311
10	1	6,3	4,2	26,46	15,7	0,04	19,556



2	8,1	6,1	49,41	20,7	0,1	33,517
3	6,4	4,3	27,52	16,3	0,06	20,151
Total			103,39	52,7	0,2	73,224
11	1	5,8	3,6	20,88	14,5	0,02
2	7,3	5,2	37,96	18,2	0,08	24,824
3	6,4	3,8	24,32	15,8	0,05	17,473
Total			83,16	48,5	0,15	56,905
12	1	6,6	4,4	29,04	17,2	0,05
2	7,2	5,3	38,16	18,5	0,1	26,791
3	6,4	4,6	29,44	16,6	0,04	20,287
Total			96,64	52,3	0,19	70,734
13	1	5,6	3,3	18,48	13,6	0,04
2	7,1	5,4	38,34	18,5	0,1	27,211
3	6,4	3,5	22,4	15,5	0,06	17,957
Total			79,22	47,6	0,2	59,759
14	1	6,6	3,2	21,12	16,7	0,05
2	7,5	5,4	40,5	18,8	0,1	28,817
3	6,7	4,3	28,81	16,3	0,05	27,508
Total			90,43	51,8	0,2	78,500
15	1	5,8	3,7	21,46	14,7	0,03
2	6,6	5,1	33,66	17,4	0,08	26,172
3	5,3	3,4	18,02	13,7	0,04	13,040
Total			73,14	45,8	0,15	55,249
16	1	6,1	3,6	21,96	14,8	0,06
2	7,5	4,9	36,75	18,2	0,1	23,954
3	5,8	3,7	21,46	14,5	0,04	15,096
Total			80,17	47,5	0,2	54,738
17	1	8,3	5,3	43,99	20,1	0,1
2	9,2	7,2	66,24	23,8	0,15	44,645
3	8,1	5,1	41,31	19,8	0,1	29,597
Total			151,54	63,7	0,35	106,730
18	1	5,9	3,6	21,24	14,5	0,06
2	7,1	5,2	36,92	18,4	0,1	26,125
3	5,7	3,4	19,38	14	0,04	17,261
Total			77,54	56,9	0,2	59,040
19	1	6,1	3,7	22,57	15,5	0,03
2	7,7	5,9	45,43	18,8	0,08	32,915
3	6,3	3,8	23,94	15,5	0,04	17,646
Total			91,94	49,8	0,15	70,353
20	1	6,2	3,9	24,18	25,5	0,03
2	7,5	5,3	39,75	28,7	0,1	26,474
3	6,7	4,1	27,47	25,8	0,07	20,324
Total			91,4	80	0,2	65,109
21	1	6,4	3,9	24,96	15,5	0,03
2	7,9	5,5	43,45	19,4	0,09	28,030



	3	6,4	4	25,6	15,4	0,03	18,212
Total				94,01	50,3	0,15	67,071
22	1	8,1	5,3	42,93	19,5	0,1	30,014
	2	8,2	6,5	53,3	20,8	0,1	35,223
	3	7,6	5,2	39,52	18,5	0,1	25,856
Total				135,75	58,8	0,3	91,093
23	1	7,1	4,8	34,08	18,5	0,07	24,893
	2	8,4	6,3	52,92	21,5	0,1	38,564
	3	7,3	4,9	35,77	18,5	0,02	25,212
Total				122,77	58,5	0,19	88,669
24	1	7,4	4,6	34,04	18	0,04	28,533
	2	7,9	6,1	48,19	19,6	0,1	31,009
	3	6,8	4,2	28,56	16,8	0,02	18,643
Total				110,79	54,4	0,16	78,185
25	1	5,8	3,4	19,72	14,6	0,05	15,448
	2	6,9	4,8	33,12	17,5	0,1	26,037
	3	5,9	3,3	19,47	14,6	0,05	15,172
Total				72,31	46,7	0,2	56,657
26	1	6,4	3,9	24,96	15,5	0,06	20,031
	2	7,7	5,4	41,58	18,7	0,1	26,176
	3	6,1	3,7	22,57	15,3	0,04	16,996
Total				89,11	59,5	0,2	63,203
27	1	7,3	4,3	31,39	17,6	0,06	22,941
	2	8,5	6,1	51,85	21,2	0,14	34,332
	3	7,2	6,6	47,52	17,5	0,04	23,231
Total				130,76	56,3	0,24	80,504
28	1	5,3	3,4	18,02	13,4	0,03	13,121
	2	6,5	5	32,5	17,8	0,08	21,518
	3	5,7	3,7	21,09	14,5	0,04	14,883
Total				71,61	45,7	0,15	49,522
29	1	7,5	4,4	33	16,8	0,06	20,749
	2	8,1	5,5	44,55	19,2	0,1	29,065
	3	7,8	4,6	35,88	17,5	0,04	22,688
Total				113,43	45,7	0,2	72,502
30	1	4,8	3,1	14,88	12,4	0,02	11,157
	2	6,2	4,8	29,76	16,4	0,05	20,744
	3	5,5	3,2	17,6	13,2	0,03	12,893
Total				62,24	42	0,1	44,794



Lampiran 2. Hasil Analisis Statistik Dengan *MiniTab15*

2.1 Analisis Statistik PXL Daun

Regression Analysis: Luas daun (y) versus PXL (x)

The regression equation is

$$\text{Luas daun (y)} = 13,3 + 0,599 \text{ PXL (x)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13,289	5,445	2,44	0,021
PXL (x)	0,59904	0,05511	10,87	0,000

$$S = 6,27250 \quad R\text{-Sq} = 80,8\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 80,2\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4648,4	4648,4	118,15	0,000
Residual Error	28	1101,6	39,3		
Total	29	5750,0			

Correlations: Luas daun (y); PXL (x)

Pearson correlation of Luas daun (y) and PXL (x) = 0,899

P-Value = 0,000

2.2 Analisis Statistik Keliling Daun

Regression Analysis: Luas daun (y) versus Keliling (x)

The regression equation is

$$\text{Luas daun (y)} = 13,2 + 1,11 \text{ Keliling (x)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	13,17	16,85	0,78	0,441
Keliling (x)	1,1096	0,3198	3,47	0,002

$$S = 11,9841 \quad R\text{-Sq} = 30,1\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 27,6\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1728,7	1728,7	12,04	0,002
Residual Error	28	4021,3	143,6		
Total	29	5750,0			



Correlations: Luas daun (y); Keliling (x)

Pearson correlation of Luas daun (y) and Keliling (x) = 0,548

P-Value = 0,002

2.3 Analisis Statistik Berat Daun

Regression Analysis: y (Luas daun) versus x (Berat)

The regression equation is

$$\text{Luas daun (y)} = 31,9 + 202 \text{ Berat (x)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	31,914	7,791	4,10	0,000
Berat (x)	201,88	38,92	5,19	0,000

S = 10,2337 R-Sq = 49,0% R-Sq(adj) = 47,2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2817,6	2817,6	26,90	0,000
Residual Error	28	2932,4	104,7		
Total	29	5750,0			

Correlations: Luas daun (y); Berat (x)

Pearson correlation of Luas daun (y) and Berat (x) = 0,700

P-Value = 0,000

2.4 Uji Interkorelasi Antar Variabel Bebas/Predictors

- Panjang x Lebar dengan Keliling Daun

Correlations: PxL ; Keliling

Pearson correlation of PxL and Keliling = 0,835

P-Value = 0,000

- Panjang x Lebar dengan Berat Daun

Correlations: PxL ; Berat

Pearson correlation of PxL and Berat = 0,716

P-Value = 0,000

- Keliling dengan Berat Daun

Correlations: Keliling ; Berat

Pearson correlation of Keliling and Berat = 0,478

P-Value = 0,008



Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan sampel daun



Pengukuran dengan Leaf area meter



Penomoran daun



Penimbangan daun



Pengukuran panjang dan lebar daun



Pengukuran keliling daun