

Model Regresi Kuadratik pada Pengepresan Biji Kemiri

Dita Anies Munawwaroh^{*}, Abdul Syukur Alfauzi, Adhy Purnomo, Ali Sai'in, Elfrida Rizky Riadini

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Alamat: Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang
^{*}E-mail : ditamatematika@polines.ac.id

Dikirim : 20 Mei 2026, Diterima : 22 Juli 2026, Diterbitkan : 25 Juli 2026

Abstract

Vegetable oil (seeds oil) is produced from seeds. To obtain vegetable oil, a seed extraction machine is required. Seed pressing machines have specifications based on their extraction method. In this study, candlenut seed oil was produced using an extraction machine using the extrusion method. This process uses a combination of heating, friction, and high pressure. A quadratic regression model was used to predict the effect of temperature on the volume of oil produced. The results showed that the optimal temperature for producing candlenut oil is 95.96 degrees Celsius.

Keywords: *candlenut seed, candlenut oil, extraction machine, quadratic regression*

1. Pendahuluan

Tanaman kemiri memiliki sejumlah manfaat bagi kehidupan manusia, keseluruhan bagian tanaman ini dapat digunakan, dan bagian tanaman yang paling memiliki nilai ekonomi yang tinggi adalah biji kemiri. Biji kemiri dapat digunakan sebagai bumbu masak, obat-obatan, dan bahan baku kosmetik. Salah satu cara mengambil manfaat dari biji kemiri adalah dengan mengekstraksi biji kemiri sehingga dihasilkan minyak kemiri. Kandungan minyak dari biji kemiri sekitar 35%-65% minyak, hal ini tergolong cukup tinggi. Minyak kemiri (*candle nut oil*) digunakan sebagai minyak pengering pada industri cat dan pernis. Pada dunia kecantikan, minyak kemiri digunakan untuk menyuburkan rambut dan menghitamkan rambut. Minyak kemiri juga dapat digunakan untuk melapisi bagian dasar perahu agar tahan terhadap korosi air laut. Di bidang fashion, minyak kemiri dapat digunakan untuk bahan campuran pembatik.

Minyak nabati yang dihasilkan dari biji kemiri dapat diambil dengan cara proses rendering, pengepresan mekanik dan ekstraksi menggunakan pelarut. Proses rendering adalah memansakan biji kemiri menggunakan air panas sehingga minyak yang dihasilkan akan mengapung ke permukaan air. Proses pengepresan mekanik adalah mengekstrak minyak dari biji kemiri dengan menggunakan mesin pres, proses ini disinyalir menghasilkan rendemen minyak yang besar. Sedangkan proses ekstraksi menggunakan pelarut dengan melarutkan minyak dalam biji kemiri menggunakan pelarut misalnya Soxhlet. Metode pengambilan minyak dari biji-bijian ada metode yaitu mesin pengepres ulir, mesin pengepres hidrolik, mesin pengepres mekanis, mesin ekstraksi dengan metode ekstrusi, dan mesin ekstraksi dengan pelarut. Dalam penelitian ini, mesin ekstraksi yang digunakan adalah metode ekstrusi dengan metode ekstruder karena pengoperasiannya cukup mudah dan membutuhkan waktu yang relatif singkat dalam proses pengepresannya dibandingkan dengan metode lainnya.

Perancangan mesin screw press telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi minyak dari berbagai jenis biji melalui optimasi parameter geometri ulir, kondisi operasi, dan karakteristik material yang diproses. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa modifikasi desain seperti penggunaan variable-pitch screw, analisis *computational fluid dynamics* (CFD), serta evaluasi efisiensi pemisahan dapat meningkatkan rendemen minyak dan menurunkan konsumsi energi pada proses pengepresan mekanis [1],[3],[4]. Selain itu, kinerja screw press juga dipengaruhi oleh suhu pengepresan, kecepatan putar ulir, waktu pemanasan awal, serta karakteristik bahan baku sehingga berpengaruh terhadap rendemen, mutu minyak, dan kandungan senyawa bioaktif yang dihasilkan [2],[5],[7],[8],[9],[11].

Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa optimasi parameter operasi merupakan faktor penting dalam menghasilkan sistem ekstraksi minyak yang lebih efisien dan berkualitas.

Dalam proses perancangan mesin, aspek kekuatan mekanik dan pemilihan elemen mesin juga harus diperhatikan untuk menjamin keandalan sistem selama beroperasi. Analisis kekuatan puntir poros menjadi salah satu dasar dalam menentukan dimensi komponen yang mampu menahan beban torsi yang bekerja [6]. Selain itu, perancangan elemen mesin seperti poros, bantalan, dan sistem transmisi mengacu pada teori dasar perencanaan mesin dan desain elemen mekanik yang telah dikembangkan dalam berbagai literatur teknik [10],[13],[14],[15]. Pada tahap evaluasi hasil, pendekatan analisis data seperti regresi linier maupun nonlinier dapat digunakan untuk memodelkan hubungan antarvariabel dan mengevaluasi performa mesin secara kuantitatif [12]. Dengan demikian, pengembangan mesin screw press memerlukan integrasi antara aspek desain mekanik, karakteristik material, parameter proses, serta metode analisis sehingga diperoleh mesin yang memiliki kinerja optimal dan andal.

Metode ekstruder digunakan pada pengepresan biji jarak [9] memiliki hasil yang kurang efektif pada tekanan saringan. Metode srew press juga pernah digunakan pada biji kemiri [7] tetapi metode ini membutuhkan pemanasan yang terpisah, sehingga biji kemiri diproses pemasakan atau tempering. Dalam penelitian ini akan diteliti model matematis untuk menghasilkan minyak kemiri dari hasil pengepresan mesin ekstruksi agar mendapatkan suhu optimal. Minyak kemiri dihasilkan dari mesin ekstrusi dengan metode ekstruder yang merupakan kombinasi pemanasan, gesekan dan tekanan tinggi.

2. Material dan metodologi

Metode ekstrusi merupakan teknik pengambilan minyak dari biji yang mengombinasikan tekanan mekanik dan pemanas untuk memecah struktur biji, sehingga minyak dapat keluar secara efektif tanpa penggunaan pelarut kimia. Teknik ini dikenal dengan sebutan extrusion-expelling dalam literatur minyak nabati. Proses ini memanfaatkan gesekan dan tekanan dari ulir (screw) untuk menghasilkan panas internal yang membantu pelepasan minyak dari jaringan biji. Secara umum, metode ekstrusi memberikan alternatif yang lebih ekonomis dan berkelanjutan dibandingkan metode pelarut karena tidak memerlukan bahan kimia tambahan dan memiliki biaya operasi yang lebih rendah [11].

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk merancang dan mengevaluasi performa mesin pengepres biji. Analisis performa screw press untuk biji *Jatropha* menunjukkan bahwa performa mesin dipengaruhi oleh kadar air biji, kapasitas mesin, serta kondisi operasi. Hasil eksperimen menunjukkan nilai rendemen minyak dan efisiensi ekstraksi yang bervariasi sesuai kondisi operasi, dengan efisiensi ekstraksi mencapai hingga 81% pada parameter tertentu [5]. Penelitian lain menekankan hubungan antara throughput (laju umpan biji) dan efisiensi pemisahan minyak serta konsumsi energi mesin. Studi ini mengusulkan hubungan kuantitatif antara residu minyak dalam press cake dan kandungan padatan di dalam minyak hasil pengepresan [4]. Selain itu, optimasi proses pengepresan juga dilakukan melalui response surface methodology untuk meningkatkan rendemen minyak dari biji semangka (*Citrillus lanatus*). Parameter seperti temperatur pengepresan dan diameter pembatas saluran ulir berpengaruh signifikan terhadap hasil minyak akhir [8].

Regresi kuadratik merupakan salah satu bentuk *regression analysis* yang digunakan untuk memodelkan hubungan non-linier antara variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Model ini merupakan perluasan dari regresi linear dengan memasukkan komponen pangkat dua dari variabel bebas sehingga fungsi yang terbentuk adalah berupa kurva parabola. Bentuk umum persamaannya adalah:

$$Y = a + bx + cx^2 + \varepsilon$$

di mana Y adalah variabel terikat, x adalah variabel bebas, a adalah konstanta (intercept), b adalah koefisien linear, c adalah koefisien kuadratik, dan ε adalah galat (error term). Model ini memungkinkan hubungan yang berbentuk naik kemudian turun (atau sebaliknya) tergantung pada tanda koefisien kuadratik.

Dalam banyak studi aplikasi, regresi kuadratik terbukti memberikan model yang lebih akurat dibandingkan regresi linear ketika data menunjukkan pola non-linier. Sebagai contoh, dalam penelitian peramalan penjualan air minum, perbandingan antara regresi linear dan regresi non-linier kuadratik menunjukkan bahwa model kuadratik mampu menangkap variasi data yang tidak dapat dijelaskan oleh model linear sederhana. Pendekatan ini dinilai lebih baik terutama bila koefisien determinasi (*R-square*) lebih tinggi dan kesalahan prediksi (*MAPE*) lebih rendah [12].

Metode penelitian ini diawali dengan kajian literatur dan selanjutnya penelitian dilakukan melalui langkah- langkah sebagai berikut:

1. Pengujian mesin ekstraksi kemiri dengan system pengepresan ekstrusi.
2. Persiapan bahan biji kemiri yang ditimbang dengan berat yang sama.
3. Pengambilan data berupa variable bebas dengan memvariasikan suhu dan variable tak bebas adalah jumlah minyak kemiri
4. Pengumpulan data
5. Pengolahan data dengan menggunakan model regresi kuadratik

3. Hasil dan pembahasan

Dalam penelitian ini, pengambilan data berat biji kemiri diseragamkan dengan berat 250 gr. Kemudian dilakukan variasi suhu yang dimulai dari 50- 110°C.

Tabel 1. Hasil pengepresan biji kemiri

Suhu (C)	Massa ampas (gr)	Massa Hasil (minyak) (gr)	Volume Minyak (ml)
50	15.26	20,47	3
55	16.84	76,51	18
60	35.26	50,88	50
65	16.21	26,2	10
70	27.11	42,37	40
75	26.58	46,96	35
80	27.44	43,15	40
85	27.26	50,5	45
90	32.79	44,8	60
95	24.39	38,92	48
100	22.02	38,06	44
105	29.05	39,12	49
110	29.21	37,86	40

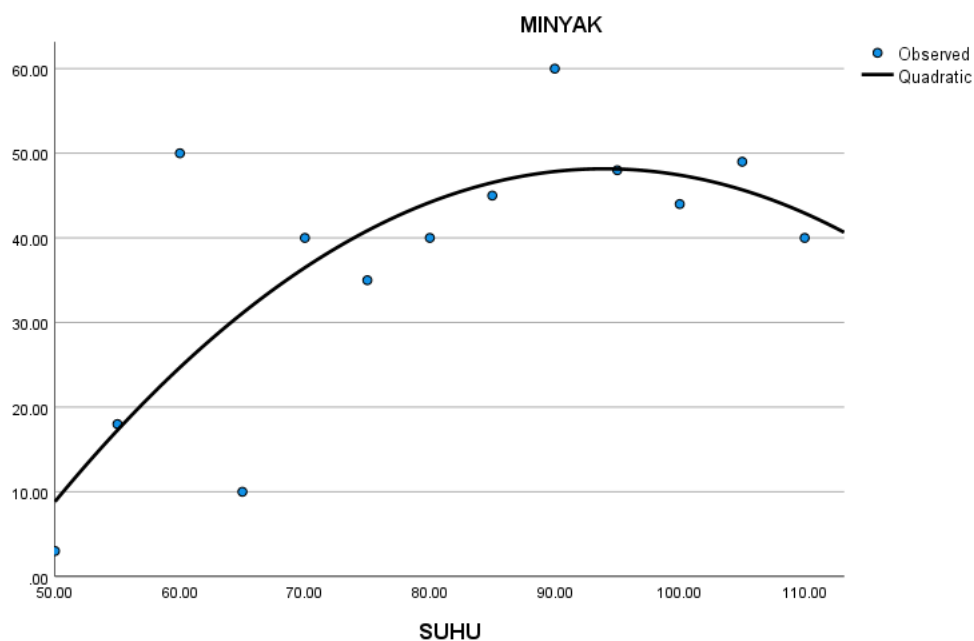
Dari Tabel 1 diperoleh data pengujian dimulai dari 50- 110°C. Pengambilan data dibawah suhu 50°C tidak dapat dilakukan karena biji kemiri belum terjadi pemanasan yang signifikan, sedangkan pengambilan data diatas suhu 110°C mengakibatkan biji kemiri gosong.

Pada penelitian ini, variable bebas yang akan digunakan adalah suhu (Celcius), dan variable terikat adalah volume minyak (ml). Data tersebut memperlihatkan naik turun volume minyak kemiri dikarenakan mesin belum memiliki pendingin.

Tabel 2. Hasil pengaruh variasi suhu pengepresan terhadap volume minyak kemiri.

Suhu (derajat)	Volume Minyak (ml)
50	3
55	18
60	50
65	10
70	40
75	35
80	40
85	45
90	60
95	48
100	44
105	49
110	40

Berikut adalah grafik pengaruh suhu terhadap minyak kemiri.



Gambar 1. Grafik suhu terhadap minyak kemiri

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa data yang dihasilkan berupa grafik fungsi kuadrat. Oleh karena itu, prediksi yang mendekati data Adalah model regresi kuadrat. Dengan menggunakan software SPSS diperoleh hasil berikut. Hubungan pengaruh suhu terhadap volume minyak kemiri yang dihasilkan, yaitu

$$y(x) = -131,549 + 3,826x - 0.02x^2$$

Dengan $y(x)$ adalah volume minyak kemiri (ml), dan x adalah suhu (Celcius).

Dari data dan model dapat diperoleh semakin rendah suhu, maka minyak yang dihasilkan semakin sedikit, namun semakin tinggi suhu, maka minyak yang dihasilkan akan menurun karena kemiri gosong.

Konsep optimal dapat diperoleh dengan uji turunan pertama yaitu

$$y'(x) = 0$$

$$y'(x) = 3,826 - 0.04x$$

$$3,826 - 0.04x = 0$$

$$0.04x = 3,826$$

$$x = 95,96^\circ\text{C}$$

Suhu optimal yang menghasilkan minyak paling banyak pada suhu $x = 95,96^\circ\text{C}$.

Tabel 3. Hasil koefisien determinasi dan koefisien korelasi

Model Summary

R	R Square	Adjusted Square	R Std. Error of the Estimate
.770	.593	.511	11.686

The independent variable is SUHU.

Dari Tabel 3 diperoleh bahwa nilai $R^2 = 0,770$ merupakan koefisien determinasi. Hal ini digunakan untuk melihat ukuran kecocokan model. Pada $R^2 = 0,770$ memiliki arti bahwa 77% volume minyak dipengaruhi oleh suhu, dan factor lain sebesar 23%. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai $r = 0,593$ merupakan koefisien korelasi.

Hal ini untuk melihat hubungan variable bebas dan variable terikat. Pada $r = 0,593$ artinya suhu memiliki hubungan yang searah dan “cukup” kuat untuk mempengaruhi volume minyak kemiri.

4. Kesimpulan

Mesin ekstraksi biji-bijian terdapat beberapa metode yang memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada biji kemiri, diperlukan pemanasan, tekanan dan gesekan sehingga dipilih mesin ekstraksi dengan metode ekstruder. Penelitian difokuskan pada variabel bebas berupa suhu dalam derajat Celcius dan variabel terikat yaitu volume minyak kemiri dalam satuan ml. Hasil pengambilan data diprediksi mengikuti model regresi kuadratik, dengan suhu optimal yaitu $95,96^\circ\text{C}$.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Program hibah P3M Politeknik Negeri Semarang Tahun 2025 yang didanai oleh Anggaran DIPA Politeknik Negeri Semarang SP.DIPA BLU No. 139.03.2.693471 pada Tanggal 2 Desember 2024.

Daftar Pustaka

- [1] K. Alabi, R. Busari, and O. Joel, "Development and Performance Evaluation of a Variable-Pitch Tapered-Shaft Screw Press for Palm Oil Extraction," *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, vol. 9, no. 2, pp. 49–61, 2022, doi: 10.54287/gujisa.1069996.
- [2] A. Allay, A. Ben Moumen, Y. Rbah, M.-L. Fauconnier, J. Nkengurutse, H. S. Caid, A. Elamrani, and F. Mansouri, "Effect of Screw Pressing Temperature on Yield, Bioactive Compounds, and Quality of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed Oil," *Journal of Cannabis Research*, vol. 7, Art. no. 37, 2025, doi: 10.1186/s42238-025-00296-6.
- [3] B. Ali, M. B. Khan, and M. Taqi, "Design and Development of an Efficient Screw Press Expeller for Oil Expression from *Jatropha curcas* Seeds: A Computational Fluid Dynamics Study of Expeller for Performance Analysis," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 52, 2013.
- [4] A. Chapuis, J. Blin, P. Carré, and D. Lecomte, "Separation Efficiency and Energy Consumption of Oil Expression Using a Screw Press: The Case of *Jatropha curcas* L. Seeds," *Industrial Crops and Products*, vol. 52, pp. 752–761, 2014.
- [5] S. M. M. Habib, M. A. El-Sharabasy, M. M. Badr, and M. El-Kholy, "Construction and Performance Evaluation of a Screw Press Machine to Extract *Jatropha* Oil," *Journal of Agricultural Research*, vol. 46, pp. 1479–1488, 2019.
- [6] M. Hayat *et al.*, "Uji Kekuatan Puntir Material Baja ST60 dengan Perlakuan Panas dan Tanpa Perlakuan Panas," 2014. [Online]. Available: <https://adoc.pub/uji-kekuatan-puntir-material-baja-st-60-dengan-perlakuan-pan.html>
- [7] Chynintya Galuh RP and V. Paramita, "Pengaruh Temperatur, Kecepatan Putar Ulir, dan Waktu Pemanasan Awal terhadap Perolehan Minyak Kemiri dari Biji Kemiri dengan Metode Penekanan Mekanis (*Screw Press*)," *Metana*, vol. 12, no. 1, pp. 17–25, 2016.
- [8] S. S. Guede, Y. R. Soro, K. Kouame, and Brou, "Optimization of Screw Press Extraction of *Citrullus lanatus* Seed Oil and Physicochemical Characterization," *European-American Journals*, vol. 4, pp. 35–46, 2017.
- [9] A. N. Siregar *et al.*, "Comparison of Oil Press for *Jatropha* Oil: A Review," *Research in Agricultural Engineering*, vol. 61, pp. 11–13, 2015.
- [10] Sularso and K. Suga, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta: Pradnya Paramita, 1997.
- [11] C. X. Tan, S. T. Tan, and S. S. Tan, "An Overview of Papaya Seed Oil Extraction Method," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 55, pp. 1506–1514, 2020.
- [12] G. F. Utami, D. Suhedi, and E. Kurniati, "Perbandingan Metode Regresi Linier dan Non-Linier Kuadratik pada Peramalan Penjualan Air Minum," *JMTM: Jurnal Matematika Teori dan Terapan Matematika*, vol. 20, pp. 33–41, 2021.
- [13] C. Van, "Alat-alat Perkakas". Bandung: Binacipta, 1986.
- [14] R. L. Mott, "Machine Elements in Mechanical Design", 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education, 2004.
- [15] J. E. Shigley and C. R. Mischke, *Mechanical Engineering Design*, 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1976.