ISSN : 2088-5113 (Printed)

ISSN : 2598-0327 (electric)

PASPALUM : Jurnal Ilmiah Pertanian

Vol. 9 No. 2 Bulan September Tahun 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v9i2.302>

Perbandingan Model Regresi untuk Pengukuran Luas Daun Gandum di Daerah Tropis

Fiky Yulianto Wicaksono dan Muhamad Kadapi

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Korespondensi: fiky.yulianto@unpad.ac.id

(Received: 14-08-2021; Reviewed: 30-08-2021; Published: 30-09-2021)

ABSTRACT

The growth of wheat plants can be determined by measuring leaf area index and net assimilation rate. Both measurements require leaf area data. Measurement of leaf area of wheat in Indonesia requires a method that is not only accurate, but also easier and cheaper. One of them is the regression method. The purpose of this study was to determine an accurate regression equation model in predicting wheat leaf area. This research was conducted from March to June 2021 at the Experimental Station and Plant Production Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, UNPAD, Jatinangor, Sumedang. The materials used in this study were various leaf area printing papers from wheat plants aged 14 days after planting (DAP), 28 DAP, and 42 DAP. The regression equation was assembled from the relationship between leaf area with leaf width and length, then compared with the actual leaf area that measured by scanning. The results showed that the linear, quadratic, cubic, and logarithmic regression equations had a coefficient of determination of more than 90% to predict leaf area, at the age of 14, 28, and 42 DAP, as well as all plant ages. Quadratic regression had a limit of data that can be entered, so it needed circumspection in using the formula. Cubic regression tended to have better accuracy in predicting leaf area at 14, 28, and 42 DAP, but the accuracy was the same as other regression equations at all plant ages.

Keywords: leaf area index; net assimilation rate; regression; wheat

ABSTRAK

Pertumbuhan tanaman gandum dapat diketahui melalui pengukuran indeks luas daun dan laju asimilasi bersih. Pengukuran keduanya memerlukan data luas daun. Pengukuran luas daun tanaman gandum di Indonesia memerlukan cara yang tidak hanya akurat, tetapi juga praktis dan ekonomis. Salah satunya adalah dengan metode regresi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan model persamaan regresi yang akurat dalam memprediksi luas daun gandum. Penelitian ini dilakukan sejak Maret hingga Juni 2021 di Kebun Percobaan serta Laboratorium Teknologi Produksi Tanaman, Fakultas Pertanian UNPAD, Jatinangor, Sumedang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbagai kertas jiplakan luas daun dari tanaman gandum umur 14 hari setelah tanam (HST), 28 HST, dan 42 HST. Persamaan regresi dicari dari hubungan luas daun dengan panjang kali lebar daun, kemudian dibandingkan dengan luas daun sebenarnya yang diukur menggunakan cara scanning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan regresi linear, kuadrat, kubik, dan logaritmik memiliki koefisien determinasi lebih dari 90% untuk memprediksi luas daun, pada umur 14, 28, dan 42 HST, serta semua umur tanaman. Regresi kuadrat memiliki batas data yang dapat dimasukkan, sehingga perlu ketelitian dalam menggunakan formulanya. Regresi kubik cenderung memiliki akurasi lebih baik untuk memprediksi luas daun pada umur 14, 28, dan 42 HST, namun akurasinya sama dengan persamaan regresi yang lain pada semua umur tanaman.

Keywords: gandum, indeks luas daun, laju asimilasi bersih, regresi

PENDAHULUAN

Gandum adalah tanaman pangan utama yang menjadi bahan baku pembuatan berbagai makanan. Sebagian besar makanan dari gandum dibuat dari tepung terigu yang merupakan produk pengolahan gandum (Wicaksono *et al.*, 2018). Indonesia saat ini merupakan pengimpor gandum terbesar di dunia seiring dengan konsumsi tepung terigu yang terus meningkat dari 25 kg/tahun per kapita pada tahun 2013 menjadi 30,5 kg/tahun pada tahun 2019 (Utomo, 2017; Pradeksa *et al.*, 2016; Dwipa, 2020). Penanaman gandum di dalam negeri menjadi penting untuk mengupayakan kemandirian pangan.

Produktivitas gandum di Indonesia masih lebih kecil daripada produktivitas di daerah subtropis karena adanya cekaman suhu (Wicaksono *et al.*, 2016). Hal ini dapat terlihat dari pertumbuhannya yang terhambat. Salah satu komponen yang dapat dijadikan indikator pertumbuhan adalah indeks luas daun dan laju asimilasi bersih. Indeks luas daun merupakan perbandingan antara luas daun tanaman dengan luas kanopi yang ditutupinya untuk melihat efektivitas tanaman dalam melakukan fotosintesis (Breda, 2003; Risdiyanto & Setiawan, 2007). Laju asimilasi bersih merupakan indikator pertumbuhan yang menghitung peningkatan bobot tanaman per luas daun (Shipley, 2002; Shipley, 2006).

Data luas daun dibutuhkan untuk pengukuran indeks luas daun dan asimilasi bersih ini. Luas daun juga digunakan untuk memperkirakan evaporasi, fotosintesis, dan respirasi yang dapat terjadi (Anders Lindroth *et al.*, 2017). Pengukuran luas daun menjadi penting dilakukan untuk melihat komponen pertumbuhan pada tanaman gandum.

Pengukuran luas daun dapat ditempuh sekurang-kurangnya dengan dua cara pengukuran secara langsung, yaitu teknik planimetrik dan gravimetrik (Breda, 2003). Teknik planimetrik merupakan pengukuran luas daun berdasarkan hubungan antara luas daun individu dengan jumlah daerah yang ditutupi oleh daun di bidang horizontal. Keliling daun diukur dengan planimeter, dan wilayahnya kemudian dihitung. Instrumen khusus dirancang untuk pengukuran ini. Teknik gravimetrik merupakan pengukuran

luas daun berdasarkan hubungan antara berat kering kertas hasil jiplakan daun dengan berat kering kertas per satuan luas sehingga dapat diukur luas daunnya. Teknik planimetrik membutuhkan alat yang harganya relatif mahal, sedangkan teknik gravimetrik memerlukan waktu yang relatif lama dan tidak praktis.

Pengukuran luas daun di petani terkendala oleh ketersediaan alat sehingga memerlukan metode yang praktis dan ekonomis. Salah satu pendekatan yang dapat diteliti untuk mencari luas daun adalah menggunakan rumus dari persamaan regresi (Irwan & Wicaksono, 2018). Metode ini mengukur luas daun berdasarkan hubungan yang erat antara luas daun sebenarnya sebagai variabel terikat dengan komponen lain sebagai variabel bebas. Model regresi yang tepat akan mengukur luas daun secara tepat, oleh karena itu perlu dicari model regresi terbaik untuk menentukan luas daun tanaman gandum dengan persamaan regresi.

Rumus untuk mengukur luas daun gandum menggunakan persamaan regresi sebenarnya sudah ditemukan. Beberapa penelitian telah menggunakan persamaan regresi linier dari panjang kali lebar daun bendera pada tanaman gandum untuk mencari luas keseluruhan daun tanaman (Al-Tahir, 2014). Persamaan ini mempunyai kelemahan, karena hanya dapat mengukur luas daun pada satu waktu, yaitu ketika daun bendera sudah terbuka. Hal ini menyebabkan penghitungan luas daun beberapa kali pada siklus hidupnya tidak dapat dilakukan sehingga beberapa penghitungan, seperti penghitungan laju asimilasi bersih yang membutuhkan data luas daun di beberapa interval umur, tidak dapat dilakukan.

Penentuan persamaan regresi berdasarkan logika yang digunakan dalam menaksir luas daun. Semakin besar hasil kali panjang atau lebar daun maka luas daun akan semakin luas (Irwan & Wicaksono, 2018). Bila dimisalkan y adalah luas daun, dan x adalah hasil kali panjang dan lebar daun, maka peningkatan x akan diikuti oleh peningkatan y . Hal ini menunjukkan korelasi yang positif, sangat tidak mungkin menunjukkan korelasi yang negatif. Oleh karena itu, grafik regresi luas

daun akan berbentuk garis atau kurva yang digambarkan dari kiri bawah ke kanan atas.

Model regresi linier ($y = a + bx$) dapat memiliki hubungan korelasi yang positif antara variabel terikat (y) dengan variabel bebas (x), berapapun variabel bebas yang tersedia (Yao & Li, 2014). Demikian juga dengan model regresi logaritmik ($y = a \log x^b$). Namun demikian, beberapa model regresi tidak selamanya menunjukkan korelasi yang positif. Regresi kuadrat ($y = ax^2 + bx + c$) akan memiliki titik maksimum sehingga akan terjadi korelasi yang negatif setelah melewati titik maksimum (Yao & Muller, 2010). Regresi kubik/pangkat tiga ($y = ax^3 + bx^2 + cx + d$) selain akan memiliki titik maksimum, juga akan memiliki titik balik yang dapat menyebabkan pemodelan menjadi bias. Oleh karena itu, data perkalian panjang dan lebar daun pada pemodelan regresi kuadrat dan kubik harus dibatasi agar korelasinya selalu positif dan tidak terjadi bias.

Pembatasan data dapat dilakukan dengan melihat interval naik pada grafik. Interval naik adalah keadaan ketika ordinat grafik meningkat bersamaan dengan absis grafik meningkat (Sagala, 2016). Hal ini menunjukkan korelasi yang positif. Interval naik dapat dicari menggunakan diferensial dari persamaan grafik yang harus lebih besar dari nol.

METODE

Penelitian ini dilakukan sejak Maret hingga Juni 2021 di Kebun Percobaan serta Laboratorium Teknologi Produksi Tanaman, Fakultas Pertanian UNPAD, Jatinangor, Sumedang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbagai kertas jiplakan luas daun dari tanaman gandum umur 14 HST, 28 HST, dan 42 HST. Bahan pendukung yang lain adalah pensil dan spidol. Alat yang digunakan adalah jangka sorong, komputer dan software Microsoft Excel dan Irfan View.

Penelitian dilakukan menggunakan metode pemodelan. Tanaman gandum Pertama, daun tanaman gandum pada masing-masing umur tanaman diukur panjang dan lebar daunnya menggunakan jangka sorong pada bidang yang rata. Daun-daun tersebut

kemudian dijiplak pada kertas menggunakan pensil, kemudian dihitamkan daerah yang ada di dalamnya menggunakan spidol. Jiplakan yang telah dihitamkan kemudian dipindai (scan) menggunakan scanner dengan resolusi 300 dot per inch (dpi). Hasil pindaian kemudian diolah menggunakan software Irfan View untuk dicari luas daerah dalam jumlah pixel dengan satuan dot per inch. Luas daun dicari menggunakan rumus

$$\text{Luas daun (cm}^2\text{)} = \frac{\text{jumlah pixel}}{\text{resolusi (DPI)}^2} \times 2,54^2$$

Keterangan: 2,542 merupakan konversi dari inch^2 ke cm^2

Persamaan regresi dicari dari hubungan luas daun dengan panjang kali lebar daun pada 30 sampel daun tanaman gandum, masing-masing pada umur 14 hari setelah tanam (HST), 28 HST, dan 42 HST. Jenis persamaan regresi yang dibuat adalah persamaan regresi linear, eksponen (logaritmik), kuadrat, dan polinom pangkat tiga (kubik). Penentuan regresi yang tepat dilakukan dengan membuat semua model persamaan regresi kemudian mencari persamaan regresi dengan koefisien determinasi yang paling tinggi (Ziantono & Suprayitno, 2018).

Hasil dari prediksi luas daun menggunakan persamaan regresi kemudian dibandingkan dengan luas daun sebenarnya secara deskriptif menggunakan grafik. Bila grafik hasil prediksi luas daun hampir berimpit dengan luas daun sebenarnya berdasarkan uji Chow pada taraf nyata 5%, maka persamaan regresi dapat digunakan (Otieno *et al.*, 2009; Sotirakopoulos *et al.*, 2015).

Interval naik pada regresi kuadrat dan kubik dicari menggunakan diferensial pertama pada persamaan regresi. Bila diferensial pertama pada persamaan regresi lebih besar dari nol, maka daerah yang dibatasinya merupakan interval naik (Setiawan, 2019; Sagala, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan regresi luas daun

Persamaan regresi yang diperoleh dari masing-masing umur tanaman gandum menunjukkan koefisien determinasi (R^2) lebih besar dari 80% untuk semua model yang dicobakan. Pemodelan pada gabungan semua umur tanaman gandum juga menunjukkan koefisien determinasi (R^2) yang lebih besar dari 80% (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1, persamaan regresi untuk mencari luas daun tanaman gandum pada umur 14 HST dapat berupa linear, kuadratik, kubik, maupun logaritmik. Hal ini dapat dilihat dari koefisien determinasi yang lebih dari 90%, yang berarti persamaan regresi dapat memprediksi luas daun dengan akurasi lebih dari 90%. Meskipun demikian, regresi kubik cenderung memiliki koefisien determinasi paling besar, sementara regresi linear memiliki koefisien determinasi paling rendah. Demikian pula pada umur 28 dan 42 HST, dimana regresi kubik cenderung memiliki koefisien determinasi paling besar, sementara regresi linear memiliki koefisien determinasi paling rendah. Semakin besar

koefisien determinasi maka semakin besar kesesuaian hubungan antara hasil kali panjang dengan lebar daun sebagai variabel bebas dan prediksi luas daun sebagai variabel terikat pada formula regresi (Ziantono & Suprayitno, 2018; Sugiarti & Megawarni, 2012; Santoso, 2015).

Persamaan regresi luas daun yang diperoleh berdasarkan pengujian semua sampel daun di semua umur menunjukkan koefisien determinasi yang lebih besar dari 90%. Hal ini menunjukkan bahwa semua model regresi dapat digunakan untuk memprediksi luas daun tanaman gandum (Ziantono & Suprayitno, 2018). Hal ini juga didukung oleh koefisien determinasi yang memperlihatkan semua model regresi cenderung memiliki akurasi yang sama (97%). Persamaan regresi semua umur selain lebih praktis digunakan karena pengguna hanya menggunakan satu formula saja untuk mengukur luas daun pada semua umur tanaman, juga memiliki akurasi tinggi.

Tabel 1. Persamaan Regresi Luas Daun pada Semua Umur Tanaman

Umur	Persamaan regresi	Koefisien determinasi (R^2)
14 HST	$y = 0,904 + 0,617x$ (linear)	0,908
	$y = -0,343 + 1,182x - 0,0513x^2$ (kuadratik)	0,945
	$y = -1,441 + 1,971x - 0,216x^2 + 0,010x^3$ (kubik)	0,951
	$y = 1,046 \log x^{7,099}$ (logaritmik)	0,922
28 HST	$y = 0,7516 + 0,5959x$ (linear)	0,917
	$y = -0,244 + 1,092x - 0,0485x^2$ (kuadratik)	0,964
	$y = -0,794 + 1,546x - 0,152x^2 + 0,00658x^3$ (kubik)	0,968
	$y = 0,955 \log x^{7,461}$ (logaritmik)	0,950
42 HST	$y = 0,473 + 0,769x$ (linear)	0,991
	$y = -0,0695 + 0,9322x - 0,00928x^2$ (kuadratik)	0,994
	$y = -0,507 + 1,140x - 0,0349x^2 + 0,0009x^3$ (kubik)	0,995
	$y = 0,914 \log x^{9,063}$ (logaritmik)	0,993
Semua umur	$y = 0,359 + 0,758x$ (linear)	0,972
	$y = 0,333 + 0,767x - 0,00059x^2$ (kuadratik)	0,972
	$y = 0,00385 + 0,945x - 0,0249x^2 + 0,000924x^3$ (kubik)	0,972
	$y = 0,933 \log x^{8,550}$ (logaritmik)	0,973

Keterangan: x merupakan hasil kali panjang dengan lebar daun; y merupakan prediksi luas daun menggunakan persamaan regresi

Hasil pengujian garis berdasarkan uji Chow pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa grafik prediksi semua model luas daun berimpit dengan luas daun yang sebenarnya (Grafik 1). Hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi dapat digunakan untuk memprediksi luas daun sebenarnya, yang selain dibuktikan dengan tingginya koefisien determinasi, juga dibuktikan dengan pengujian garis (Otieno *et al.*, 2009; Sotirakopoulos *et al.*, 2015).

Interval untuk persamaan regresi kuadratik dan kubik

Data yang dapat dimasukkan pada persamaan regresi kuadratik dan kubik harus dibatasi agar korelasinya selalu positif. Batas data yang dimasukkan harus selalu berada dalam interval fungsi naik. Penentuan batas data pada regresi kuadratik dan kubik berdasarkan diferensial ada pada Tabel 2.

Persamaan kuadratik luas daun pada umur 14 dan 28 HST memiliki batas interval hasil kali panjang dengan lebar daun yang relatif kecil (kurang dari 12 cm^2). Hal ini harus menjadi kehati-hatian bagi yang menggunakan formula regresi kuadratik pada umur 14 dan 28 HST bila hasil kali panjang dengan lebar daunnya mencapai 12 cm^2 atau lebih. Pada umur 42 HST dan semua umur, persamaan kuadratik memiliki batas interval yang lebih besar. Oleh karena itu, bila ingin menggunakan persamaan kuadratik maka lebih baik menggunakan persamaan regresi untuk semua umur yang selain lebih praktis dan lebih akurat, juga memiliki batas data yang lebih besar. Persamaan regresi dengan kriteria yang lebih luas dapat menguntungkan (Sebayang & Yuniarto, 2017).

Gambar 1. Grafik luas daun sebenarnya dibandingkan dengan model regresi

Tabel 2. Interval naik pada persamaan regresi kuadratik dan kubik

Umur	Persamaan regresi	Batas interval naik
14 HST	$y = -0,343 + 1,182x - 0,0513x^2$ (kuadratik)	$0 < x < 9,381$
	$y = -1,441 + 1,971x - 0,216x^2 + 0,010x^3$ (kubik)	$x > 0$
28 HST	$y = -0,244 + 1,092x - 0,0485x^2$ (kuadratik)	$0 < x < 11,258$
	$y = -0,794 + 1,546x - 0,152x^2 + 0,00658x^3$ (kubik)	$x > 0$
42 HST	$y = -0,0695 + 0,9322x - 0,00928x^2$ (kuadratik)	$0 < x < 50,226$
	$y = -0,507 + 1,140x - 0,0349x^2 + 0,0009x^3$ (kubik)	$x > 0$
Semua umur	$y = 0,333 + 0,767x - 0,00059x^2$ (kuadratik)	$0 < x < 650$
	$y = 0,00385 + 0,945x - 0,0249x^2 + 0,000924x^3$ (kubik)	$x > 0$

Keterangan: x merupakan hasil kali panjang dengan lebar daun; y merupakan prediksi luas daun menggunakan persamaan regresi

Persamaan kubik luas daun pada 14, 28, dan 42 HST, serta semua umur menunjukkan batas interval naik untuk semua hasil kali panjang dan lebar lebih dari nol, karena persamaan kubik yang diperoleh tidak mempunyai titik minimum atau maksimum, melainkan hanya titik balik. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan kubik dapat dipakai untuk semua hasil kali panjang dengan lebar daun, tanpa ada pembatasan. Dengan demikian, persamaan kubik lebih praktis digunakan tanpa harus melihat batas data. Pemodelan regresi yang lebih praktis dengan syarat-syarat yang lebih sedikit dapat menguntungkan pengguna (Sebayang & Yuniarto, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, persamaan regresi linear, kuadratik, kubik, dan logaritmik layak dijadikan formula untuk memprediksi luas daun, pada umur 14, 28, dan 42 HST, serta semua umur tanaman. Regresi kuadratik memiliki batas data yang dapat dimasukkan, sehingga perlu ketelitian dalam menggunakan formulanya. Regresi kubik cenderung memiliki akurasi lebih baik untuk memprediksi luas daun pada umur 14, 28, dan 42 HST, namun akurasinya sama dengan persamaan regresi yang lain pada semua umur tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Tahir, F. M. M. (2014). Flag leaf characteristics and relationship with grain yield and grain protein percentage for three cereals. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 2(5), 1–7.
- Anders Lindroth, Fredrik Lagergren, Mika Aurela, B. B., Torben Christensen, Ebba Dellwik, Achim Grelle, Andreas Ibrom, Torbjörn Johansson, Harry Lankreijer,

- Samuli Launiainen, Tuomas Laurila, Meelis Mölder, Eero Nikinmaa, Kim Pilegaard, B. D. S., & Vesala, T. (2017). Leaf area index is the principal scaling parameter for both gross photosynthesis and ecosystem respiration of Northern deciduous and coniferous forests. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 60B, 129–142. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0889.2006.00330.x>
- Breda, N. J. J. (2003). Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany*, 54(392), 2403–2417. <https://doi.org/10.1093/jxb/erg263>
- Dwipa, I. (2020). Mampukah Indonesia Memproduksi Gandum Sendiri? *Padek Jawapos*. diambil dari <https://padek.jawapos.com/opini/04/09/2020/mampukah-indonesia-memproduksi-gandum-sendiri/>
- Hananda Ziantono, D., & Suprayitno, H. (2018). Studi hubungan antara koefisien determinasi dengan kesalahan prediksi untuk ukuran sampel tertentu pada model bangkitan perjalanan di wilayah perkotaan gresik. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2(2). <https://doi.org/10.12962/j26151847.v2i2.4343>
- Irwan, A. W., & Wicaksono, F. Y. (2018). Perbandingan pengukuran luas daun kedelai dengan metode gravimetri, regresi dan scanner. *Kultivasi*, 16(3). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14448>
- Otieno, D. J., Omiti, J. M., Nyanamba, T. O., & McCullough, E. B. (2009). Application of Chow test to improve analysis of farmer participation in markets in Kenya. *International Association of Agricultural Economists (IAAE)*, 1–15.
- Pradeksa, Y., Darwanto, D. H., & Masyhuri,

- M. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi impor gandum Indonesia. *Agro Ekonomi*, 25(1). <https://doi.org/10.22146/agroekonomi.17381>
- Risdiyanto, I., & Setiawan, R. (2007). Metode neraca energi untuk perhitungan indeks luas daun menggunakan data citra satelit multi spektral (energy balance method for determining leaf area index land using multi spectral satellite imaginary). *Agromet*, 21(2), 27. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.21.2.27-38>
- Sagala, V. (2016). Profil lapisan pemahaman konsep turunan fungsi dan bentuk folding back mahasiswa calon guru berkemampuan matematika tinggi berdasarkan gender. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 1(2), 183. <https://doi.org/10.30651/must.v1i2.237>
- Santoso, G. (2015). Determinan koefisien respon laba. *Parsimonia*, 2(2), 69–85.
- Sebayang, J. S., & Yuniarto, B. (2017). Perbandingan model estimasi artificial neural network optimasi genetic algorithm dan regresi linier berganda. *MEDIA STATISTIKA*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.14710/medstat.10.1.13-23>
- Setiawan, A. (2019). Fungsi Naik Fungsi Turun. Retrieved from Kemdikbud website: https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/repos/FileUpload/SMA_Mtk_NaikTurun/indikator.html
- Shipley, B. (2002). Trade-offs between net assimilation rate and specific leaf area in determining relative growth rate: relationship with daily irradiance. *Functional Ecology*, 16(5), 682–689. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00672.x>
- Shipley, B. (2006). Net assimilation rate, specific leaf area and leaf mass ratio: which is most closely correlated with relative growth rate? A meta-analysis. *Functional Ecology*, 20(4), 565–574. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01135.x>
- Sotirakopoulos, K., Barham, R., Piper, B., & Nencini, L. (2015). A statistical method for assessing network stability using the Chow test. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 17(10), 1841–1850. <https://doi.org/10.1039/C5EM00325C>
- Sugiarti, H., & Megawarni, A. (2012). Konsistensi koefisien determinasi sebagai ukuran kesesuaian model pada regresi. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 13(2), 65–72.
- Utomo, I. P. (2017). Analisis faktor-faktor yang memengaruhi impor gandum Indonesia dari Australia tahun 1980 - 2013. *Economics Development Analysis Journal*, 4(3), 264–272. <https://doi.org/10.15294/edaj.v4i3.14833>
- Wicaksono, F. Y., Maxiselly, Y., Mulyani, O., & Janitra, M. I. (2016). Pertumbuhan dan hasil gandum (*Triticum aestivum* L.) yang diberi perlakuan pupuk silikon dengan dosis yang berbeda di dataran medium Jatiningor. *Kultivasi*, 15(3). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i3.11770>
- Wicaksono, F. Y., Maxiselly, Y., Nurmala, T., Suherman, P. U., Fauzan, A., & Nurdin, A. M. (2018). Respons masyarakat terhadap pengenalan tanaman gandum dan produk-produknya di desa Arjasari kecamatan Arjasari Kabupaten Bandung. *Dharmakarya*, 7(1), 32–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v7i1.14740>
- Yao, F., & Muller, H.-G. (2010). Functional quadratic regression. *Biometrika*, 97(1), 49–64. <https://doi.org/10.1093/biomet/asp069>
- Yao, W., & Li, L. (2014). A new regression model: modal linear regression. *Scandinavian Journal of Statistics*, 41(3), 656–671. <https://doi.org/10.1111/sjso.12054>