

Analisis Kualitatif Metabolit Sekunder pada Ekstrak Etanol dan Akuades Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Menggunakan Metode Skrining Fitokimia

The Damoiseau

Epistemeus

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera*) menempati posisi strategis dalam kajian kimia bahan alam karena keragaman senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya. Paper ini membahas metabolit sekunder pada daun kelor melalui pendekatan kajian konseptual berbasis literatur, dengan fokus pada golongan senyawa seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, fenolik, steroid, terpenoid, dan glikosida. Pembahasan diarahkan pada pengertian metabolit sekunder, fungsi senyawa tersebut dalam sistem pertahanan tumbuhan, serta prinsip dasar identifikasi awal melalui skrining fitokimia. Reaksi warna, pembentukan endapan, dan pembentukan busa digunakan sebagai dasar pengenalan golongan senyawa secara kualitatif. Perbedaan sifat pelarut, terutama etanol dan akuades, turut dibahas untuk menjelaskan kecenderungan kelarutan senyawa berdasarkan tingkat kepolaran. Melalui pembahasan tersebut, daun kelor dapat ditempatkan sebagai contoh bahan alam yang relevan dalam pembelajaran kimia organik, fitokimia, dan pemanfaatan senyawa bioaktif dari tumbuhan.

Kata kunci: daun kelor, metabolit sekunder, fitokimia, senyawa bioaktif, bahan alam

1. Pendahuluan

Daun kelor (*Moringa oleifera*) bukan sekadar bahan pangan tradisional, melainkan objek kajian kimia bahan alam yang menyimpan keragaman senyawa bioaktif. Berbagai laporan ilmiah menempatkan daun kelor sebagai sumber senyawa fenolik, flavonoid, glukosinolat, alkaloid, tanin, saponin, dan kelompok metabolit sekunder lain yang berkaitan dengan aktivitas biologis tanaman. Posisi tersebut menjadikan daun kelor relevan untuk dibahas dalam konteks fitokimia, terutama sebagai contoh bahan alam yang mudah dijumpai tetapi memiliki kompleksitas kimia yang luas (Leone et al., 2015).

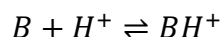
Metabolit sekunder merupakan senyawa organik yang tidak berperan langsung dalam proses dasar pertumbuhan, seperti pembelahan sel, respirasi, atau fotosintesis primer. Perannya lebih dekat dengan pertahanan, adaptasi, interaksi ekologis, perlindungan terhadap herbivora, serta respons terhadap tekanan lingkungan. Pada tumbuhan, kelompok senyawa ini mencakup alkaloid, terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan glikosida (Croteau et al., 2000).

Kajian terhadap metabolit sekunder pada daun kelor memiliki nilai edukatif karena mempertemukan konsep kimia organik, biokimia tumbuhan, serta analisis kualitatif dalam satu pembahasan. Flavonoid dan fenolik, misalnya, berkaitan dengan struktur cincin aromatik dan gugus hidroksil yang memengaruhi sifat antioksidan. Saponin berkaitan dengan struktur glikosida yang memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik, sedangkan alkaloid umumnya mengandung nitrogen dalam kerangka molekulnya (Wink, 2010).

Identifikasi awal metabolit sekunder umumnya dilakukan melalui skrining fitokimia. Metode ini bekerja berdasarkan perubahan visual, seperti terbentuknya warna tertentu, endapan, cincin antarmuka, atau busa stabil setelah sampel direaksikan dengan pereaksi tertentu. Skrining fitokimia tidak memberikan kadar senyawa secara pasti, tetapi dapat digunakan sebagai tahap pengenalan awal terhadap golongan senyawa yang kemungkinan terdapat dalam ekstrak tumbuhan (Harborne, 1998).

Pemilihan pelarut menjadi faktor utama dalam pembahasan ekstraksi metabolit sekunder. Etanol 70% sering digunakan karena memiliki kemampuan melarutkan senyawa polar hingga semipolar, sedangkan akuades lebih dominan menarik senyawa yang sangat polar. Perbedaan kepolaran pelarut memengaruhi jenis senyawa yang dapat terekstraksi dari jaringan tumbuhan, sehingga hasil skrining fitokimia dapat berbeda antara ekstrak etanol dan ekstrak air (Dai & Mumper, 2010).

Secara konseptual, kecenderungan kelarutan senyawa dapat dijelaskan melalui prinsip “like dissolves like”, yaitu senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa nonpolar lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar. Pada alkaloid, bentuk basa bebas dan bentuk garam dapat memengaruhi kelarutan. Secara sederhana, kesetimbangan protonasi alkaloid dapat ditulis sebagai berikut:



dengan B sebagai alkaloid dalam bentuk basa bebas dan BH^+ sebagai bentuk terprotonasi yang cenderung lebih larut dalam pelarut polar (Evans, 2009).

Pembahasan mengenai daun kelor dan metabolit sekundernya tidak diarahkan sebagai klaim farmakologis mutlak, melainkan sebagai kajian kimia edukatif terhadap kandungan senyawa bahan alam. Ruang lingkup paper ini berfokus pada pengenalan golongan metabolit sekunder, prinsip dasar skrining fitokimia, serta hubungan antara pelarut dan kecenderungan ekstraksi senyawa. Batasan tersebut diperlukan agar pembahasan tetap berada pada wilayah kimia dasar dan fitokimia kualitatif (Tiwari et al., 2011).

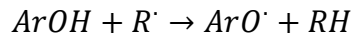
2. Pembahasan

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki posisi menarik dalam kajian kimia bahan alam karena kandungan senyawa bioaktifnya tidak berdiri pada satu kelompok tunggal. Literatur melaporkan keberadaan flavonoid, fenolik, alkaloid, tanin, saponin, glikosida, steroid, dan terpenoid pada berbagai bagian tanaman kelor, terutama daun. Keragaman tersebut membuat daun kelor layak dijadikan contoh edukatif untuk memahami hubungan antara struktur kimia, kelarutan, dan identifikasi senyawa organik bahan alam (Leone et al., 2015).

Metabolit sekunder pada tumbuhan bekerja sebagai perangkat kimia pertahanan, komunikasi, dan adaptasi lingkungan. Senyawa tersebut tidak terlibat langsung dalam metabolisme primer seperti pembentukan energi atau sintesis protein, tetapi berperan dalam perlindungan terhadap mikroorganisme, herbivora, stres oksidatif, serta kompetisi ekologis. Dalam konteks daun kelor, pembahasan metabolit sekunder memberi ruang untuk membaca tanaman sebagai sistem kimia yang aktif, bukan sekadar bahan biologis pasif (Croteau et al., 2000).

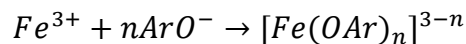
Flavonoid menjadi salah satu kelompok senyawa yang paling sering dikaitkan dengan daun kelor. Secara struktur, flavonoid memiliki kerangka dasar $C_6 - C_3 - C_6$, yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh tiga atom karbon. Gugus hidroksil pada struktur flavonoid

berperan dalam kemampuan donasi elektron atau atom hidrogen, sehingga kelompok senyawa ini sering dikaitkan dengan aktivitas antioksidan. Reaksi penyederhanaannya dapat ditulis sebagai berikut:



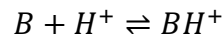
dengan $ArOH$ sebagai senyawa fenolik dan R' sebagai radikal bebas (Pietta, 2000).

Senyawa fenolik memiliki kedekatan konseptual dengan flavonoid karena sama-sama mengandung gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatik. Pada uji kualitatif, fenolik kerap dikenali melalui pereaksi besi(III) klorida. Warna biru tua, hijau kehitaman, atau ungu dapat muncul akibat pembentukan kompleks antara ion Fe^{3+} dan gugus fenolat. Reaksi sederhananya dapat digambarkan sebagai berikut:



Persamaan tersebut bukan stoikiometri mutlak, melainkan representasi sederhana dari pembentukan kompleks berwarna (Harborne, 1998).

Alkaloid dibahas sebagai kelompok metabolit sekunder yang umumnya mengandung atom nitrogen. Sifat basa lemah pada banyak alkaloid membuatnya dapat mengalami protonasi dalam suasana asam. Bentuk terprotonasi tersebut lebih mudah berinteraksi dengan pereaksi pengendap seperti Dragendorff, sehingga menghasilkan endapan jingga hingga coklat. Kestimbangan dasarnya dapat ditulis:



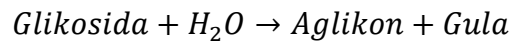
dengan B sebagai alkaloid basa bebas dan BH^+ sebagai alkaloid terprotonasi (Evans, 2009).

Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki kemampuan berikatan dengan protein dan ion logam. Dalam pembahasan fitokimia, tanin sering dikenali melalui perubahan warna setelah penambahan $FeCl_3$ mirip dengan senyawa fenolik lain. Tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis memiliki perbedaan struktur, tetapi keduanya tetap menunjukkan karakter polifenolik yang kuat. Pada daun kelor, keberadaan tanin menarik dibahas karena memperlihatkan hubungan antara gugus fungsi, kompleksasi logam, dan identifikasi kualitatif dalam kimia bahan alam (Khanbabaee & van Ree, 2001).

Saponin memiliki karakter khas karena strukturnya tersusun dari bagian aglikon yang relatif nonpolar dan bagian gula yang polar. Sifat amfifilik tersebut membuat saponin mampu menurunkan tegangan permukaan air dan menghasilkan busa stabil ketika dikocok. Uji busa menjadi metode sederhana untuk mengenali keberadaan saponin secara kualitatif. Dalam kerangka edukatif, saponin memperlihatkan keterkaitan langsung antara struktur molekul dan gejala makroskopik yang mudah diamati (Hostettmann & Marston, 1995).

Terpenoid dan steroid dapat dibahas sebagai kelompok senyawa yang berhubungan dengan unit isoprena. Terpenoid umumnya tersusun berdasarkan pola $(C_5H_8)_n$ sedangkan steroid memiliki kerangka empat cincin yang khas. Identifikasi awal kedua kelompok ini sering menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard yang menghasilkan perubahan warna tertentu akibat reaksi dalam suasana asam kuat. Pembahasan terpenoid dan steroid pada daun kelor memberi contoh bahwa metabolit sekunder tidak selalu bersifat sangat polar; sebagian justru lebih mudah diekstraksi oleh pelarut semipolar atau kurang polar (Dewick, 2002).

Glikosida menarik dibahas karena menghubungkan dua bagian struktur, yaitu aglikon dan gula. Ikatan glikosidik dapat mengalami hidrolisis dalam kondisi asam atau enzimatis, menghasilkan komponen gula dan non-gula. Secara umum, hidrolisis glikosida dapat ditulis sebagai berikut:



Reaksi tersebut membantu menjelaskan mengapa glikosida sering dibahas dalam kimia bahan alam, terutama ketika aktivitas biologis suatu senyawa dipengaruhi oleh bagian aglikonnya (Bruneton, 1999).

Pemilihan pelarut menjadi bagian penting dalam pembahasan metabolit sekunder. Etanol 70% sering dianggap efektif karena campuran etanol-air mampu menjangkau senyawa polar hingga semipolar. Akuades cenderung lebih selektif terhadap senyawa sangat polar seperti gula, sebagian saponin, dan beberapa fenolik sederhana. Perbedaan daya larut tersebut berakar pada kepolaran, ikatan hidrogen, dan interaksi antarmolekul antara pelarut dan senyawa target (Dai & Mumper, 2010).

Skrining fitokimia tidak dapat diposisikan sebagai bukti kuantitatif kandungan senyawa. Metode ini hanya memberikan indikasi awal berdasarkan perubahan warna, pembentukan endapan, atau terbentuknya busa. Hasil positif pada uji fitokimia berarti suatu golongan senyawa diduga terdapat dalam sampel, bukan kadar senyawanya telah terukur secara pasti. Untuk penentuan kadar, metode seperti spektrofotometri UV-Vis, kromatografi lapis tipis, HPLC, atau LC-MS lebih sesuai digunakan (Tiwari et al., 2011).

Pembahasan daun kelor sebagai objek fitokimia memberi nilai edukatif karena mempertemukan banyak konsep kimia dalam satu objek yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Flavonoid dan fenolik mengantar pembahasan pada antioksidan dan kompleksasi logam; alkaloid memperkenalkan konsep asam-basa; saponin menghubungkan struktur amfifilik dengan pembentukan busa; glikosida memperlihatkan hidrolisis; terpenoid dan steroid membuka ruang pembahasan mengenai kerangka karbon nonpolar. Daun kelor akhirnya dapat dibaca sebagai pintu masuk untuk memahami kimia bahan alam secara konseptual dan terstruktur (Wink, 2010).

3. Data Literatur dan Analisis

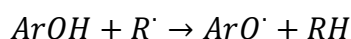
Data dalam paper ini bersumber dari kajian pustaka terhadap jurnal ilmiah dan buku farmakognosi yang membahas daun kelor (*Moringa oleifera*), metabolit sekunder, serta metode skrining fitokimia. Karena paper ini tidak didasarkan pada eksperimen mandiri, data yang digunakan tidak diposisikan sebagai hasil pengukuran pribadi, melainkan sebagai data sekunder yang dikutip dari literatur. Pendekatan tersebut relevan untuk paper non-formal berbasis pembahasan konseptual, selama sumber rujukan dinyatakan secara terbuka dan klaim yang digunakan tidak melampaui isi literatur.

Tabel 1. Data Literatur Mengenai Metabolit Sekunder Daun Kelor

No.	Golongan Senyawa	Status dalam Literatur	Dasar Kimia / Identifikasi	Sumber
1	Flavonoid	Dilaporkan sebagai salah satu kelompok senyawa bioaktif pada daun kelor.	Berkaitan dengan struktur polifenolik dan aktivitas antioksidan.	Leone et al. (2015)
2	Fenolik	Dilaporkan terdapat pada daun kelor dan sering dikaitkan dengan aktivitas antioksidan.	Dapat bereaksi dengan $FeCl_3$ membentuk kompleks berwarna.	Sreelatha dan Padma (2009)
3	Alkaloid	Dilaporkan dalam skrining fitokimia beberapa bagian tanaman kelor.	Bersifat basa lemah karena keberadaan atom nitrogen.	Kasolo et al. (2010)
4	Tanin	Dilaporkan sebagai komponen fitokimia pada daun kelor.	Termasuk polifenol; dapat membentuk kompleks dengan protein dan ion logam.	Makkar dan Becker (1996)
5	Saponin	Dilaporkan pada daun kelor dalam kajian fitokimia.	Bersifat amfifilik dan menghasilkan busa stabil dalam uji busa.	Kasolo et al. (2010)
6	Glikosida	Dilaporkan dalam kajian fitokimia kelor.	Tersusun atas bagian gula dan aglikon.	Leone et al. (2015)
7	Terpenoid	Dibahas dalam konteks metabolit sekunder tumbuhan dan dapat ditemukan pada bahan alam.	Berkaitan dengan unit isoprena, yaitu $(C_5H_8)_n$.	Dewick (2002)
8	Steroid	Termasuk kelompok metabolit sekunder yang dapat diuji melalui pereaksi Liebermann–Burchard.	Memiliki kerangka empat cincin khas steroid.	Evans (2009)

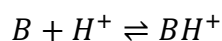
Data literatur menunjukkan bahwa daun kelor tidak hanya mengandung satu jenis metabolit sekunder, melainkan beberapa kelompok senyawa dengan karakter kimia yang berbeda. Leone et al. (2015) menempatkan daun kelor sebagai bahan alam yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, fenolik, glukosinolat, dan beberapa kelompok senyawa lain. Posisi ini membuat daun kelor relevan sebagai objek pembahasan fitokimia, terutama untuk menjelaskan hubungan antara struktur senyawa, kelarutan, dan prinsip identifikasi kualitatif.

Flavonoid dan fenolik menjadi dua kelompok senyawa yang paling kuat untuk dibahas dalam paper ini karena keduanya berhubungan langsung dengan konsep antioksidan. Sreelatha dan Padma (2009) membahas aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik pada daun kelor, sehingga sumber tersebut dapat digunakan untuk mendukung pembahasan mengenai peran gugus hidroksil fenolik dalam menangkap radikal bebas. Secara sederhana, reaksi donasi hidrogen oleh senyawa fenolik dapat ditulis sebagai berikut:



dengan $ArOH$ sebagai senyawa fenolik dan R' sebagai radikal bebas.

Alkaloid pada daun kelor dapat dibahas melalui sifat basa lemah dari senyawa yang mengandung nitrogen. Kasolo et al. (2010) melaporkan keberadaan beberapa kelompok fitokimia pada daun dan akar kelor, termasuk alkaloid dan saponin. Dalam konteks kimia, alkaloid dapat mengalami protonasi dalam suasana asam. Reaksi kesetimbangannya dapat ditulis sebagai berikut:

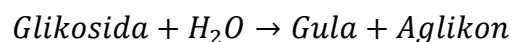


dengan B sebagai alkaloid dalam bentuk basa bebas dan BH^+ sebagai bentuk terprotonasi.

Tanin pada daun kelor dapat dikaitkan dengan karakter polifenolik. Makkar dan Becker (1996) membahas nilai nutrisi serta komponen antinutrisi pada daun kelor, termasuk tanin. Secara kimia, tanin mampu berinteraksi dengan ion logam dan protein karena memiliki banyak gugus hidroksil fenolik. Pada uji kualitatif, tanin sering dikenali melalui perubahan warna dengan $FeCl_3$, yang secara sederhana dapat dipahami sebagai pembentukan kompleks antara ion besi(III) dan gugus fenolat.

Saponin menarik dibahas karena menghubungkan struktur molekul dengan fenomena fisik yang mudah diamati. Kasolo et al. (2010) melaporkan keberadaan saponin dalam kajian fitokimia kelor. Senyawa ini memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik, sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan air dan menghasilkan busa stabil. Uji busa menjadi contoh sederhana bahwa perubahan visual dalam skrining fitokimia dapat dijelaskan melalui sifat molekul, bukan sekadar gejala praktikum.

Glikosida dapat dibahas melalui konsep ikatan antara gula dan aglikon. Leone et al. (2015) membahas komponen fitokimia kelor dalam kerangka bahan alam dan senyawa bioaktif. Secara umum, glikosida dapat mengalami hidrolisis menghasilkan gula dan aglikon:



Reaksi ini memberi dasar konseptual untuk memahami mengapa glikosida penting dalam kimia bahan alam.

Terpenoid dan steroid lebih tepat ditempatkan sebagai bagian dari pembahasan umum metabolit sekunder tumbuhan. Dewick (2002) menjelaskan terpenoid sebagai senyawa yang dibangun dari unit isoprena, sedangkan Evans (2009) membahas steroid dan metode pengenalan senyawa bahan alam dalam konteks farmakognosi. Bagian ini bisa dipakai untuk memperluas pembahasan tanpa harus mengklaim bahwa semua jenis steroid atau terpenoid tertentu telah diukur langsung dalam paper ini.

Tabel 2. Sumber Literatur yang Bisa Dipakai sebagai "Data" Paper

Sumber	Jenis Sumber	Data yang Bisa Diambil	Posisi dalam Paper
Leone et al. (2015)	Review jurnal	Ringkasan fitokimia daun kelor	Dasar umum kandungan metabolit sekunder
Sreelatha & Padma (2009)	Artikel jurnal	Fenolik dan aktivitas antioksidan daun kelor	Dasar pembahasan flavonoid/fenolik
Kasolo et al. (2010)	Artikel jurnal	Skrining fitokimia daun dan akar kelor	Dasar data alkaloid, saponin, dan kelompok lain
Makkar & Becker (1996)	Artikel jurnal	Nutrisi dan komponen antinutrisi daun kelor	Dasar pembahasan tanin
Harborne (1998)	Buku metode	Prinsip skrining fitokimia	Dasar metode identifikasi kualitatif
Evans (2009)	Buku farmakognosi	Alkaloid, steroid, dan uji farmakognosi	Dasar teori senyawa bahan alam
Dewick (2002)	Buku kimia bahan alam	Biosintesis terpenoid dan metabolit sekunder	Dasar teori terpenoid

Data yang digunakan dalam paper ini merupakan data sekunder dari jurnal ilmiah dan buku farmakognosi. Leone et al. (2015) melaporkan bahwa daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, senyawa fenolik, dan kelompok

metabolit sekunder lain. Sreelatha dan Padma (2009) membahas hubungan antara kandungan fenolik daun kelor dan aktivitas antioksidannya. Kasolo et al. (2010) melaporkan keberadaan beberapa kelompok fitokimia pada daun dan akar kelor melalui skrining fitokimia. Makkar dan Becker (1996) membahas kandungan nutrisi serta komponen antinutrisi daun kelor, termasuk tanin. Literatur tersebut digunakan sebagai dasar pembahasan, bukan sebagai data hasil eksperimen mandiri.

4. Penutup

Daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat ditempatkan sebagai objek kajian kimia bahan alam yang relevan karena memuat beragam metabolit sekunder dalam satu bahan biologis. Flavonoid, fenolik, alkaloid, tanin, saponin, glikosida, terpenoid, dan steroid memberi gambaran bahwa daun kelor tidak hanya bernilai sebagai tanaman pangan, tetapi juga sebagai contoh konkret untuk memahami struktur, sifat, dan identifikasi senyawa organik bahan alam. Dalam konteks paper ini, daun kelor dibahas sebagai bahan edukatif, bukan sebagai objek klaim farmakologis yang bersifat mutlak.

Pembahasan berbasis literatur memperlihatkan bahwa tiap kelompok metabolit sekunder memiliki dasar kimia yang berbeda. Flavonoid dan fenolik berkaitan dengan gugus hidroksil aromatik dan kemampuan donasi hidrogen. Alkaloid berkaitan dengan keberadaan nitrogen dan sifat basa lemah. Saponin memperlihatkan hubungan antara struktur amfifilik dan pembentukan busa. Glikosida menghubungkan konsep ikatan glikosidik dengan hidrolisis, sedangkan terpenoid dan steroid membuka ruang pembahasan mengenai kerangka karbon nonpolar dalam bahan alam.

Skrining fitokimia memiliki nilai penting sebagai tahap pengenalan awal terhadap golongan senyawa. Perubahan warna, pembentukan endapan, pembentukan busa, dan reaksi khas dengan pereaksi tertentu dapat digunakan untuk membaca kemungkinan keberadaan metabolit sekunder. Metode tersebut tetap perlu ditempatkan sebagai pendekatan kualitatif. Hasil positif dalam skrining tidak dapat disamakan dengan pengukuran kadar, karena identifikasi kuantitatif memerlukan metode instrumental seperti spektrofotometri UV-Vis, kromatografi lapis tipis, HPLC, atau LC-MS.

Paper ini menggunakan data sekunder dari jurnal dan buku sebagai dasar pembahasan. Posisi data tersebut bukan sebagai hasil praktikum mandiri, melainkan sebagai bahan analisis konseptual untuk memahami hubungan antara literatur, struktur senyawa, dan prinsip identifikasi kimia. Dengan batasan tersebut, pembahasan daun kelor dapat tetap bersifat akademis tanpa mengklaim adanya eksperimen yang tidak dilakukan.

Secara umum, kajian metabolit sekunder pada daun kelor memberi ruang pembelajaran yang luas dalam kimia organik dan fitokimia. Satu objek sederhana dapat membuka pembahasan mengenai gugus fungsi, kelarutan, reaksi asam-basa, kompleksasi logam, hidrolisis, hingga interaksi molekul dengan pelarut. Nilai utama paper ini terletak pada pembacaan kimia terhadap bahan alam yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, tetapi memiliki struktur pembahasan ilmiah yang cukup kaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants* (2nd ed.). Lavoisier Publishing.
- Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000). Natural products: Secondary metabolites. In B. B. Buchanan, W. Gruissem, & R. L. Jones (Eds.), *Biochemistry and molecular biology of plants* (pp. 1250–1318). American Society of Plant Physiologists.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, *15*(10), 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Dewick, P. M. (2002). *Medicinal natural products: A biosynthetic approach* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Evans, W. C. (2009). *Trease and Evans' pharmacognosy* (16th ed.). Saunders Elsevier.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis* (3rd ed.). Chapman & Hall.
- Hostettmann, K., & Marston, A. (1995). *Saponins*. Cambridge University Press.
- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., Ochieng, J., & Ogwal-Okeng, J. W. (2010). Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. *Journal of Medicinal Plants Research*, *4*(9), 753–757.
- Khanbabae, K., & van Ree, T. (2001). Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*, *18*(6), 641–649. <https://doi.org/10.1039/b1010611>
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, *16*(6), 12791–12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1996). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology*, *63*(1–4), 211–228. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01023-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01023-1)
- Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, *63*(7), 1035–1042. <https://doi.org/10.1021/np9904509>
- Sreelatha, S., & Padma, P. R. (2009). Antioxidant activity and total phenolic content of *Moringa oleifera* leaves in two stages of maturity. *Plant Foods for Human Nutrition*, *64*, 303–311. <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0141-0>
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., & Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and extraction: A review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, *1*(1), 98–106.

Wink, M. (2010). Introduction: Biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites. In M. Wink (Ed.), *Biochemistry of plant secondary metabolism* (2nd ed., pp. 1–19). Wiley-Blackwell.