

Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre Nursery terhadap Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Trichoderma pada Campuran Tanah Subsoil dan Bahan organik

Febbri Lestari Romeka Putra, Herry Wirianata^{*)}, Suprih Wijayani

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email korespondensi: her.wirianata@gmail.com

ABSTRACT

The expansion and replanting of oil palm plantations require the availability of qualified seedlings to anticipate the biotic and abiotic stresses. The use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and Trichoderma biofertilizers is an alternative in the management of oil palm nurseries. This study is a factorial experiment arranged in a completely randomized design. There are three levels of AMF doses, namely: 0, 15, and 30 g/seedling; and there are three levels of Trichoderma doses, namely: 0, 10, and 15 g/seedling. There are nine treatment combinations with six replications, 54 pre-nursery oil palm seedlings are needed with seedling growth components and AMF colonization as observed parameters. The results of the study showed that the application of AMF 30 g/seedling and Trichoderma 15 g/seedling resulted in the highest level of mycorrhizal colonization in the roots of PN oil palm seedlings. The application of 30 g of AMF/seedling and 10 g of Trichoderma/seedling resulted in better biomass of PN oil palm seedlings, although not significantly different from the application of 15 g of AMF/seedling and 0 or 10 g of Trichoderma/seedling.

Keywords: AMF; Trichoderma; dosage; seedling growth; oil palm

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas utama perkebunan Indonesia yang mempunyai banyak peran strategis, baik ditinjau dari aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan serta pengembangan wilayah. Hilirisasi komoditas ini menjadi prioritas utama untuk meningkatkan nilai tambah dan manfaat domestik minyak sawit. Di pihak lain, kelangkaan energi berbasis bahan bakar fosil memberikan peluang pengembangan bahan bakar nabati yang sudah diawali oleh Pemerintah dengan program biodiesel yang sekarang dikenal dengan B40. Oleh karena itu, permintaan akan minyak sawit terus mengalami peningkatan, baik untuk

kebutuhan ekspor maupun domestik.

Produksi minyak sawit Indonesia dalam beberapa tahun terakhir stagnan bahkan cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, terutama usia tanaman mencapai tahap peremajaan, anomali iklim (seperti kekeringan dan banjir), keragaman dalam pengelolaan kebun, dan serangan *Ganoderma* (penyakit busuk pangkal batang). Perkebunan besar swasta dan terutama Perkebunan Rakyat sebagian memasuki masa peremajaan dan upaya ini seyogyanya harus mengantisipasi tantangan menghadapi dampak Perubahan Iklim yang diprediksi semakin nyata pengaruhnya terhadap keragaan produksi kelapa sawit. Adanya bibit yang berkualitas (potensi produksi tinggi dan toleran terhadap kekeringan serta tahan terhadap penyakit busuk pangkal batang) sangat diperlukan. Upaya ini memerlukan pengelolaan pembibitan yang mendukung potensi keunggulan bahan tanam yang ada.

Penggunaan mikroorganisme yang menguntungkan (*benefial microorganism*) menjadi alternatif utama dalam menghadapi tantangan tersebut. Fungi mikoriza arbuskula (FMA) menjadi alternatif utama untuk menghasilkan bibit yang berkualitas dalam hubungan dengan kondisi lahan yang suboptimum. FMA yang dikenal sebagai biofertilizer yang mempunyai beberapa kelebihan berikut : meningkatkan ketersediaan P dan serapan hara, meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik (kekeringan, pH, suhu, salinitas dan polutan) dan biotik (patogen tanaman) (Piliarová dkk., 2019). FMA mampu meningkatkan kesehatan tanah melalui pengaruh simbiosis terhadap zona perakaran tanaman (Chen dkk., 2018).

Beneficial microorganims yang banyak dipergunakan sebagai pupuk hayati adalah *Trichoderma* yang merupakan soil fungi. Genus *Trichoderma* terdiri atas lebih dari 500 spesies yang umum ditemukan dalam tanah, di sekitar perakaran dan sebagai saprofit dalam bahan organik yang lapuk (Ismaiel dkk., 2024). Selama ini *Trichoderma* berperan sebagai biokontrol dalam pengendalian hayati patogen tular tanah dan *plant growth promoter* (Hoyos-Carvajal dkk., 2009). Kontribusi *Trchoderma* dalam pertanian adalah kemampuannya meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman melalui interaksi yang menguntungkan. *Trchoderma* meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme : kolonisasi akar, pelarutan dan bioavailability hara dalam tanah (Tyśkiewicz dkk., 2022; Velmourougane dkk., 2019), toleransi terhadap cekaman abiotik, produksi metabolit sekunder (Vinale & Sivasithamparam, 2020), dan sintesis fitohormon, seperti auksin, giberelin, dan sitokinin (Illescas dkk., 2021).

Bersama-sama, FMA dan *Trichoderma* membentuk hubungan sinergis yang dapat meningkatkan kesehatan dan hasil panen tanaman secara signifikan. Kombinasi ini telah dipelajari pada berbagai tanaman, menunjukkan tingkat keberhasilan yang bervariasi dalam pengendalian penyakit dan peningkatan pertumbuhan tanaman (Szczalba dkk., 2019) *Trichoderma* telah menunjukkan efek pemacu pertumbuhan yang signifikan, meningkatkan bobot segar dan kering berbagai tanaman, serta meningkatkan perkembangan akar. Produksi

hormon pertumbuhan seperti asam indol-3-asetat (IAA) dan siderofor berkontribusi pada peningkatan penyerapan nutrisi dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.

Pemanfaatan FMA dan *Trichoderma* dapat dilakukan sejak pembibitan yang diinokulasi ke sekitar lubang tanam. Sebagai fungi endofit, perkembangan simbiosis FMA dan *Trichoderma* di pembibitan dipengaruhi antara lain oleh kondisi media bibit. Oleh karena itu, perlu dikaji pengaruh campuran bahan organik dan tanah subsoil terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di prenursery.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama Maret – Juni 2023 di kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, yang berada di Maguwoharjo. Objek yang dipakai pada penelitian ini yaitu, tanah subsoil regosol, kecambah kelapa sawit yang disilang melalui varietas Dura dan Pisifera (D x P) yang didapat dari PPKS, fungi mikoriza arbuskula, dan *Trichoderma*.

Penelitian ini merupakan percobaan factorial yang disusun dalam rancangan acak lengkap Faktor pertama adalah dosis FMA dengan 3 aras (0, 15, dan 30 g/bibit); faktor kedua adalah dosis inokulan *Trichoderma* dengan 3 aras (0, 10, dan 15 g/bibit). Ada $3 \times 3 = 9$ kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak 6 kali, sehingga diperlukan 54 bibit kelapa sawit. Hasil penelitian dianalisis dengan sidik ragam dilanjutkan dengan uji Duncan pada jenjang nyata 5%. Parameter pengamatan terdiri atas Tingkat kolonisasi mikoriza di perakaran dan komponen pertumbuhan bibit kelapa sawit PN. Tingkat kolonisasi mikoriza ditentukan sesuai dengan Rajapakse & Miller (1992) sebagai berikut : <5%= kelas 1 (sangat rendah), 6–25% = kelas 2 (rendah), 26–50%= kelas 3 (sedang), 51 – 75% = kelas 4 (tinggi), >75%= kelas 5 (sangat tinggi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inokulasi FMA 15 dan 30 g/bibit menghasilkan tingkat kolonisasi mikoriza yang berbeda pada perakaran bibit kelapa sawit PN, meskipun respon ini dipengaruhi juga oleh dosis *Trichoderma* sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Kolonisasi mikoriza pada perakaran bibit kelapa sawit PN dengan dosis *richoderma* yang berbeda (%).

Kombinasi perlakuan		Sampel akar	Akar terinfeksi	persentase (%)	kategori
FMA (g/bibit)	Trichoderma (g/bibit)				
15	0	20	2	10 %	rendah
30	0	20	9	45 %	sedang
15	10	20	4	20 %	rendah
30	10	20	6	30 %	sedang
15	15	20	5	25 %	rendah
30	15	20	8	40 %	sedang

Tabel 1 menunjukkan bahwa FMA 30 g/bibit menghasilkan tingkat kolonisasi mikoriza yang lebih tinggi (termasuk kategori sedang) dibandingkan 15 g/bibit pada semua dosis *Trichoderma* yang diteliti. Kolonisasi FMA di perakaran antara lain dipengaruhi oleh jumlah propagul fungi yang meningkat sesuai dengan dosis aplikasi dan pertumbuhan akar. Perkecambahan propagul diikuti penetrasi dan kolonisasi fungi, menyebabkan perubahan fisiologi dalam perakaran bibit kelapa sawit. Eksudat akar yang kaya bahan organik menimbulkan *mycorrhizospere effect* yang menarik *Trichoderma* untuk mengkoloni permukaan akar dan mengaktifkan mekanisme pertahanan dan meningkatkan fotosintesis daun (Vargas dkk., 2009) *et al.*, 2009), sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat segar dan berat kering tajuk bibit kelapa sawit di PN dipengaruhi oleh interaksi yang nyata antara dosis FMA dan dosis *Trichoderma*. Pengaruh interaksi kedua perlakuan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh interaksi dosis FMA dan *Trichoderma* terhadap berat segar dan berat kering tajuk kelapa sawit PN pada media campuran subsoil dan bahan organik (g)

Kombinasi perlakuan		Berat segar tajuk (g)	Berat kering tajuk (g)
Dosis FMA (g/bibit)	Dosis <i>Trichoderma</i> (g/bibit)		
0	0	2,55 bc	0,66 ab
	10	2,72 abc	0,69 ab
	15	2,65 abc	0,67 ab
15	0	3,27 ab	0,84 a
	10	2,22 c	0,55 c
	15	3,48 a	0,83 a
30	0	2,47 bc	0,63 ab
	10	2,83 abc	0,70 ab
	15	2,17 c	0,55 c

Keterangan : rerata kombinasi perlakuan yang diikuti huruf yang sama dalam kolom menunjukkan pengaruh interaksi yang sama pada Uji Duncan 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh interaksi antara dosis FMA dan dosis *Trichoderma* bervariasi terhadap berat segar tajuk bibit PN. Pada umumnya pengaruh interaksi perlakuan ini dapat meningkatkan berat segar tajuk bibit dibanding yang tanpa aplikasi kedua biofertilizer bersangkutan. Berat segar tajuk bibit yang terbesar dihasilkan oleh 15 g FMA dan 15 g *Trichoderma* sedangkan berat segar tajuk terendah dihasilkan oleh 30 g/bibit FMA dan 15 g/bibit *Trichoderma*. Diketahui juga, bahwa pada aras dosis *Trichoderma* yang sama, peningkatan dosis FMA cenderung menghasilkan berat segar tajuk yang semakin rendah. Perkembangan mikoriza dalam perakaran dipengaruhi oleh pertumbuhan bibit dan perkembangan FMA. Di perkirakan peningkatan dosis FMA memungkinkan kolonisasi internal mikrosimbion ini di sistem perakaran berlangsung lebih intensif yang pada tahap ini belum memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tajuk. Sebaliknya dosis FMA 15 g/bibit proses kolonisasi internal berlangsung bertahap sesuai dengan populasi inokulum FMA-nya.

Tabel 2 menunjukkan juga bahwa berat kering tajuk bibit kelapa sawit di PN yang terbesar dihasilkan oleh FMA 15 g/bibit dan *Trichoderma* 15 g/bibit yang tidak berbeda nyata dengan FMA 15 g/bibit tanpa *Trichoderma* yang kedua kombinasi perlakuan ini menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada semua kombinasi perlakuan meskipun belum menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali jika dibanding dengan FMA 15g/bibit dan *Trichoderma* 10 g/bibit ataupun FMA 30 g/bibit dan *Trichoderma* 15 g/bibit yang menghasilkan berat kering tajuk terendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat segar dan berat kering bibit kelapa sawit PN dipengaruhi oleh interaksi nyata antara dosis FMA dan dosis *Trichoderma*. Pengaruh interaksi kedua perlakuan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh interaksi dosis FMA dan *Trichoderma* terhadap berat segar dan berat kering bibit kelapa sawit PN pada media campuran subsoil dan bahan organik (g)

Kombinasi perlakuan		Berat segar bibit (g)	Berat kering bibit (g)
FMA (g/bibit)	<i>Trichoderma</i> (g/bibit)		
0	0	5,02 c	2,24 b
	10	6,92 ab	3,27 a
	15	5,16 bc	2,45 b
15	0	5,40 abc	2,42 b
	10	4,56 c	2,06 b
	15	5,86 abc	2,62 ab
30	0	5,90 abc	2,78 ab
	10	7,07 a	3,36 a
	15	4,92 b	2,39 b

Keterangan : rerata kombinasi perlakuan yang diikuti huruf yang sama dalam kolom menunjukkan pengaruh interaksi yang sama pada Uji Duncan 5%

Tabel 3 mengungkapkan bahwa pemberian FMA 30 g/bibit dan *Trichoderma* 10 g/bibit menghasilkan berat segar dan berat kering bibit kelapa sawit PN yang lebih baik meskipun

tidak berbeda nyata dengan FMA 15 g/bibit dan *Trichoderma* 0 ataupun 10 g/bibit. Sebaliknya pengaruh interaksi yang terkecil dihasilkan FMA 15 g/bibit dan *Trichoderma* 10 g/bibit terhadap berat bibit tersebut. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan dalam pertumbuhan dan perkembangan kedua jenis pupuk hayati yang diteliti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi FMA dengan dosis berbeda memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap komponen pertumbuhan bibit kelapa sawit PN, kecuali pada tinggi dan jumlah daun bibit seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh dosis FMA terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit PN.

Parameter	Dosis FMA (g/bibit)		
	0	15	30
Tinggi bibit (cm)	23,04 p	21,04 q	20,66 q
Jumlah daun (helai)	3,83 p	3,50 q	3,78 pq
Diameter batang (cm)	5,86 p	5,91 p	6,02 p
Berat segar akar (g)	2,80 p	3,20 p	2,82 p
Berat kering akar (g)	1,81 p	2,08 p	1,86 p
Panjang akar (cm)	18,12 p	20,04 p	19,69 p
Volume akar (ml)	2,58 p	3,00 p	2,61 p

Keterangan: rerata kombinasi perlakuan yang diikuti huruf yang sama dalam baris menunjukkan pengaruh interaksi yang sama pada Uji Duncan 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa tinggi dan jumlah daun bibit kelapa sawit PN yang diinokulasi FMA 15 dan 30 g/bibit lebih rendah daripada tanpa FMA. Sedangkan komponen pertumbuhan bibit yang lain memberikan respon yang hampir sama terhadap perbedaan dosis FMA. Tinggi dan jumlah daun memberikan respon yang berbeda dibanding dengan parameter yang lain, hal ini berhubungan dengan tahap pertumbuhan bibit. Pembibitan PN kelapa sawit memerlukan waktu tiga bulan, selama 4-6 minggu sejak perkecambahan, sumber energi dan material struktural sel berasal dari metabolisme cadangan makanan dalam endosperm (Cui dkk., 2020). Setelah itu, akar berfungsi dalam menyerap air dan hara dari media bibitan. Di pihak lain, perkecambahan propagul FMA di rhizosfer berlangsung segera setelah tanam kecambah sawit. Setelah penetrasi hifa, terjadi kolonisasi internal FMA yang menyerap senyawa organik dan energi dan pada rentang waktu yang sama organ-organ bibit juga memerlukan senyawa organik dan energi yang berasal dari sumber yang sama (endosperm). Kondisi ini dapat menciptakan kompetisi antar-organ bibit sawit selama PN, sehingga tinggi dan jumlah daun bibit PN yang diinokulasi FMA lebih rendah daripada bibit tanpa FMA.

Hasil analisis menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* dengan dosis berbeda menghasilkan pertumbuhan bibit kelapa sawit PN yang tidak berbeda nyata, kecuali untuk volume akar, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh dosis *Trichoderma* terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit PN.

Parameter	Dosis <i>Trichoderma</i> (g/bibit)		
	0	10	15
Tinggi bibit (cm)	21,54 a	22,24 a	20,97 a
Jumlah daun (helai)	3,61 a	3,78 a	3,72 a
Diameter batang (mm)	5,94 a	5,96 a	5,88 a
Berat segar akar (g)	2,94 a	2,68 a	3,20 a
Berat kering akar (g)	1,94 a	1,72 a	2,08 a
Panjang akar (cm)	18,37 a	19,44 a	20,06 a
Volume akar (ml)	2,81 ab	2,33 b	3,06 a

Keterangan : rerata kombinasi perlakuan yang diikuti huruf yang sama dalam baris menunjukkan pengaruh interaksi yang sama pada Uji Duncan 5%

Tabel 5 menunjukkan bahwa *Trichoderma* 15 g/bibit menghasilkan volume akar yang lebih tinggi daripada dosis 10 dan 0 g/bibit, meskipun parameter yang lain memberikan respon yang sama terhadap perbedaan dosis. Dilaporkan bahwa *Trichoderma* mempunyai keragaman spesies yang tinggi, ada yang bersifat endofit maupun epifit di rhizoplan dan rhizosfer. Pengaruh *Trichoderma* tergantung pada viabilitas dan dosis propagul serta kemampuan kompetitifnya dalam agroekosistem (López-Bucio dkk., 2015). *Trichoderma* juga berperan sebagai biostimulan, selain sebagai antagonis dalam pengendalian hayati patogen tular tanah. Aplikasi *Trichoderma* di awal pembibitan dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan serapan hara (Szczałba dkk., 2019) pada tanaman. Sebagai biostimulant, *Trichoderma* disebut dengan plant-growth promoting fungi dengan kemampuan mensintesis fitohormon dan phyto regulator, seperti auksin, sitokinin dan gibberelin yang menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Illescas dkk., 2021). Oleh karena itu, aplikasi *Trichoderma* dapat menghasilkan volume akar bibit kelapa sawit PN yang lebih tinggi daripada tanpa biostimulan tersebut

KESIMPULAN

1. Aplikasi FMA 30 g/bibit dan *Trichoderma* 15 g/bibit menghasilkan Tingkat kolonisasi mikoriza tertinggi di akar bibit kelapa sawit PN.
2. Aplikasi FMA 30 g/bibit dan *Trichoderma* 10 g/bibit menghasilkan biomassa bibit kelapa sawit PN yang lebih baik meskipun tidak berbeda nyata dengan dengan FMA 15 g/bibit dan *Trichoderma* 0 ataupun 10 g/bibit.
3. Aplikasi FMA 15 dan 30 g/bibit menghasilkan pertumbuhan bagian atas bibit KS PN yang lebih rendah daripada tanpa biofertilizer tersebut. Aplikasi *Trichoderma* 15 g/bibit menghasilkan volume akar bibit kelapa sawit yang lebih besar daripada dosis lain biostimulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, M., Arato, M., Borghi, L., Nouri, E., & Reinhardt, D. (2018). Beneficial Services of Arbuscular Mycorrhizal Fungi – From Ecology to Application. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01270>
- Cui, J., Lamade, E., & Tcherkez, G. (2020). Seed Germination in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.): A Review of Metabolic Pathways and Control Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 4227. <https://doi.org/10.3390/ijms21124227>
- Hoyos-Carvajal, L., Orduz, S., & Bissett, J. (2009). Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*, 51(3), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.07.018>
- Illescas, M., Pedrero-Méndez, A., Pitorini-Bovolini, M., Hermosa, R., & Monte, E. (2021). Phytohormone Production Profiles in *Trichoderma* Species and Their Relationship to Wheat Plant Responses to Water Stress. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10(8), 991. <https://doi.org/10.3390/pathogens10080991>
- Ismail, A., Lakshman, D. K., Jambhulkar, P. P., & Roberts, D. P. (2024). Population Structure and Genetic Diversity of Species with High Potential for Biocontrol and Biofertilizer Applications. *Applied Microbiology*, 4(2), 875–893.
- López-Bucio, J., Pelagio-Flores, R., & Herrera-Estrella, A. (2015). *Trichoderma* as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae*, 196, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.043>
- Piliarová, M., Ondřejčková, K., Hudcovicová, M., Mihálik, D., & Kraic, J. (2019). Arbuscular Mycorrhizal Fungi – Their Life and Function in Ecosystem. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 65(1), 3–15. <https://doi.org/10.2478/agri-2019-0001>
- Rajapakse, S., & Miller, J. C. (1992). 15 Methods for Studying Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Root Colonization and Related Root Physical Properties. Dalam *Methods in Microbiology* (Vol. 24, hlm. 301–316). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0580-9517\(08\)70098-9](https://doi.org/10.1016/S0580-9517(08)70098-9)
- Szczałba, M., Kopta, T., Gąstoł, M., & Sękara, A. (2019). Comprehensive insight into arbuscular mycorrhizal fungi, *Trichoderma* spp. And plant multilevel interactions with emphasis on biostimulation of horticultural crops. *Journal of Applied Microbiology*, 127(3), 630–647. <https://doi.org/10.1111/jam.14247>
- Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Jaroszuk-Ścisiel, J. (2022). *Trichoderma*: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 2329. <https://doi.org/10.3390/ijms23042329>
- Vargas, W. A., Mandawe, J. C., & Kenerley, C. M. (2009). Plant-Derived Sucrose Is a Key Element in the Symbiotic Association between *Trichoderma virens* and Maize Plants. *Plant Physiology*, 151(2), 792–808. <https://doi.org/10.1104/pp.109.141291>
- Velmourougane, K., Prasanna, R., Chawla, G., Nain, L., Kumar, A., & Saxena, A. K. (2019). *Trichoderma*-*Azotobacter* biofilm inoculation improves soil nutrient availability and plant growth in wheat and cotton. *Journal of Basic Microbiology*, 59(6), 632–644. <https://doi.org/10.1002/jobm.201900009>
- Vinale, F., & Sivasithamparam, K. (2020). Beneficial effects of *Trichoderma* secondary metabolites on crops. *Phytotherapy Research*, 34(11), 2835–2842. <https://doi.org/10.1002/ptr.6728>