

## **Prestasi pertumbuhan, hasil dan komposisi nutrien daun pokok *Moringa oleifera* pada tempoh penuaian yang berbeza**

(Growth performance, yield and nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves at different harvesting periods)

Mohd Hafizzudin Ayob, Syahirah Md Yusuf, Nurul Akmal Che Aziz, Farahiyah Ilyana Jamaludin dan Ahmad Arif Ismail

### **Pengenalan**

Di Malaysia, *Moringa oleifera* atau dikenali sebagai pokok kelor semakin mendapat perhatian kerana khasiatnya yang tinggi dan mudah untuk ditanam. Di negara-negara membangun, pokok ini digunakan sebagai sumber alternatif bagi makanan manusia dan ternakan. *M. oleifera* juga dirujuk sebagai “pokok ajaib” kerana mengandungi pelbagai jenis nutrien, termasuk protein, vitamin dan mineral yang menjadikannya sebagai salah satu sumber makanan berpotensi untuk mengurangkan masalah malnutrisi. Selain itu, *M. oleifera* terkenal dengan sifat antioksidan dan antiradang yang bermanfaat dalam bidang perubatan untuk merawat pelbagai penyakit seperti diabetes, hipertensi dan keradangan. Kajian juga menunjukkan bahawa moringa boleh membantu menurunkan kadar kolesterol dan meningkatkan kesihatan jantung.

Penerokaan dan penggunaan sumber alternatif makanan ternakan tanpa kebergantungan sepenuhnya terhadap sumber bahan mentah import seperti kacang soya merupakan salah satu faktor yang penting bagi menjamin kejayaan industri penternakan negara. *M. oleifera* menawarkan pelbagai manfaat dalam industri ternakan dengan meningkatkan kualiti makanan dan kesihatan ternakan. Kandungan protein kasar daun *M. oleifera* mempunyai kira-kira 47% protein pintasan (*bypass protein*) rumen yang boleh diserap secara terus oleh ternakan ruminan. Pemberian secara terus boleh diberikan kepada ternakan ruminan kerana kebolehnya untuk menghadam makanan yang tinggi serat, tetapi terhad kepada ternakan unggas, khinzir dan ikan kerana kehadiran bahan serat dan kandungan antinutrisi pada daun tersebut.

*M. oleifera* bukan sahaja dapat menyokong produktiviti sektor pengeluaran ternakan, tetapi juga menyumbang kepada kelestarian dan keterjaminan dalam keselamatan makanan negara. Walau bagaimanapun, maklumat mengenai prestasi pertumbuhan, hasil dan komposisi nutrien daun pokok *M. oleifera* terhadap tempoh penuaian berbeza yang ditanam di tanah mineral masih terhad. Oleh itu, kajian lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui dengan lebih lanjut lagi prestasi tumbuhan ini untuk menyokong sektor pengeluaran ternakan negara.



Gambar 1. Penanaman pokok *M. oleifera* di plot kajian pastura, MARDI Kluang, Johor



Gambar 2. Pemangkasan pada ketinggian 100 cm dari tanah



Gambar 3. Pengukuran ketinggian pokok pada 100 cm dari aras tanah

### Reka bentuk kajian

Kajian ini dijalankan di plot penyelidikan pastura, Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kluang, Johor. Pokok *M. oleifera* ditanam melalui keratan batang di dalam polibeg dan diletakkan di bawah tapak semaian selama satu bulan sebelum dipindahkan ke plot penyelidikan yang mempunyai tanah jenis mineral (Gambar 1). Plot kajian dibahagikan kepada tiga rawatan tempoh penuaian yang berbeza iaitu pada 50 hari (T1), 70 hari (T2) dan 90 hari (T3), menggunakan reka bentuk blok lengkap rawak (RCBD) dengan setiap rawatan diulangi sebanyak tiga kali. Kejadian serangan serangga perosak dan penyakit tumbuhan tidak diperhatikan dan direkodkan dalam kajian ini.

Pemotongan pertama dilakukan semasa pokok berumur enam bulan iaitu pada ketinggian 100 cm dari permukaan tanah untuk menyeragamkan ketinggian pokok (Gambar 2). Penuaian dilakukan secara manual dengan menggunakan gunting pemangkas. Ketinggian pokok bagi setiap rawatan direkodkan dengan mengukur ketinggian empat pokok yang dipilih secara rawak dalam setiap plot. Ketinggian pokok-pokok tersebut diambil dari 100 cm di atas tanah sehingga ke daun yang paling atas (Gambar 3). Daun, batang dan ranting yang dituai kemudiannya dibawa ke makmal untuk proses pengasingan daun dan batang. Daun yang diasingkan kemudian dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 60 °C sehingga kandungan kelembapan mencapai 14%.

Setelah proses pengeringan, sampel-sampel tersebut dihancurkan untuk memastikan keseragaman dan ditapis melalui saringan 2 mm. Serbuk yang dihasilkan disimpan dalam beg plastik bertutup untuk ujian selanjutnya. Analisis utama tertumpu kepada komposisi nutrien seperti protein kasar, serat kasar (CF), hemiselulosa, selulosa, lignin, serat detergen neutral (NDF) dan serat detergen asid (ADF) dalam sampel daun (Gambar 4). Hasil daun dan prestasi pertumbuhan pokok bagi setiap tempoh penuaian juga direkodkan. Ujian *Shapiro-Wilk* digunakan untuk menilai normaliti dataset. Data yang diperolehi dianalisis secara statistik melalui analisis varians (ANOVA) dan ujian julat berganda Duncan untuk menguji tahap signifikan dengan menggunakan program statistik SPSS Statistics (versi 26). Perbezaan yang signifikan antara rawatan ditentukan menggunakan Ujian Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada tahap signifikan 5% ( $p < 0.05$ ).



Gambar 4. Mesin Fibertec yang digunakan untuk analisa serat kasar (CF), Serat Detergen Neutral (NDF), Serat Detergen Asid (ADF) dan Serat Detergen Asid (ADL)

### Kualiti nutrien daun *M. oleifera*

Jadual 1 menunjukkan maklumat komposisi setiap nutrien bagi daun *M. oleifera* berdasarkan tempoh penuaian yang berbeza. Maklumat ini penting untuk menilai kadar kehadiran, kadar pengambilan makanan dan sebagai asas untuk pembangunan formulasi makanan.

### Protein kasar

Protein kasar (CP) merupakan sebatian organik yang terdiri daripada unit struktur yang dipanggil asid amino. Ternakan memerlukan protein untuk pertumbuhan, penyelenggaraan dan pembiakan. Daun muda mengandungi protein kasar yang tinggi, namun kandungan ini berkurangan dengan pertambahan usia pokok kerana daun muda lebih cekap menyerap dan mengumpul nutrien daripada tanah. *Jadual 1* menunjukkan nilai kandungan protein kasar yang semakin berkurangan dengan umur pokok di mana kandungan protein tertinggi dicatatkan pada tuaian 50 hari (28.82%), diikuti oleh 70 hari (27.06%) dan 90 hari (25.97%).

### Serat kasar

Serat kasar (CF) terdiri daripada komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan struktur karbohidrat yang membentuk tisu tumbuhan dan dinding sel. Ruminan mempunyai keupayaan untuk mencernakan sebahagian komponen serat ini kerana mempunyai sistem pencernaan yang kompleks terdiri daripada rumen, retikulum, omasum dan abomasum. Dalam rumen, terdapat mikroorganisma yang membantu mencernakan serat kasar. Ini berbeza dengan ayam dan ternakan monogastrik yang mempunyai sistem pencernaan yang ringkas dan hanya boleh mencerna sebahagian kecil serat kasar disebabkan ketiadaan rumen. Kandungan serat kasar meningkat dengan umur tumbuhan. *Jadual 1* menunjukkan bahawa kandungan serat kasar

meningkat dengan tempoh penuaian pokok dengan kandungan serat kasar yang paling rendah dituai pada 50 hari (5.66%) diikuti oleh 70 hari (6.86%) dan 90 hari (8.24%). Penemuan ini selaras dengan trend yang diperhatikan dalam setiap komponen serat yang menunjukkan pengumpulan serat secara keseluruhan dengan peningkatan tempoh penuaian.

#### **Serat detergen neutral**

Serat detergen neutral (NDF) merujuk kepada jumlah serat dalam tumbuhan yang membentuk dinding sel (selulosa, hemiselulosa dan lignin) serta komponen bukan struktur (seperti pektin dan serat larut yang lain). Semakin matang daun, semakin banyak komponen struktur terkumpul yang menghasilkan bacaan NDF yang lebih tinggi dan kualiti makanan yang lebih rendah. Kandungan NDF berkait rapat dengan jumlah pengambilan makanan dan maklumat ini penting untuk meramalkan jumlah pengambilan makanan dan kualiti makanan oleh ternakan. Secara amnya, bahan makanan dengan NDF yang rendah adalah berkualiti tinggi dan dimakan oleh ternakan dalam kuantiti yang banyak. *Jadual 1* menunjukkan bahawa nilai kandungan NDF meningkat mengikut umur dengan nilai NDF terendah adalah pada 50 hari (17.41%) diikuti oleh 70 hari (26.46%) dan 90 hari (34.61%).

#### **Serat detergen asid**

Serat detergen asid (ADF) merujuk kepada jumlah kandungan serat komponen dinding sel yang lebih spesifik iaitu selulosa dan lignin. Nilai ADF memberikan maklumat tentang tahap kebolehcernaan sesuatu bahan makanan dan digunakan untuk mengira jumlah kandungan nutrien yang boleh dihadam (TDN). Makanan yang mempunyai nilai ADF yang rendah biasanya mempunyai kadar kehadaman yang tinggi dan sebaliknya. *Jadual 1* menunjukkan nilai kandungan ADF dalam daun *M. oleifera* meningkat dengan tempoh penuaian dengan nilai terendah adalah pada 50 hari (8.15%) diikuti oleh 70 hari (14.16%) dan 90 hari (18.91%).

#### **Lignin detergen asid**

Lignin detergen asid (ADL) merujuk kepada kandungan lignin dalam tumbuhan. Lignin ialah polimer kompleks yang berfungsi memberikan struktur sokongan kepada dinding sel tumbuhan, tetapi ia tidak mudah dihadam oleh kebanyakan haiwan. Nilai ADL digunakan untuk menentukan kadar kehadaman dan nilai tenaga bersih bagi sesuatu bahan makanan. Bahan makanan yang mengandungi ADL yang tinggi boleh mengurangkan nilai pemakanan sesuatu bahan dan sebaliknya. Nilai ADL bagi daun *M. oleifera* dilihat semakin meningkat selari dengan peningkatan tempoh tuaian (*Jadual 1*). Tempoh tuaian pada hari ke-50 mencatatkan bacaan ADL terendah (6.69%) diikuti hari ke-70 (8.57%) dan hari ke-90 (11.28%).



Jadual 1. Komposisi nutrien daun *M. oleifera* pada tempoh penuaian yang berbeza

Jenis nutrien	50 Hari	70 Hari	90 Hari
Protein kasar (CP) (%)	28.82 ± 0.64 <sup>a</sup>	27.06 ± 0.45 <sup>b</sup>	25.97 ± 0.99 <sup>c</sup>
Serat kasar (CF) (%)	5.66 ± 0.28 <sup>a</sup>	6.86 ± 0.08 <sup>b</sup>	8.24 ± 0.11 <sup>c</sup>
Selulosa (%)	1.47 ± 0.42 <sup>a</sup>	5.60 ± 0.23 <sup>b</sup>	7.63 ± 0.35 <sup>c</sup>
Hemiselulosa (%)	9.26 ± 0.14 <sup>a</sup>	12.3 ± 0.44 <sup>b</sup>	15.70 ± 0.22 <sup>c</sup>
Serat Detergen Neutral (NDF) (%)	17.41 ± 0.16 <sup>a</sup>	26.46 ± 0.06 <sup>b</sup>	34.61 ± 0.08 <sup>c</sup>
Serat Detergen Asid (ADF) (%)	8.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	14.16 ± 0.49 <sup>b</sup>	18.91 ± 0.14 <sup>c</sup>
Lignin Detergen Asid (ADL) (%)	6.69 ± 0.43 <sup>a</sup>	8.57 ± 0.26 <sup>b</sup>	11.28 ± 0.21 <sup>c</sup>

a, b, c Nilai dalam setiap baris dengan superskrip yang berbeza menunjukkan perbezaan yang ketara ( $p < 0.05$ )

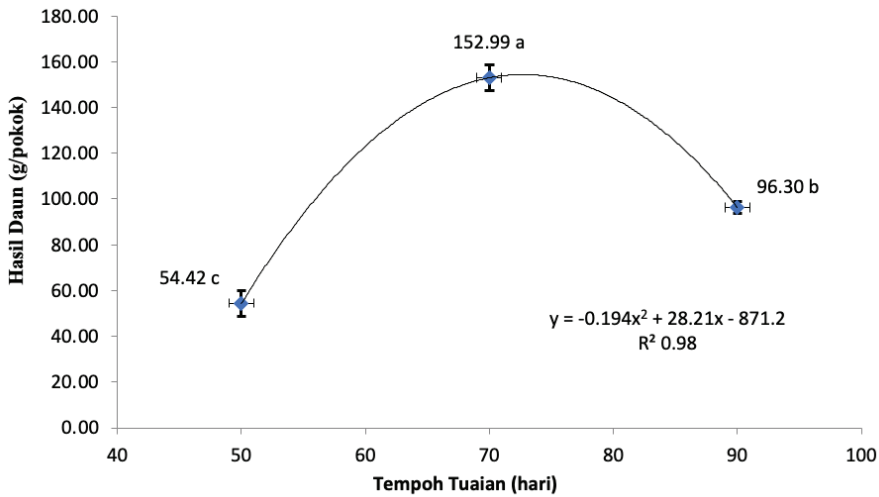
Nota: Nilai dipersempakkan sebagai purata ± sisihan piawai (SD) (n = 36).

### Hasil pengeluaran daun *Moringa oleifera*

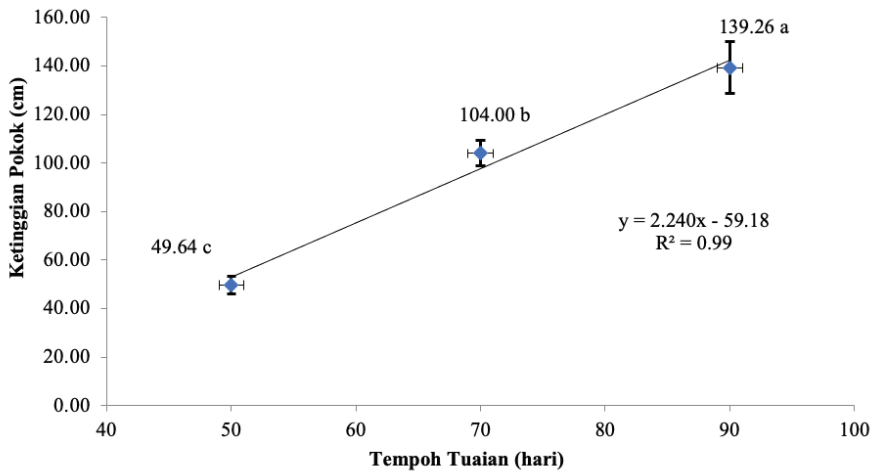
Hasil pengeluaran daun *M. oleifera* meningkat secara kuadratik negatif dengan tempoh penuaian (*Rajah 1*). Tempoh penuaian 70 hari mencatatkan hasil daun tertinggi iaitu sebanyak 152.99 g/pokok dengan peningkatan ketara sebanyak 98.57 g atau 64.43%. Walau bagaimanapun, hasil daun mulai menurun dengan ketara pada tempoh penuaian 90 hari iaitu sebanyak 56.69 g atau 37.05%. Penurunan hasil ini adalah disebabkan oleh proses penuaan semula jadi pokok, di mana daun pokok menjadi semakin kecil, berubah warna kepada kekuningan dan gugur secara semula jadi. Hasil pengeluaran daun yang terendah dicatatkan pada hari ke-50 iaitu sebanyak 54.42 g/pokok. Ini kerana pokok yang muda menghasilkan jumlah daun yang sedikit.

### Pertumbuhan pokok *Moringa oleifera*

Pertumbuhan pokok *M. oleifera* meningkat secara linear positif dengan tempoh penuaian (*Rajah 2*). Kelewatan penuaian pokok sehingga 70 hari menunjukkan peningkatan pertumbuhan pokok secara ketara sebanyak 54.36 cm bersamaan 52.27%. Penuaian berikutnya pada tempoh 90 hari pula turut mencatatkan peningkatan pertumbuhan pokok secara ketara iaitu sebanyak 35.26 cm bersamaan 33.9%. Sekiranya tempoh penuaian dipanjangkan, pokok akan mempunyai lebih banyak masa untuk membesar dengan menghasilkan lebih banyak kayu dan cabang yang akhirnya akan meningkatkan ketinggian keseluruhan pokok.



Rajah 1. Hubungan antara penghasilan daun segar (g) terhadap tempoh penuaian *M. oleifera*



Rajah 2. Hubungan antara ketinggian pokok (cm) terhadap tempoh penuaian *M. oleifera*

### Kesimpulan

*Moringa oleifera* mempunyai potensi yang besar untuk dijadikan sebagai sumber makanan alternatif ternakan. Melalui pendekatan pengurusan yang baik serta pemilihan tempoh penuaian yang optimum, ia mampu meningkatkan hasil dan kualiti tanaman. Data hasil daun dan komposisi nutrien menunjukkan bahawa walaupun pertumbuhan pokok berada pada kemuncaknya, iaitu pada 90 hari, namun hasil daun dan kandungan nutrien berkurangan dengan ketara. Sebaliknya, kandungan nutrien adalah tertinggi semasa penuaian pada 50 hari, namun hasil daun adalah terendah. Oleh itu, dicadangkan agar penuaian pokok *M. oleifera* dilaksanakan secara berkala pada selang masa 70 hari untuk memperoleh hasil daun yang tinggi dan kandungan nutrien yang optimum.

## Penghargaan

Pengarang ingin menzhahirkan ucapan ribuan terima kasih kepada pegawai dan kakitangan sokongan Pusat Penyelidikan Sains Ternakan dan juga pihak pengurusan MARDI Kluang atas komitmen, sokongan dan kerjasama yang tinggi bagi menjayakan kajian ini. Kajian ini telah dibiayai oleh Kementerian Pertanian Malaysia (KPKM) bawah Geran Rancangan Malaysia Kesebelas (P-RL-412) yang bertajuk Pembangunan “Pakej Teknologi Makanan Akuakultur Berasaskan Sumber Protein/Tenaga Baharu Bagi Mengurangkan Kos Makanan”.

## Bibliografi

- AOAC (2000). Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists; Washington, DC. USA.
- Kafle, K., & Bhattarai, K. (2018). Effect of harvesting intervals on yield and yield components of *Moringa oleifera* Lam. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 6(4), 461–466.
- Makkar, H. P. S., Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *J. Agr. Sci.* 128, 311–22.
- Mohd Hafizzudin, A., Nurul Akmal, C. A., Syahirah, M. Y., Farahiyah, I. J., & Ahmad Arif, I. (2021). Effect of Harvesting Period on Leave Yield and Plant Height of *Moringa oleifera*. Proc. 40th MSAP Ann. Conf. 222–224.
- Foidl, N., Makkar, H. P. S., & Becker, K. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. Proceedings of the International Workshop, What Development Potential for *Moringa* Products. Dar-es-Salaam, Tanzania, 47–67.
- Su, B., & Chen, X. (2020). Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. Diperoleh dari <https://doi:10.3389/fvets.2020.00053>.

## Ringkasan

Kajian ini dilaksanakan untuk menilai komposisi nutrien, hasil daun dan prestasi pertumbuhan pokok *Moringa oleifera* terhadap tempoh penuaian yang berbeza iaitu pada hari ke-50, 70 dan 90. Komponen serat termasuk serat kasar, hemiselulosa, selulosa, NDF, ADF dan lignin menunjukkan perbezaan yang ketara dengan peningkatan tempoh penuaian. Kandungan serat kasar meningkat daripada 5.66% kepada 8.24%, hemiselulosa daripada 9.26% kepada 15.70%, selulosa daripada 1.47% kepada 7.63% dan lignin daripada 6.69% kepada 11.28%. Kandungan NDF dan ADF masing-masing menunjukkan peningkatan yang ketara daripada 17.41% kepada 34.61% dan daripada 8.15% kepada 18.91%. Selain itu, pertumbuhan pokok menunjukkan peningkatan linear positif dengan tempoh penuaian, namun hasil pengeluaran daun meningkat secara kuadratik negatif. Penuaian pada hari ke-70 mencatatkan hasil daun tertinggi, iaitu 152.99 g/pokok. Oleh itu, disyorkan penuaian dilakukan secara berkala setiap 70 hari untuk mendapatkan hasil daun yang tinggi dan kandungan nutrien yang optimum.

### **Summary**

This study was conducted to assess the nutrient composition, leaves production, and growth performance of *Moringa oleifera* under different harvesting periods of 50, 70 and 90 days. Fibre components, including crude fibre, hemicellulose, cellulose, NDF, ADF and lignin showed significant differences with increasing harvesting periods. Crude fibre content increased from 5.66% to 8.24%, hemicellulose from 9.26% to 15.70%, cellulose from 1.47% to 7.63% and lignin from 6.69% to 11.28%. NDF and ADF content also showed significant increases from 17.41% to 34.61% and from 8.15% to 18.91%, respectively. Additionally, tree growth exhibited a positive linear increase with harvesting time, while leaves yield increased quadratically with a negative trend. The highest leaf yield was recorded at the 70-day harvest, which was 152.99 g/tree. Therefore, it is recommended to harvest the tree every 70 days to achieve high leaves yields and optimal nutrient content.

### **Pengarang**

Mohd Hafizzudin Ayob  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kluang  
Beg Berkunci No. 525, 86009 Kluang, Johor  
E-mel: mhafizz@mardi.gov.my

Syahirah Md Yusuf  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, MARDI Kluang  
Beg Berkunci No. 525, 86009 Kluang, Johor

Nurul Akmal Che Aziz dan Farahiyah Ilyana Jamaludin  
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Ahmad Arif Ismail  
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Kluang  
Beg Berkunci No. 525, 86009 Kluang, Johor