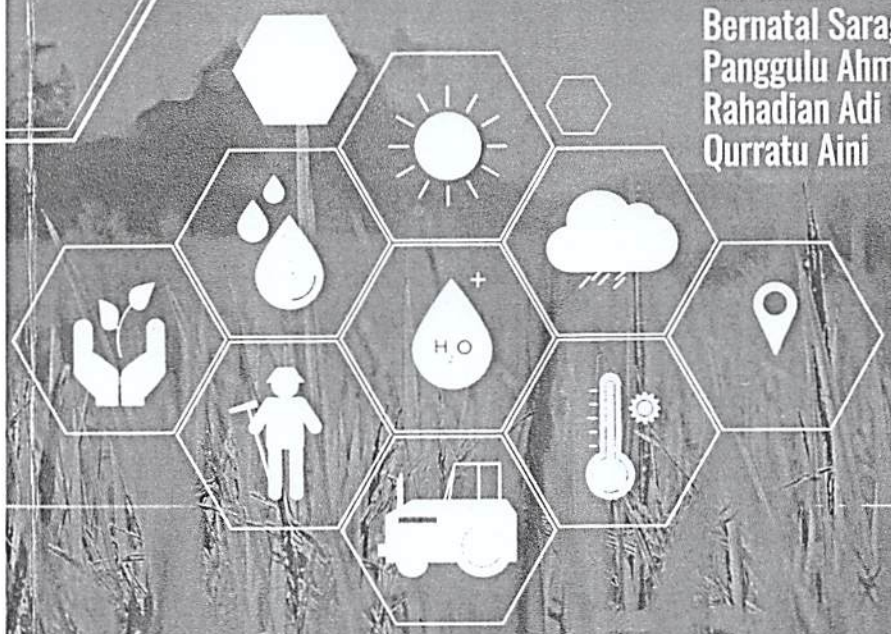
PERTANIAN dan MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini



Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini

Desain Cover : **Dwi Novidiantoko**
Sumber : www.pxhere.com

Tata Letak : **Amira Dzatin Nabila**

Proofreader : **Meyta Lanjarwati**

Ukuran : **xii, 343 hlm, Uk: 17.5x25 cm**

ISBN :
978-623-02-3845-1

Cetakan Pertama :
Desember 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581
Telp/Faks: (0274) 4533427
Website: www.deepublish.co.id
www.penerbitdeepublish.com
E-mail: cs@deepublish.co.id

Bekerja sama dengan

Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman
Jl. Pasir Balengkong, Gn. Kelua, Kota Samarinda 75117, Kalimantan Timur, Indonesia
Telp. 0541-749159 ; 749352 ; 479314
Email : faperta@unmul.ac.id

PENGENDALIAN GULMA BERKELANJUTAN UNTUK PERTANIAN KONSERVASI

Encik Akhmad Syaifudin dan Ni'matuljannah Akhsan
Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Selama tahun-tahun mendatang, pertanian-khususnya pertanian skala kecil di negara berkembang, akan menghadapi konvergensi tekanan, di antaranya populasi manusia yang tumbuh semakin besar, migrasi yang meningkat, kelangkaan tenaga kerja pertanian, penurunan produktivitas lahan, ketidakstabilan iklim dan kerawanan pangan. Pangan berkelanjutan dan sistem pertanian bergantung pada sumber daya alam lestari; tanah, khususnya, telah terdegradasi oleh produksi tanaman intensif yang juga membahayakan produksi pangan di masa depan daerah. Banyak yang harus dilakukan untuk mencegah kerugian lebih lanjut dan untuk meningkatkan status sumber daya alam. Berdasarkan perhitungan, pada saat Indonesia mencapai usia 100 tahun di 2045 maka jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan mencapai 319 juta jiwa (BPS, 2018) di saat itu, Indonesia akan mendapatkan bonus demografi di mana 70% jumlah penduduk Indonesia terdiri atas usia produktif (15-64 tahun), sedangkan sisanya 30% merupakan penduduk yang tidak produktif (usia di bawah 14 tahun dan di atas 65 tahun). Dengan jumlah penduduk sebesar itu dapat dipastikan Indonesia membutuhkan bahan pangan yang cukup sementara itu dalam masa budidayanya, tanaman pangan senantiasa tidak pernah sepi dari gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), di antaranya adalah gulma.

Budidaya tanaman pangan seperti padi, jagung, kacang-kacangan dan ubi-ubian maupun hortikultura seperti tanaman sayuran, buah-buahan serta tanaman hias maupun tanaman perkebunan dan industri merupakan agroekosistem yang kerap berasosiasi dengan gulma sebagai bagian dari faktor pembatas biologis, yang dengan kata lain bahwa masalah ini belum dipecahkan tuntas. Kehadiran gulma pada pertanaman padi, misalnya, menimbulkan masalah secara langsung, yaitu kompetisi antara padi dengan gulma untuk memperoleh air, unsur hara, dan radiasi matahari, dan secara tidak langsung gulma berpengaruh buruk karena dapat meningkatkan kelembapan lingkungan pertumbuhan padi serta dapat menjadi inang bagi

hama dan patogen tertentu. Kompetisi untuk memperoleh air akan terjadi manakala air dalam keadaan terbatas. Hal ini memungkinkan terjadi pada saat musim kering daripada musim penghujan. Kompetisi yang lain, di mana gulma berkompetisi mendapatkan cahaya matahari, dengan catatan bahwa cahaya matahari dalam keadaan terbatas serta tajuk gulma saling menaungi tajuk tanaman. Kompetisi mendapatkan unsur hara, baik unsur hara makro (C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg) artinya unsur hara yang diperlukan dalam jumlah banyak maupun unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo dan Cl) yaitu unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit namun tidak boleh digantikan dengan yang lain adalah berlangsung melalui interaksi di zona perakaran tanaman dengan gulma. Tanah sebagai media tumbuh tanaman serta gulma merupakan media penting berkaitan dengan kompetisi ini.

Akibat migrasi pemuda dan pekerja ke perkotaan maka pedesaan sebagai basis kegiatan pertanian terdampak kehilangan tenaga kerja yang mempengaruhi produktivitas. Pertanian skala kecil memiliki kebutuhan puncak untuk tenaga kerja pada waktu-waktu tertentu, di antaranya adalah penyiangan tepat waktu, Penyiangan gulma secara mekanis dengan tenaga kerja manusia (menebas, memotong, mencangkul, dan mencabut) merupakan usaha yang melelahkan. Kegiatan ini seringkali mengharuskan keluarga petani untuk bekerja berjam-jam yang kemudian membatasi ketersediaan tenaga kerja tani, yang menyebabkan sektor pertanian menjadi tidak menarik. Penggunaan herbisida dalam pengendalian gulma yang sebelumnya dapat menyelesaikan persoalan tenaga kerja juga perlu dirasionalisasi lagi mengingat banyaknya klaim kerusakan lingkungan akibat penggunaan herbisida yang tidak bijaksana. Pentingnya rasionalisasi menurut Las, *et al.*, (2006) adalah untuk 1) mengurangi kerusakan sumber daya lahan, air, lingkungan, dan produk; 2) mengurangi risiko kesehatan bagi manusia; 3) Meningkatkan keuntungan usaha tani (efisiensi produksi).

Berdasarkan latar belakang tersebut makalah ini mengulas penerapannya dan kemanjuran berbagai pengendalian gulma mekanis, biologis dan terintegrasi untuk pengelolaan gulma yang efektif dan berkelanjutan dalam sistem pertanian konservasi petani kecil, termasuk peran peralatan yang sesuai dan prasyarat bagi petani kecil secara berkelanjutan.

Kompetisi Tanaman dan Gulma

Kompetisi tanaman dan gulma sehubungan dengan air terjadi bilamana ada keterbatasan air di lahan pertanian akibat intensitas hujan yang rendah. Mengambil contoh kebutuhan air pada padi sawah menurut Fuadi, *et al.*,

(2016) Kebutuhan air padi sawah dengan sistem konvensional di sawah rata-rata 655 mm sementara padi sawah SRI rata-rata 467 mm 100 hari masa tanam. Produktivitas air pada sawah konvensional yaitu 0,82 kg/m^3 dan sawah SRI yaitu 1,12 kg/m^3, dengan demikian bilamana ketersediaan air di bawah kebutuhan air maka akan besar peluang terjadinya kompetisi gulma terhadap padi, sebaliknya, meratanya jumlah bulan basah dalam setahun seperti Tabel 1 berikut, dapat pula disebutkan bahwa dalam tahun 2020 di Kalimantan Timur kecil peluang bahwa air merupakan faktor pembatas mengingat jumlah bulan basah tersebar sepanjang tahun, kecuali pada bulan Februari dan bulan Juli. Pada Tabel 2 bahwa ada peluang terjadinya kompetisi terhadap cahaya matahari karena penyinaran matahari di Kalimantan Timur tahun 2020 yang banyak terpengaruh kondisi iklim setempat.

Tabel 1. Curah Hujan Kalimantan Timur Sepanjang Tahun 2020

No	Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan
1	Januari	247	13
2	Februari	91,8	11
3	Maret	135,5	16
4	April	176,5	19
5	Mei	224,7	19
6	Juni	172,6	25
7	Juli	148	23
8	Agustus	228,7	27
9	September	282,5	26
10	Oktober	170	24
11	November	185,3	19
12	Desember	117,9	25

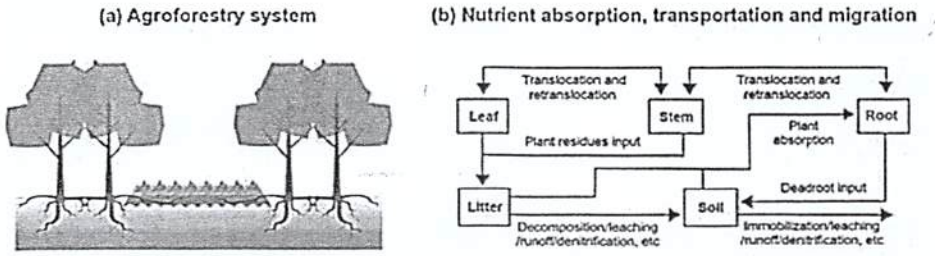
Sumber: Prov. Kaltim Dalam Angka 2021

Tabel 2. Persentase Penyinaran di Kalimantan Timur Sepanjang Tahun 2020

No	Bulan	Penyinaran Matahari (%)
1	Januari	68,10
2	Februari	66,47
3	Maret	61,90
4	April	65,54
5	Mei	44,88
6	Juni	34,38
7	Juli	36,41
8	Agustus	43,79
9	September	40,00
10	Oktober	44,96
11	November	43,41
12	Desember	41,73

Sumber: Prov. Kaltim Dalam Angka 2021

Kompetisi tanaman dengan gulma sehubungan dengan unsur hara diduga berkaitan erat dengan suplai unsur hara di tanah. Sebagian besar persaingan tanaman dengan gulma berkaitan dengan unsur Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Fosfor merupakan hara yang sangat sedikit di lahan basah, sementara Nitrogen sangat terbatas di lahan kering. Kalium sering diabaikan, namun beberapa gulma lahan kering dapat tumbuh pada lahan yang kaya Kalium. Menurut Safdar (2016) Serapan N, P dan K oleh *Parthenium* meningkat dengan meningkatnya periode persaingan. Hal ini mungkin disebabkan oleh akumulasi biomassa kering yang lebih tinggi per luas unit. Nitrogen, fosfor dan kalium diserap oleh *Parthenium* berada pada kisaran 2,7-18,4; 0,2-2,4 dan 2,3-17,7 N, P dan K kg ha^{-1} masing-masing, pada periode persaingannya yang berbeda.



Gambar 1. Sistem Perharaaan
(Junen Wu, 2020)

Pada saat hutan masih lebat maka siklus perharaan adalah tertutup. Di dalam ekosistem hutan alami tercipta "siklus hara tertutup" yaitu suatu sistem yang memiliki jumlah kehilangan hara lebih rendah dibandingkan dengan jumlah masukan hara yang diperoleh dari penguraian seresah atau dari serap ulang (*recycle*) hara pada lapisan tanah dalam di mana akar dapat menyerap hasil dekomposisi bahan organik yang kemudian mengalami mineralisasi untuk kemudian dapat diserap akar dalam bentuk ion. Bilamana hutan sudah terbuka, dan lahan ditanami tanaman, siklus perharaan adalah terbuka di mana pasokan yang hara berasal dari luar sistem berupa pupuk kimia lebih dominan daripada bersumber bahan organik tanaman sendiri, sebab panen tanaman pada dasarnya mengangkut semua bahan organik ke luar (Hislop, 2007).

Hubungan antara tanaman dengan gulma memainkan peran dalam menentukan kejadian dan dampak penyakit. Gulma dapat berinteraksi dengan patogen melalui beberapa cara, antara lain berperan sebagai agensi pengendali hayati gulma, gulma parasit dapat secara langsung berfungsi sebagai vektor

patogen tanaman, gulma dapat berfungsi sebagai gudang inang alternatif bagi patogen dan vektor, gulma dapat menjadi inang alternatif obligat bagi beberapa patogen (Wisler dan Norris, 2017). Pada percobaan asosiasi gulma sehubungan dengan kejadian penyakit bulai pada jagung, menurut Sudarma *et al.,* (2012) hubungan jumlah spesies gulma dengan kejadian penyakit bulai sangat bermakna (P < 0,01). Pada eradikasi gulma di tanaman padi sawah, gulma utama potensial sebagai sumber inokulum yang ditemukan adalah *Cyperus rotundus*, *C. iria*, *Fimbristylis miliacea,* dan *Echinochloa colonum*. Eradikasi gulma sebelum dan setelah tanam baik secara mekanis maupun aplikasi herbisida cenderung menekan populasi wereng hijau dan kejadian penyakit tungro (Praptana dan Senoaji, 2017). Hubungan penyakit busuk pangkal batang lada dengan adanya keberadaan gulma diungkap oleh Bande, *et al.,* (2015), jika gulma banyak, model perkembangan penyakit adalah Gompertz, dengan laju infeksi lebih rendah, namun bilamana hanya sedikit gulma, model perkembangan penyakitnya adalah logistik dengan laju infeksi lebih besar. Beberapa relasi spesies gulma dengan penyakit atau penyebab penyakit (patogen) tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Relasi Keberadaan Gulma dengan Kejadian Penyakit Tanaman

No	Spesies Gulma	Hubungan dengan Penyakit Tanaman/Patogen	Rujukan
1	*Amaranthus viridis*	Inang *Meloidogyne arenaria*	Kaspary, *et al.,* (2017)
2	*Tamarix nilotica*	*F. oxysporum* f.sp *radices-lycopersici*	Rekah, *et al.,* (2001)
3	*Ageratum conyzoides*	*Meloidogyne incognita*	Pavaraj, *et al.,* (2010)
4	*Solanum pseudocapsicum*	*Meloidogyne enterolobii*	Groth, M.Z *et al.,* (2016)
5	*Sida spinosa*	*Sclerotinia minor*	
6	*Datura stramonium*	*Tomato mosaic virus* (*Tobamovirus*) *Potato virus X* (*Potexvirus*)	Alemu, *et al.,* 2002
7	*Raphanus raphanistrum*	*Beet western yellows virus*	Aftab dan Freeman 2013, Zitter dan Provvidenti 1984
8	*Sorghum halapense*	*Maize dwarf mosaic virus*	Gatton, 2015

Metode Pengelolaan Gulma Berkelanjutan dalam Pertanian Konservasi

Pengelolaan gulma preventif. Titik fokus pengelolaan ini yaitu menghalangi masuknya gulma baru dan secara keseluruhan mengurangi munculnya propagasi gulma di lahan termasuk cara Undang-undang, cara mekanik, cara kultur teknis, cara biologi, dan cara kimia (Tjitrosoedirdjo *et al.,* 1984; Palou, 2008). Keberhasilan pengelolaan ini tergantung pemahaman petani tentang gulma yang umum ada di lahan serta makna pentingnya gulma tersebut. Keterkaitan beberapa spesies gulma genus *Solanum* dengan nematoda *Globodera rostochiensis* antara lain menunjukkan pentingnya peranan karantina tumbuhan yang secara aturan perundang-undangan mengurangi peluang munculnya gulma (Mimee *et al.,* 2014) dengan informasi seperti kemampuan reproduksi, lokasi dengan kepadatan gulma tinggi, dan dinamika populasi gulma berkait musim, oleh karenanya petani harus peduli dengan siklus hidup gulma, dan memiliki pengetahuan tentang apa yang harus dilakukan bilamana ingin mengurangi perkembangbiakan gulma di lahan (Cristoffoleti, 2007). Mencermati hal ini, berarti implementasi perundang-undangan karantina tumbuhan terkait genus *Solanum* perlu dilakukan sebab memiliki keterkaitan dengan perkembangan jasad pengganggu tanaman lainnya. Pengelolaan gulma secara preventif juga berarti mengurangi atau menghalangi jalur masuknya gulma baru maupun munculnya propagasi gulma di lahan melalui pergerakan manusia, hewan ternak, hewan kerja, hasil panen, bahan tanam serta alat-alat maupun mesin pertanian merupakan faktor penting untuk diperhatikan (Duary, 2014).

Pengendalian secara mekanik merupakan upaya menurunkan jumlah populasi gulma dengan tenaga manusia maupun menggunakan peralatan untuk menurunkan populasi gulma secara langsung. Menurut Rueda-Ayala (2010), pengendalian gulma secara mekanis terutama terkait dengan pengolahan tanah (misalnya pengolahan tanah tersier), tetapi juga pengolahan tanah primer dan sekunder yang dapat mempengaruhi gulma. Pengolahan tanah dilakukan dengan garu, cangkul, sikat dan sejumlah alat khusus untuk pengendalian gulma di dalam baris tanaman. Pengendalian mekanik ini berkaitan dengan pengendalian gulma secara kultur teknis manakala yang dilihat adalah hasil akhir (gulma dapat dikendalikan) dan tanaman dapat terselamatkan. Sesungguhnya hasil langsung atas tindakan ini ditujukan untuk perubahan terbaik kualitas dan kuantitas tanaman, namun akibat tindakan itu gulma mengalami dampaknya.

Sejumlah penelitian pengendalian gulma nonkimia telah difokuskan pada optimalisasi penggunaan metode penyiangan termal baik dengan

penyalaan dengan *burner* maupun penguapan. Penggunaan robot untuk pengendalian gulma pada untuk tanaman baris dengan jarak yang cukup lebar antara individu tanaman serta merupakan harapan (Melander *et al.,* 2005). Pembangkitan termal untuk pengendalian gulma dapat berupa penggunaan mulsa plastik. Hasil penelitian Paiman (2014), tampak bahwa pada tanah yang dipanaskan (solarisasi dengan penutupan plastik bening) suhu dapat naik hingga 52 °C, dibanding dengan tanpa solarisasi hanya 36 °C. Cara ini dilakukan sebaiknya di sebelum tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembaran plastik transparan dan lama solarisasi tanah 30 hari paling efektif mematikan propagul gulma pada kedalaman tanah 0-6 cm, tetapi tidak mematikan umbi *Cyperus rotundus* pada kedalaman tanah yang lebih dalam.

Sehubungan dengan pemanfaatan panas maka penggunaan api adalah hal yang umum dalam pengendalian gulma serta budidaya tanaman, bahkan secara tradisional sering dilakukan. Penggunaan api harus terkontrol dengan baik agar fokus pada gulma yang dikendalikan dan tidak menjalar ke tempat lainnya. Kelemahan penggunaan api adalah hanya efektif pada bagian gulma di permukaan tanah sementara bagian lainnya berupa propagul banyak yang ada di dalam tanah. Gulma pada dasarnya beradaptasi untuk meregenerasi dengan cepat dari sel meristematik dari sel daun dan pucuk apikal yang mungkin saja tertinggal di dalam tanah (Lefevre *et al.,* 2001; Wood, 2004 *dalam* Winer, 2014).

Pemulsaan, baik organik seperti jerami padi maupun mulsa plastik (anorganik) memberikan pengaruh kepada pertumbuhan gulma. Menurut Hutabarat (2019), Penggunaan mulsa mampu menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata pad setiap variabel yang diamati. Bobot kering gulma terkecil diperoleh pada perlakuan mulsa plastik hitam perak sementara pada jenis mulsa organik, mulsa limbah kopi menghasilkan bobot kering gulma terkecil. Penggunaan mulsa limbah kopi mampu menghasilkan variabel pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman terbaik. Penggunaan mulsa limbah kopi dan mulsa sekam padi mampu meningkatkan hasil tanaman masing-masing sebesar 113,4% dan 108,07%, sementara penggunaan mulsa plastik hitam perak mampu menekan pertumbuhan gulma hingga 98%.

Organisme asli serta asing yang menyerang gulma saat ini banyak yang menjadi bahan evaluasi sebagai agen kontrol biologis, yang dapat melengkapi metode konvensional terutama di mana beberapa gulma telah mengembangkan resistansi terhadap pengendalian kimia. Hal ini dievaluasi atas alasan lingkungan, kesehatan, ekonomi dan keberlanjutan tertentu yang menguntungkan (Ani *et al.,* 2018). Metode ini tidak cocok untuk semua jenis

gulma sehingga perlu pertimbangan. Fakta di lapangan bahwa gulma introduksi cocok sebagai target kontrol biologis. Pengendalian secara biologi kurang berbahaya untuk lingkungan, tidak memiliki efek residu sebagaimana herbisida, relatif murah, secara komparatif memiliki efek jangka panjang, tidak berbahaya bagi tanaman not-target, sangat efektif untuk daerah bukan untuk wilayah budidaya tanaman. Di samping itu beberapa ikan, siput, dan hewan lainnya dapat mengubah vegetasi gulma menjadi pakan bagi hewan di laut (Telkar *et al.*, 2015).

Kesimpulan

Pengendalian gulma untuk pertanian konservasi sangat dinamis dan berkembang sesuai dengan waktu serta penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi dan keterampilan, tidak merekomendasikan penggunaan bahan kimiawi sintetis dalam bentuk herbisida, namun mendorong menggunakan semua teknik yang bermasukan energi rendah.

Referensi

Aftab, M., and A. Freeman. 2013. Temperate pulse viruses: Beet western yellows virus (BWYV). Agriculture Victoria, Note AG1419.

Alemu, T., J. Hamacher, and H. W. Dehne. 2002. The role of some weeds as hosts of Capsicum viruses in the rift valley parts of Ethiopia. Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biologische Wetenschappen 67: 283-289.

Ani, O., O. Onu, G. Okoro dan M. Uguru. 2018. Overview of Biological Methods of Weed Control. (Overview of Biological Methods of Weed Control | Intech Open).

Bande, L.O.S., B. Hadisutrisno, S. Somowiyarjo, dan B. H. Sunarminto, 2015. Epidemi penyakit busuk pangkal batang lada pada kondisi lingkungan yang bervariasi. *J. HPT Tropika*. 15(1): 95-103. ISSN 1411-7525.

BPS. 2018. Populasi Penduduk Indonesia 2015-2045 Hasil Supas 2015. Jakarta. 505 hal.

Cristoffoleti, P.; Carvalho, S.; Nicolai, M.; Doohan, D.; VanGessel, M. Prevention strategies in weed management. In Non-Chemical Weed Management.

Duary, B. 2014. Weed prevention for quality seed production of crops. SATSA Mukhapatra-Annual Technical Issue 18: 48-57. ISSN 0971-975X.

Fuadi, N.A., M. Yanuar J. Purwanto, Suria Darma Tarigan. 2016. Kajian kebutuhan dan produktivitas padi sawah dengan sistem pemberian air secara SRI dan konvensional menggunakan irigasi pipa. *J. Irigasi* 11(1): 23-32.

Gatton, H. A. 2015. Crop profile for sweet corn in Virginia. IPM Crop Profiles, Virginia Polytechnic Institute & State University.

Gnanavel, I. 2015. Eco-friendly weed control options for sustainable agriculture. Science International 3 (2): 37-47. Diakses 9 Mei 2021. https://scialert.net/abstract/?doi=sciintl.2015.37.47

Groth, M.Z., C. Bellé, K. L. T. Cocco, T. E. Kaspary, G. Casarotto, L. Cutti, dan J. Schmitt. 2016. First report of meloidogyne enterolobii infecting the weed Jerusalem cherry (*Solanum pseudocapsicum*) in Brazil. Plant Disease 101 (3) Diakses pada 13 Mei 2021. https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-09-16-1234-PDN

Hislop, H. 2007. The nutrient cycle. closing the loop. Green Aliance. 48 halaman.

Hollowell, J.E, B. B. Shew. 2007. First repport of sclerotinia minor on sida spinosa in north carolina. Plant Disease. 89 (10). https://doi.org/10.1094/PD-89-1128A.

Hutabarat, R.T. 2018. Pengaruh penggunaan beberapa jenis mulsa terhadap pertumbuhan gulma dan hasil tanaman mentimun. (*Cucumis sativus* L.). Skripsi Sarjana. Universitas Bengkulu.

Kaspary, T.E. C. Bellé, M. Z. Groth, K. L. T. Cocco, L. Cutti, G. Casarotto. 2017. Amaranthus viridis is a weed host of meloidogyne arenaria in Rio Grande do Sul State, Brazil. Plant Disease, 101 (4) diakses 9 Mei 2012.

Las, I., K Subagyono, dan A.P. Setyanto. 2006. Isu pengelolaan lingkungan dalam revitalisasi pertanian. Reprint *Jurnal Litbang Pertanian* Vol. 25 Nomor 3.

Lefevre L, Blanchet P & Angoujard G (2001) Non-chemical weed control in urban areas. In: The British Crop Protection Council Conference: Weeds 2001 (ed. CR Riches), 709–714. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

Melander, B., I.A. Rasmussen, dan P. Barberi (2005) Integrating physical and cultural methods of weed control-examples from European research. Weed Science 53:369–381.

Paiman 2014. "Kajian Solarisasi Tanah untuk Pengendalian Gulma Pra-Tanam pada Tanaman Cabai". Disertasi Doktor, UGM.

http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/70581 diakses 7 April 2020)

Palou, A.; Ranzenberger, A.; Larios, C. Management of herbicide-resistant weed populations: 100 questions on resistance. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2008.

Praptana R.H, W. Senoaji. 2017. Pengaruh eradikasi gulma terhadap perkembangan populasi wereng hijau dan kejadian penyakit tungro pada padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* (*JIPI*), Desember 2017 Vol. 22 (3): 198–204

Rekah Y., Shtienberg D., Katan J. 2001. Role of the shrub Tamarix nilotica in dissemination of Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici. Plant Disease. 85 (7): 735-739.

Rueda-Ayala, V., J. Rasmussen, dan R. Gerhards. 2010. Mechanical weed control (Chap.17). *Cit.* E.-C. Oerke *et al.* (eds.), Precision Crop Protection-the Challenge and Use of Heterogeneity. DOI 10.1007/978-90-481-9277-9_17,

Safdar ME, Tanveer A, Khaliq A, Maqbool R. Critical competition period of parthenium weed (Parthenium hysterophorus L) in maize. J Crop Prot. 2016; 80:101-107

Sudarma, I.M. I.K Suada, K.A. Yuliadhi, dan N.M. Puspawati. 2012. Hubungan antara keragaman gulma dengan penyakit bulai pada jagung (Zea mays L.) stadium pertumbuhan vegetatif. AGROTROP, 2(1): 91-99 (2012)

Telkar, S. G., Gurjar G. N., Dey Joy Kumar, Kant Kamal, Solanki Shivendu Pratap Singh. 2015. Biological weed control for sustainable agriculture. IJEP. 2 (4).

Tjitrosoedirdjo, S., I. H. Utomo, J. Wiroatmodjo. 1984. Pengendalian gulma di perkebunan. Gramedia. Jakarta.

Upadhyaya, M., Blackshaw, R., Eds. Principles, concepts and technology. CAB International: London, UK, 2007; pp. 1–16. ISBN 9781845932909.

Winer, J. 2014. Holistic weed control practice for urban storm water catchments. Global trends, methods, limitations and cost benefits. Stormwater 2014: 3rd National Conference on Urban Water Management, 13-17 October 2014

Wisler, G.C. dan R.F. Noris. 2005. Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. Weed Sci. 53(6): 914-917. https://doi.org/10.1614/WS-04-051R.1

Wu, J. Huanhuan Zeng Fan Zhao, Chunfeng Chen, Xiaojin Jiang, Xiai Zhu, Pingyuan Wang Zhixiang Wu, Wenjie Liu. 2020. The nutrient status of plant roots reveals competition intensities in rubber agroforestry Systems. forest. 11(11). Diakses pada 10 Mei 2021. https://doi.org/10.3390/f11111163

Zitter, T. A., and J. F. Murphy. 2009. Cucumber mosaic virus. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHII-2009-0518-01.

http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/plant-diseases/grains-pulsesand-cereals/temperate-pulse-viruses-beet-western-yellowsvirus-bwyv

https://dicoagroecologie.fr/en/encyclopedia/closing-nutrient-cycles/

https://doi.org/10.1094/PDIS-10-16-1428-PDN

https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/cropprofiles/VA_CP_SweetCorn_2015.pdf

https://kaltim.bps.go.id/publication/2021/02/26/be2498bbcd1727ce780e4814/provinsi-kalimantan-timur-dalam-angka-2021.html

https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Pages/Cucumbermosaic.aspx