

Adaptasi, Produktivitas, dan Risiko Invasif *Hymenachne amplexicaulis* (Rumput Kumpai): Tinjauan Sistematis pada Lahan Rawa Tropis Suboptimal

Adaptation, Productivity, and Invasive Risk of Hymenachne amplexicaulis (Kumpei Grass): A Systematic Review on Suboptimal Tropical Wetlands

Desima Natalia Harianja, Irma*, Ana Fitria, Trisusanti, M. Dzikri Hudiatma,
Ryzal Satria Aditama, Fikya Juanda

Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Teknologi Industri Pertanian,
Politeknik Negeri Tanah Laut, Kalimantan Selatan, 70815, Indonesia

*Alamat Email: irma24@politala.ac.id

ABSTRAK

Hymenachne amplexicaulis (rumput kumpai) merupakan hijauan tropis dengan potensi besar sebagai sumber pakan berkelanjutan di lahan rawa. Tinjauan berbasis literatur ini menganalisis adaptasi morfologis dan fisiologisnya terhadap genangan, hipoksia, tanah masam, serta toksisitas aluminium, termasuk responsnya terhadap intervensi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan pupuk organik. Hasil kajian menunjukkan tanaman ini mampu membentuk aerenkima, menjaga keseimbangan rasio K⁺/Na⁺, serta menekan stres oksidatif pada lahan suboptimal. Integrasi FMA dan pupuk organik terbukti meningkatkan biomassa, kandungan protein kasar, serta pencernaan hijauan. Potensi pemanfaatan lainnya, termasuk suplementasi ransum ternak dan kontribusi mitigasi emisi gas rumah kaca, semakin menegaskan nilai strategisnya. Meski demikian, pengelolaan ketat diperlukan untuk mencegah sifat invasifnya, dibarengi seleksi genotipe unggul dan penelitian mekanisme toleransi pada tingkat molekuler. Melalui pendekatan integratif aspek agronomi, ekologi, dan bioteknologi, *Hymenachne amplexicaulis* berpotensi menjadi komponen kunci sistem pakan tropis berkelanjutan.

Kata Kunci: Adaptasi Fisiologis, Fungi Mikoriza Arbuskular, *Hymenachne Amplexicaulis*, Lahan Suboptimal, Pakan Berkelanjutan

ABSTRACT

Hymenachne amplexicaulis (kumpai grass) is a tropical forage with significant potential as a sustainable feed source in wetlands. This literature-based review evaluates its morphological and physiological adaptations to flooding, hypoxia, acidic soils, and aluminum toxicity, alongside its responses to biological interventions such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and organic fertilizers. Evidence demonstrates that this species develops aerenchyma, maintains K⁺/Na⁺ homeostasis, and mitigates oxidative stress to thrive under suboptimal conditions. Integrating AMF and organic fertilizers markedly improves biomass yield, crude protein content, and digestibility. Furthermore, its role in ration supplementation and greenhouse gas mitigation highlights its strategic value. However, careful management is essential to control its invasiveness, supported by superior genotype selection and molecular investigations into stress tolerance. By integrating agronomic, ecological, and biotechnological approaches, *H. amplexicaulis* serves as a pivotal component of sustainable tropical forage systems.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Hymenachne Amplexicaulis*, Physiological Adaptation, Suboptimal Land, Sustainable Feed

PENDAHULUAN

Pengelolaan hijauan pada lahan marginal di berbagai belahan dunia menghadapi dilema rumit antara pemanfaatan produktivitas spesies non-asli sebagai pakan ternak dan pengendalian potensi invasinya yang dapat mengancam keanekaragaman hayati (Magnussen, 2012:163). Kompleksitas ini meningkat akibat faktor sosial dan ekonomi, mengingat banyak komunitas lokal menggantungkan mata pencaharian pada spesies tersebut, sehingga menuntut penerapan strategi manajemen terpadu dan berbasis bukti. Dalam konteks tersebut, Indonesia menghadapi tantangan nyata pada *Hymenachne amplexicaulis* (rumput kumpai) hijauan rawa tropis yang sangat produktif namun dikenal sebagai spesies invasif yang merusak di sejumlah negara.

Potensi produktif spesies ini diperkuat oleh temuan Assad et al. (2021:11) yang mengungkapkan bahwa komunitas endofit pada *H. amplexicaulis* mampu menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas biologis penting. Keberadaan endofit ini diduga tidak hanya berkontribusi pada daya saing ekologisnya, tetapi juga mendukung kualitas fisiologis tanaman secara keseluruhan. Keunggulan utama *H. amplexicaulis* terletak pada kapasitas adaptasi luar biasa terhadap lingkungan suboptimal, termasuk genangan air permanen dan tanah masam. Adaptasi tersebut dimediasi oleh mekanisme morfofisiologis khas, seperti pembentukan jaringan aerenkim untuk suplai oksigen ke akar, elongasi batang yang cepat guna menghindari perendaman total, serta perkembangan akar adventif untuk meningkatkan penyerapan nutrisi (Yamauchi et al., 2013:7; Voeseinek et al., 2015:69). Kemampuan ini memungkinkan tanaman bertahan pada kondisi hipoksia sekaligus mempertahankan efisiensi fotosintesis, menjadikannya kandidat hijauan potensial untuk wilayah rawa tropis.

Namun, potensi tersebut disertai dua tantangan besar. Secara ekologis, agresivitasnya sebagai spesies invasif terbukti di Australia dan Florida, di mana ia mampu mendominasi vegetasi asli, mengubah struktur ekosistem, serta mempengaruhi siklus nutrisi (Wearne et al., 2010:152; Bouchard et al., 2020:14). Dari sisi agronomi di Indonesia, pemanfaatan sebagai pakan belum optimal karena karakteristik tanah Ultisol yang masam, rendah hara, dan memiliki toksisitas aluminium tinggi. Kondisi ini menuntut intervensi bioteknologi, seperti aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan endofit, untuk meningkatkan produktivitas serta nilai nutrisinya (Syafria & Jamarun, 2015:29; Hidayat et al., 2024:9).

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mengkaji manfaat *H. amplexicaulis* di ekosistem rawa tropis Indonesia, khususnya sebagai penyedia mineral esensial bagi ternak. Pemanfaatan spesies ini di Indonesia, seperti di Sumatera Selatan, menunjukkan potensi pengembangan yang besar karena kumpai minyak memiliki kandungan Fosfor (P) dan Natrium (Na) tertinggi dibandingkan vegetasi rawa lainnya, yang sangat krusial untuk produktivitas ternak di lahan suboptimal (Muhakka et al., 2018:85). Dampak dari integrasi pengetahuan ini diharapkan dapat mengoptimalkan lahan rawa lebak melalui penyediaan pakan berkualitas secara berkelanjutan sekaligus memperkuat strategi manajemen lahan marginal di tingkat nasional.

Walaupun sejumlah studi telah mengkaji berbagai aspek *H. amplexicaulis* secara terpisah, masih terdapat kesenjangan dalam integrasi pengetahuan mengenai potensi agronomis, mekanisme adaptasi fisiologis, dan risiko ekologisnya secara komprehensif. Oleh karena itu, kajian literatur sistematis ini disusun untuk menganalisis dan mensintesis temuan-temuan terkini terkait ketiga aspek tersebut. Hasil tinjauan ini diharapkan menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan strategi pengelolaan berkelanjutan, sehingga manfaat *H. amplexicaulis* sebagai sumber hijauan dapat dioptimalkan tanpa mengabaikan upaya mitigasi terhadap risiko invasinya di ekosistem lahan rawa.

METODE

Kajian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur sistematis untuk menganalisis potensi agronomis dan mekanisme adaptasi fisiologis *Hymenachne amplexicaulis* pada lahan suboptimal. Proses tinjauan mengacu pada pedoman PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

1. Strategi Pencarian dan Proses Seleksi

Pencarian literatur dilakukan secara komprehensif melalui basis data Scopus, Web of Science, ScienceDirect, dan Google Scholar untuk publikasi periode Januari 2010 hingga Desember 2025. Rentang waktu ini dipilih untuk menangkap perkembangan signifikan mengenai adaptasi fisiologis

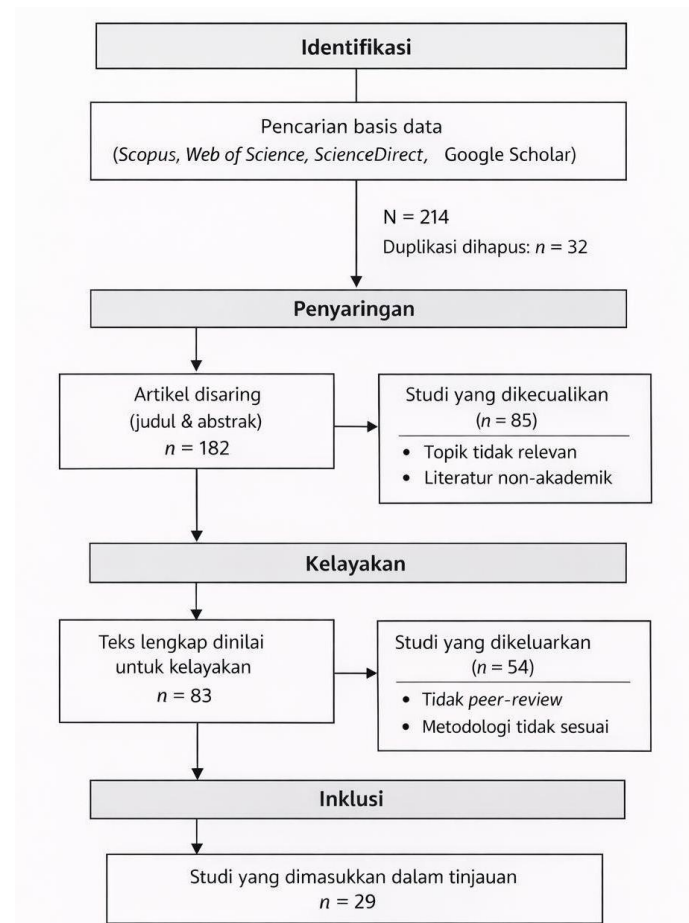
dan isu invasivitas yang mulai intensif dilaporkan sejak dekade 2010-an. Kombinasi kata kunci yang digunakan meliputi: "*Hymenachne amplexicaulis*", "*kumpai grass*", "*wetland forage*", "*physiological adaptation*", "*agronomic potential*", "*suboptimal land*", dan "*invasive species*".

2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi difokuskan pada artikel penelitian orisinal yang telah melalui proses *peer-review* dan relevan dengan fokus adaptasi fisiologis serta potensi agronomi. Kriteria eksklusi mencakup literatur non-akademik, metodologi yang tidak sesuai, serta artikel yang tidak menyediakan teks lengkap. Dari hasil pencarian awal sebanyak 214 artikel, dilakukan penghapusan duplikat ($n = 32$), menyisakan 182 artikel untuk skrining judul dan abstrak. Pada tahap ini, 85 artikel dikecualikan karena tidak relevan. Selanjutnya, 83 artikel dievaluasi melalui telaah teks lengkap, di mana 54 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Akhirnya, 29 artikel dinyatakan layak untuk analisis akhir.

3. Diagram Alir PRISMA dan Analisis Data

Seluruh tahapan seleksi artikel dirangkum secara mendetail dalam Gambar 1 (Diagram Alir PRISMA 2020) yang menyajikan alur identifikasi hingga inklusi secara transparan. Data dari artikel terpilih kemudian diekstraksi dan dianalisis menggunakan pendekatan sintesis naratif. Pendekatan ini dipilih mengingat tingginya variasi metodologi dan parameter penelitian yang ada, sehingga meta-analisis kuantitatif tidak memungkinkan dilakukan secara reliabel. Data diklasifikasikan secara tematik dan diringkas secara deskriptif guna menyajikan gambaran komprehensif mengenai potensi agronomis serta risiko ekologis *H. amplexicaulis* pada ekosistem lahan rawa dan wilayah suboptimal lainnya.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hymenachne amplexicaulis (rumput kumpai) merupakan spesies hidrografi yang tumbuh melimpah di ekosistem rawa tropis, termasuk Indonesia. Sebagai hijauan pakan penting di lahan marginal, produktivitasnya didukung oleh mekanisme pertahanan kompleks yang memungkinkannya mendominasi habitat menantang dengan genangan air (hipoksia), pH tanah masam, serta akumulasi logam berat. Pembahasan berikut menguraikan adaptasi morfofisiologis dan biokimia terhadap cekaman tersebut, menilai potensi nutrisinya, serta menyoroti tantangan pengelolaannya akibat sifat invasif di tingkat global.

1. Adaptasi Morfofisiologis terhadap Lingkungan Lahan Basah

H. amplexicaulis menunjukkan berbagai adaptasi morfologis dan fisiologis untuk bertahan dalam kondisi genangan dan hipoksia khas rawa tropis. Strategi pertahanan utamanya adalah pembentukan jaringan aerenkima secara ekstensif pada organ vegetatif, yang berfungsi sebagai saluran internal transportasi oksigen dari daun menuju akar untuk mendukung respirasi aerobik meskipun tanah minim oksigen (Yamauchi et al., 2013; Voesenek et al., 2015). Adaptasi struktural lainnya terlihat pada arsitektur sistem perakaran dangkal dengan percabangan lateral padat yang mengoptimalkan penyerapan hara dari lapisan permukaan tanah yang kaya nutrien. Selain itu, fleksibilitas stomata pada kondisi terendam sebagian membantu mengatur transpirasi serta menjaga keseimbangan fisiologis saat fluktuasi lingkungan terjadi. Keunggulan kompetitif spesies ini diperkuat oleh kemampuan regeneratif melalui stolon dan rizoma horizontal yang memfasilitasi penyebaran vegetatif cepat serta menjamin stabilitas populasi pasca-banjir (Wearne et al., 2010). Kombinasi toleransi hipoksia, efektivitas penyerapan hara, dan perbanyakkan vegetatif ini menjadikan *H. amplexicaulis* sangat dominan di habitat rawa.

2. Toleransi terhadap Cekaman Kimia di Tanah Suboptimal

Selain adaptasi fisik terhadap genangan, *H. amplexicaulis* memiliki mekanisme toleransi kuat terhadap cekaman kimia lahan rawa, khususnya tanah masam dengan toksisitas logam tinggi. Pada tanah Ultisol dengan pH rendah (4,5–5,5), toksisitas ion aluminium (Al^{3+}) sering menjadi faktor pembatas yang menghambat pemanjangan akar dan penyerapan hara. Untuk mengatasinya, tanaman ini mensekresikan eksudat organik seperti asam sitrat dan malat pada daerah rizosfer. Senyawa tersebut berfungsi mengkelat ion Al^{3+} guna mencegah masuknya logam beracun ke jaringan akar sekaligus menjaga fungsi fisiologis tanaman (Rahman & Upadhyaya, 2020:15).

Pada tingkat seluler, respons biokimia terkoordinasi memperkuat ketahanan terhadap toksisitas logam melalui peningkatan produksi enzim antioksidan, terutama Superoksida Dismutase (SOD) dan Peroksidase (POD). Aktivitas enzim tersebut berperan vital dalam menetralkan radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang terbentuk akibat cekaman logam, sehingga melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif dan menjaga keberlangsungan proses metabolik (Syafria, 2024:1862).

Lebih lanjut, *H. amplexicaulis* menunjukkan variasi toleransi terhadap cekaman osmotik akibat salinitas maupun kekeringan musiman, dengan perbedaan respons yang teramati antar-ekotipe. Mekanisme utama ketahanan ini adalah kemampuan mempertahankan homeostasis ionik, khususnya menjaga rasio kalium terhadap natrium (K^+/Na^+) tetap tinggi di dalam jaringan (Pungin et al., 2023:15; Volkov, 2014:11). Simbiosis dengan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) juga terbukti meningkatkan toleransi terhadap berbagai cekaman, termasuk salinitas, melalui stimulasi produksi *strigolactone* dan penguatan fungsi fisiologis akar (Aroca et al., 2013:53).

Kemampuan adaptif yang luas terhadap beragam cekaman kimia ini menegaskan potensi besar *H. amplexicaulis* sebagai plasma nutfah lokal yang berharga dalam program pemuliaan hijauan adaptif. Spesies ini sangat relevan untuk mendukung upaya rehabilitasi serta pemanfaatan produktif lahan marginal yang terus mengalami degradasi. Secara keseluruhan, melalui sinergi mekanisme alami seperti sekresi eksudat akar dan aktivitas enzim antioksidan, serta intervensi biologis berupa asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan komunitas endofit, tanaman ini mampu bertahan pada tanah masam dengan tingkat toksisitas aluminium tinggi. Adaptasi ini tidak hanya memperkuat kelangsungan hidupnya, tetapi juga menegaskan potensinya sebagai hijauan produktif dalam strategi pengelolaan pakan berkelanjutan di ekosistem rawa tropis.

Tabel 1. Mekanisme Adaptasi *Hymenachne amplexicaulis* terhadap cekaman lingkungan

Tipe cekaman	Respon morfofisiologis utama	Manfaat adaptif	Peneliti (tahun)
Genangan & Hipoksia	Pembentukan jaringan aerenkima, elongasi batang	Menjamin suplai O ₂ ke akar, menjaga fotosintesis	Yamauchi et al. (2013), Voesenek et al. (2015)
Tanah Masam & Al ³⁺	Sekresi eksudat asam organik, peningkatan enzim antioksidan	Menetralkan toksisitas Al ³⁺ , mengurangi stres oksidatif	Rahman & Upadhyaya (2020)
Osmotik & Salinitas	Menjaga rasio K ⁺ /Na ⁺ yang tinggi di jaringan	Mempertahankan homeostasis ionik dan turgor sel	Pungin et al. (2023), Volkov (2014)

Keterangan: Mekanisme adaptasi yang tercantum dalam tabel ini bersifat sinergis, artinya kemampuan tanaman untuk bertahan hidup di lahan rawa tidak hanya bergantung pada satu mekanisme, tetapi pada kombinasi dari semuanya. Kemampuannya untuk mentolerir genangan (hipoksia) sekaligus tanah masam (toksisitas Al³⁺) adalah kunci dominasinya di ekosistem lahan marginal.

Secara keseluruhan, *Hymenachne amplexicaulis* mampu memanfaatkan kombinasi mekanisme alami seperti sekresi eksudat akar dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan bersama intervensi biologis berupa asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan komunitas endofit untuk bertahan pada tanah masam dengan tingkat toksisitas aluminium yang tinggi. Adaptasi ini tidak hanya memperkuat kelangsungan hidupnya pada lahan marginal, tetapi juga menegaskan potensinya sebagai hijauan produktif sekaligus mendukung strategi pengelolaan pakan berkelanjutan di ekosistem rawa tropis.

3. Produktivitas Dasar dan Potensi Nutrisi

Dari perspektif pakan ternak, *H. amplexicaulis* (rumput kumpai) menunjukkan kombinasi menonjol antara produktivitas biomassa tinggi dan komposisi nutrisi kompetitif dibanding hijauan rawa lainnya. Keunggulan ini dibuktikan melalui penelitian *in vitro* oleh Rostini (2025:5) di Kalimantan, yang menunjukkan bahwa *H. amplexicaulis* memiliki nilai pencernaan bahan kering 31,25% dan bahan organik 27,42%, tertinggi di antara spesies yang diuji. Selain itu, produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) mencapai 124,22 mM dengan konsentrasi amonia (NH₃) sebesar 3,65 mM. Parameter-parameter tersebut mengindikasikan tingkat fermentabilitas rumen yang tinggi, sehingga tanaman ini berpotensi menjadi sumber energi dan protein efisien bagi ruminansia.

Selain performa *in vitro*, komposisi nutrisi kumpai berdasarkan analisis proksimat menunjukkan variasi yang dipengaruhi lokasi tumbuh, kondisi hidrologis, musim, serta metode analisis. Indikator utama kualitas hijauan—seperti bahan kering (BK), protein kasar (PK), lemak

kasar (LK), serat kasar (SK), dan abu, bervariasi signifikan antarpelitian, yang menentukan kelayakan efisiensi pemanfaatannya.

Penelitian Rohaeni (2005:324) melaporkan bahwa varietas kumpai minyak, kumpai batu, dan kumpai mining dari Kalimantan Selatan memiliki BK sangat tinggi (di atas 90%) dengan kadar PK 6,21–8,97%. Kandungan LK tercatat rendah (1,14–1,62%), sementara SK menunjukkan variasi lebar antara 23,66–34,59%. Sejalan dengan itu, Rostini (2014:109) memberikan perspektif mengenai pengaruh pasang-surut lahan rawa; pada kondisi surut, PK kumpai minyak menurun menjadi 9,37% sementara SK meningkat hingga 26,10%, mencerminkan perubahan struktur jaringan akibat stres hidrologis.

Penelitian terbaru Safitri et al. (2024:43) di Pulau Lanting pada musim hujan mencatat nilai BK sebesar 85,16%, yang mengindikasikan kadar air tinggi pada bahan segar namun tetap lebih rendah dibanding kondisi kering sempurna pada studi sebelumnya. Menariknya, kandungan LK mencapai 9,22%, jauh lebih tinggi dari temuan terdahulu. Fenomena ini menggarisbawahi pengaruh kuat faktor musim dan karakteristik lokasi rawa terhadap nutrisi *H. amplexicaulis*. Oleh karena itu, strategi pemanfaatannya di lahan marginal harus mempertimbangkan dinamika lingkungan, musim panen, serta kondisi hidrologis setempat guna memastikan kualitas hijauan yang optimal dan konsisten bagi ternak.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Rumput Kumpei

Sumber dan Kondisi	BK (%)	PK (%)	LK (%)	SK (%)	Abu (%)
Rohaeni et al., (2005) – K. Minyak	94,57	7,99	1,14	27,85	10,92
Rohaeni et al., (2005) – K. Batu	94,73	6,21	1,16	34,59	10,28
Rohaeni et al., (2005) – K. Mining	93,69	8,97	1,62	23,66	12,24
Rostini et al., (2014) – K. Minyak (spring tide)	100	10,88	1,20	16,37	3,28
Rostini et al., (2014) – K. Batu (spring tide)	100	14,36	1,29	17,35	2,48
Rostini et al., (2014) – K. Minyak (low tide)	100	9,37	2,35	26,10	9,83
Rostini et al., (2014) – K. Batu (low tide)	100	12,60	1,33	33,58	3,23
Safitri et al., (2024)	85,16	5,86	9,22	29,27	11,96

Keterangan : BK = Bahan Kering, PK = Protein Kasar, LK = Lemak Kasar, SK = Serat Kasar, Abu = Mineral

4. Strategi Peningkatan Produktivitas melalui Intervensi Biologis

Meskipun *Hymenachne amplexicaulis* memiliki potensi produktivitas alami yang tinggi, performanya di lapangan sering terkendala kondisi tanah suboptimal rawa tropis. Untuk mengatasi keterbatasan ini, intervensi biologis dan agronomis terbukti efektif dalam mempercepat pertumbuhan, meningkatkan nilai nutrisi, serta memperkuat ketahanan terhadap cekaman lingkungan.

Salah satu strategi yang konsisten memberikan hasil positif adalah aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). Kehadiran FMA meningkatkan serapan hara esensial, terutama fosfor, yang berperan langsung dalam meningkatkan biomassa, kadar protein kasar, serta pencernaan bahan kering hijauan (Syafria & Jamarun, 2015:33). Peningkatan kualitas serat juga tercermin dari penurunan fraksi sulit dicerna seperti *Neutral Detergent Fiber* (NDF), *Acid Detergent Fiber* (ADF), dan lignin (Syafria & Jamarun, 2019:109). Selain aspek nutrisi, simbiosis FMA mampu menurunkan laju respirasi akar pada kondisi cekaman, sehingga tanaman dapat menghemat energi untuk pertumbuhan vegetatif (Romero-Munar et al., 2017:1123).

Efektivitas FMA kian meningkat saat dikombinasikan dengan pupuk organik padat maupun cair. Sinergi FMA dengan kompos, pupuk kandang, atau biourine menghasilkan akumulasi bahan kering yang sangat tinggi. Syafria & Jamarun (2021:5) dan Syafria (2024:1866) melaporkan bahwa integrasi FMA dan biourine menghasilkan biomassa kering antara 2253,60 hingga 2273,61 kg/ha, dengan kadar protein kasar melampaui 14,5%. Interaksi positif ini juga melibatkan komunitas endofit; aktinobakteri endofitik pada *H. amplexicaulis* memproduksi senyawa bioaktif yang mendukung ketahanan dan performa fisiologis terhadap cekaman biotik maupun abiotik (Assad et al., 2021:11).

Optimasi pertumbuhan juga dapat diperluas melalui pemanfaatan mikroba menguntungkan lainnya. Aplikasi *Trichoderma harzianum* dan aktivator mikroorganisme seperti EM4 terbukti memperbaiki kualitas kompos, meningkatkan ketersediaan nutrisi, serta mendukung pertumbuhan pada lahan marginal ekstrem seperti bekas tambang (Yusuf et al., 2025:22; Hidayat et al., 2024:9). Selain intervensi budidaya, pengelolaan pakan melalui kombinasi *H. amplexicaulis* dengan bahan tambahan seperti daun ubi kayu atau konsentrat dapat meningkatkan palatabilitas dan densitas nutrisi ransum. Pendekatan integratif ini tidak hanya mengoptimalkan produktivitas hijauan, tetapi juga memperkuat keberlanjutan sistem pakan di ekosistem rawa tropis.

Tabel 3. Hasil Penelitian tentang Intervensi Biologis dan Suplementasi

Peneliti (tahun)	Perlakuan	Hasil utama	Uraian hasil
Syafria & Jamarun (2015)	FMA (10–20 g/pot) + pupuk organik (100%)	↑ BK, PK, P, pencernaan BK	Kombinasi FMA 20 g/pot + pakan 100% hasil tertinggi
Syafria & Jamarun (2019)	FMA 20 g/pot + pupuk organik kotoran sapi 100%	↓ NDF, ADF, lignin; ↑ selulosa, hemisellulosa	Memperbaiki kualitas serat hijauan
Syafria & Jamarun (2021)	Biourine 45% + FMA 20 g/rumpun	BK 2253,60 kg/ha; PK 14,55%; P 1,12%	Perlakuan terbaik dibanding lainnya
Syafria (2024)	Biourine 45% + 20 g AMF/rumpun	BK 2273,61 kg/ha; PK 15,56%; P 1,17%	Produksi kumulatif tertinggi
Hidayat et al., (2024)	EM4 (6%) + AMF 20 g	↑ kualitas kompos; ↑ tinggi tanaman, anakan, BK hijauan	EM4 6% terbaik untuk kompos
Riswandi et al., (2018)	Ransum berbasis <i>H. acutigluma</i> + daun ubi kayu + konsentrat	↑ densitas ransum, palatabilitas tertinggi (R1)	Pakan lebih diterima ternak
Rostini (2025)	Karakterisasi hijauan rawa Kalimantan	BK 31,25%; BO 27,42%; VFA 124,22 mM; NH ₃ 3,65 mM	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> unggul dibanding spesies rawa lain

Keterangan: FMA (Fungi Mikoriza Arbuskula); BK (Bahan Kering); PK (Protein Kasar); NDF (Neutral Detergent Fiber); ADF (Acid Detergent Fiber). Intervensi yang dirangkum di sini menunjukkan pergeseran dari sekadar memanfaatkan potensi alami tanaman menjadi sebuah upaya optimalisasi produktivitas secara aktif melalui rekayasa biologis dan agronomi.

Secara keseluruhan, berbagai temuan penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas dan mutu nutrisi *Hymenachne amplexicaulis* dapat dicapai melalui intervensi biologis yang tepat serta strategi suplementasi pakan yang terintegrasi. Optimalisasi ini tidak hanya

memperkuat performa tanaman di lahan suboptimal, tetapi juga menjadi fondasi penting bagi pengembangan sistem pakan berkelanjutan di ekosistem rawa tropis Indonesia.

5. Dilema Invasivitas: Risiko Ekologis dan Arah Pengelolaan Berkelanjutan

Di balik manfaatnya sebagai hijauan, *Hymenachne amplexicaulis* memiliki peran signifikan dalam struktur lahan basah tropis. Dengan produktivitas primer tinggi dan kemampuan membentuk rumpun padat, spesies ini berkontribusi pada stabilisasi sedimen serta pengurangan erosi di area genangan permanen. Dalam sistem pertanian terpadu, keberadaannya memperbaiki efisiensi siklus nutrisi; diversifikasi padang penggembalaan menggunakan spesies ini berpotensi mengurangi kehilangan nitrogen akibat *leaching* (pencucian), terutama saat terjadi perubahan hidrologi yang memengaruhi dinamika vegetasi rawa (Catford et al., 2011).

Selain fungsi ekosistem, genus *Hymenachne* menunjukkan toleransi tinggi terhadap lingkungan ekstrem, termasuk tanah tercemar. Meskipun bukti spesifik pada *H. amplexicaulis* masih terbatas, indikasi kuat muncul dari kerabat dekatnya, *Hymenachne acutigluma*, yang mampu mengakumulasi logam berat seperti timbal (Pb) pada lahan tailing (Khodijah et al., 2019:119). Kemampuan tersebut membuka peluang pemanfaatan spesies ini dalam fitoremediasi, yang memperluas nilai ekologisnya di luar subsektor peternakan.

Namun, keunggulan fisiologis tersebut menjadi dasar sifat invasifnya. Laporan global menunjukkan bahwa *H. amplexicaulis* dapat membentuk monokultur rapat yang menggeser vegetasi asli serta menurunkan keanekaragaman flora dan fauna akuatik. Studi di Australia dan Florida mencatat penurunan populasi makroinvertebrata dan perubahan komunitas ikan akibat ekspansi spesies ini (Grice et al., 2011:994). Penyebarannya diperkuat oleh aktivitas manusia, seperti pembuatan kanal, transportasi air, dan penggembalaan di zona riparian (Bouchard et al., 2020:14; Wearne et al., 2010:152). Dampak ekologisnya bahkan mencakup perubahan siklus nitrogen dan karakter biogeokimia sedimen mangrove (Sampaio et al., 2021:7).

Kondisi ini menciptakan dilema pengelolaan antara nilai agronomi dan risiko invasi yang mengganggu fungsi ekosistem alami (Magnussen, 2012:163). Berbagai pendekatan pengendalian telah diterapkan, mulai dari aplikasi herbisida (Quincy & Enloe, 2020:110), manipulasi hidrologi, hingga penggunaan air laut sebagai penghambat pertumbuhan di kawasan pesisir (Reid et al., 2018:15). Namun, efektivitasnya cenderung temporer dan memerlukan integrasi strategi berbasis ekologi serta pemantauan adaptif jangka panjang.

Di Asia Tenggara, distribusi *H. amplexicaulis* terus meluas (Meyerson & Mooney, 2015:24). Meskipun belum dikategorikan sebagai ancaman ekologis utama, pola ekspansinya menunjukkan potensi tekanan baru bagi lahan basah tropis. Proyeksi perubahan iklim terutama peningkatan intensitas banjir yang diperkirakan akan memperluas habitat yang sesuai sekaligus menyediakan jalur penyebaran baru bagi spesies hidrofistik agresif ini (Meyerson & Mooney, 2015:23). Hal ini menggarisbawahi perlunya strategi pengelolaan yang secara seimbang mempertimbangkan nilai agronomi sekaligus mitigasi risiko ekologis jangka panjang.

Tabel 4. Invasivitas dan Konteks Pengelolaan *Hymenachne amplexicaulis*

Lokasi / Konteks	Perspektif & Dampak Utama	Implikasi Manajemen	Penulis (Tahun)
Australia & Florida	Perspektif Ekologis: Spesies invasif merusak keanekaragaman hayati.	Fokus pada eradikasi dan pengendalian penyebaran di kawasan konservasi.	Bouchard et al. (2020)
Indonesia & Asia Tenggara	Perspektif Agronomis: Dianggap sebagai sumber daya pakan (rumput kumpai) sekaligus gulma potensial.	Fokus pada manajemen terpadu: Optimalisasi produktivitas sebagai pakan sambil mengendalikan populasi.	Syafria (2024)
Mangrove Subtropis	Perspektif Biogeokimia: Mengubah siklus nutrisi sedimen.	Dampak invasi meluas hingga ke fungsi dasar ekosistem.	Sampaio et al. (2021)
Global	Peran Ganda: Berpotensi sebagai pakan dan ancaman ekologis.	Memerlukan kebijakan adaptif yang berbasis risiko sesuai konteks regional.	Magnussen (2012)

PENUTUP

Kesimpulan

Hymenachne amplexicaulis menunjukkan peran ganda yang kompleks: adaptasi morfofisiologisnya terhadap genangan dan tanah masam menjadikannya hijauan bernilai tinggi di lahan rawa suboptimal, terutama ketika didukung intervensi biologis seperti mikoriza dan pupuk organik yang meningkatkan biomassa dan kualitas nutrisi. Namun, mekanisme adaptasi yang sama juga memicu sifat invasifnya, sehingga berpotensi menurunkan keanekaragaman hayati dan mengganggu stabilitas ekosistem. Variasi nutrisi antar lokasi dan musim menegaskan perlunya strategi pengelolaan berbasis konteks, termasuk waktu panen, suplementasi ransum, dan pengendalian populasi. Oleh karena itu, pemanfaatan berkelanjutan tanaman ini hanya dapat dicapai melalui pengelolaan adaptif yang menyeimbangkan produktivitas dengan perlindungan ekologis serta mempertimbangkan implikasi sosial-ekonomi bagi sistem peternakan lokal.

Kajian ini memiliki batasan pada cakupan literatur yang mayoritas berfokus pada interaksi biologis dan biofisik tanaman, sehingga aspek regulasi serta kebijakan hukum mengenai pengendalian spesies invasif di Indonesia belum diulas secara mendalam. Selain itu, kesimpulan mengenai efektivitas intervensi mikoriza sebagian besar didasarkan pada data riset skala rumah kaca dan plot percobaan terbatas, sehingga penerapan dalam skala pengembalaan luas di lahan rawa memerlukan penelitian lapangan lebih lanjut untuk memvalidasi dampak ekologis jangka panjangnya.

Saran

Berdasarkan hasil tinjauan ini, disarankan agar pengembangan *H. amplexicaulis* sebagai pakan ternak dibarengi dengan penerapan zonasi pemanfaatan yang ketat guna mencegah ekspansi tak terkendali ke area konservasi. Peneliti selanjutnya perlu memfokuskan kajian pada mekanisme toleransi cekaman di tingkat molekuler untuk seleksi genotipe unggul yang memiliki produktivitas tinggi namun dengan risiko invasivitas yang lebih rendah. Selain itu, pemerintah dan pemangku kepentingan perlu menyusun protokol manajemen biosekuriti pada lahan rawa untuk memastikan pemanfaatan hijauan ini tetap selaras dengan upaya pelestarian integritas ekosistem lahan basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aroca, R., Ruiz-Lozano, J. M., Zamarreño, Á. M., Paz, J. A., García-Mina, J. M., & Pozo, M. J. (2013). Arbuscular mycorrhizal symbiosis influences strigolactone production under salinity and alleviates salt stress in lettuce plants. *Journal of Plant Physiology*, 170(1), 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.08.020>
- Assad, B. M., Savi, D. C., Biscaia, S. M. P., Mayrhofer, B. F., Iantas, J., Mews, M., de Oliveira, J. C., Trindade, E. S., & Glienke, C. (2021). Endophytic actinobacteria of *Hymenachne amplexicaulis* from the Brazilian Pantanal wetland produce compounds with antibacterial and antitumor activities. *Microbiological Research*, 248, 126768. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126768>
- Bouchard, C. M., Boughton, E. H., & Langeland, K. A. (2020). Landscape factors driving the spread of the invasive grass *Hymenachne amplexicaulis* among wetlands in a Florida subtropical grazing land. *Invasive Plant Science and Management*, 13(2), 65–73. <https://doi.org/10.1017/inp.2020.16>
- Catford, J. A., Downes, B. J., Gippel, C. J., & Vesk, P. A. (2011). Flow regulation reduces native plant cover and facilitates exotic invasion in riparian wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 48(2), 432–442. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01945.x>
- Grice, A. C., Clarkson, J. R., & Calvert, M. (2011). Geographic differentiation of management objectives for invasive species: A case study of *Hymenachne amplexicaulis* in Australia. *Environmental Science & Policy*, 14(8), 986–997. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.07.006>
- Hidayat, R., Syafria, H., Adriani, & Lestari, W. M. (2024). Pemanfaatan EM4 pada kompos dan FMA terhadap pertumbuhan rumput kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees). *Jurnal Peternakan Terapan (PETERPAN)*, 6(1), 8–15. <https://doi.org/10.25181/peterpan.v6i1.3324>
- Khodijah, N., Suwignyo, R., & Harun, M. U. (2019). Growth and accumulation of Pb in native hymenachne (*Hymenachne acutigluma*) in tailings area as affected by organic and inorganic fertilizer. *Proceedings of the 1st Maritime and Environmental Research*. Atlantis Press, 115–123.
- Magnussen, C. C. (2012). *Hymenachne* headaches: Addressing management issues associated with a conflict species. *Proceedings of the 18th Australasian Weeds Conference*, 631–634.
- Muhakka, M., Suwignyo, R. A., Budianta, D., & Yakup. (2018). Kandungan Mineral Vegetasi Hijauan Rawa sebagai Pakan Kerbau Pampangan di Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 82–88.
- Pungin, A., Lartseva, L., Loskutnikova, V., Shakhov, V., Popova, E., Skrypnik, L., & Krol, O. (2023). Effect of salinity stress on phenolic compounds and antioxidant activity in halophytes *Spergularia marina* (L.) Griseb. and *Glaux maritima* L. cultured in vitro. *Plants*, 12(9), 1905. <https://doi.org/10.3390/plants12091905>
- Quincy, K., & Enloe, S. F. (2020). Evaluation of fluazifop-P-butyl and sethoxydim for *Hymenachne amplexicaulis* control in mixed and monotypic emergent plant communities. *Journal of Aquatic Plant Management*, 58(1), 10–14.
- Rahman, R., & Upadhyaya, H. (2020). Aluminium toxicity and its tolerance in plant: A review. *Journal of Plant Biology*, 64, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s12374-020-09280-4>
- Reid, B., Grice, T., Holtum, J., & Nicholas, M. (2018). *Assessing the potential for controlling four invasive aquatic plant species using seawater in Townsville*. Research Report. James Cook University.
- Rohaeni, E. S., Qomariah, R., Hamdan, A., & Subhan, A. (2005). Jenis dan kandungan gizi hijauan di lahan rawa untuk pakan ternak kerbau rawa. *Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia*, 320–328.

- Romero-Munar, A., Del-Saz, N. F., Ribas-Carbó, M., Flexas, J., Baraza, E., & Florez-Sarasa, I. (2017). Arbuscular mycorrhizal symbiosis decreases root respiration and increases photosynthesis and plant biomass accumulation in *Arundo donax* under salinity stress. *Plant, Cell & Environment*, 40(7), 1115–1126. <https://doi.org/10.1111/pce.12902>
- Rostini, T., Zakir, I., & Biyatmoko, D. (2025). Characteristics and in vitro digestibility of Kalimantan swamp forage as animal feed. *Tropical Wetland Journal*, 10(2), 1–9. <https://doi.org/10.20527/twj.v10i2.133>
- Safitri, A., Choirunisa, T., & Ibrahim. (2024). Identifikasi bahan pakan lokal sebagai pakan konsentrat ternak kerbau di Pulau Lanting. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 7(2), 40–49.
- Sampaio, J. A. G., Ely, C. R. R., Cunha-Lignon, M., & Salemi, L. F. (2021). Plant invasion affects vegetation structure and sediment nitrogen stocks in subtropical mangroves. *Marine Environmental Research*, 168, 105318. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105506>
- Syafria, H. (2024). Production and grass quality *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees at various levels of biourine fertilization and arbuscular mycorrhizal fungi. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 3(4), 1861–1867. <https://doi.org/10.55681/sentri.v3i4.2559>
- Syafria, H., & Jamarun, N. (2015). Peningkatan hasil dan nilai nutrisi rumput kumpai (*Hymenachne amplexicaulis*(Rudge) Nees.) dengan fungi mikoriza arbuskula dan pupuk organik di tanah podzolik merah kuning. *Pastura*, 5(1), 29–34. <https://doi.org/10.24843/Pastura.2015.v05.i01.p06>
- Syafria, H., & Jamarun, N. (2019). Pengaruh pemberian fungi mikoriza arbuskula dan pupuk organik terhadap kandungan fraksi serat rumput kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) pada ultisol. *Pastura*, 7(2), 106–110. <https://doi.org/10.24843/Pastura.2018.v07.i02.p11>
- Voesenek, L. A. C. J., & Bailey-Serres, J. (2015). Flood adaptive traits and processes: An overview. *New Phytologist*, 206(1), 57–73. <https://doi.org/10.1111/nph.13209>
- Volkov, V. (2014). Salinity tolerance in plants: Attempts to manipulate ion transport. *arXiv Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1411.1553>
- Wearne, L. J., Adair, R. J., & Quinn, G. P. (2010). Spread and management of the invasive grass *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees. *Plant Protection Quarterly*, 25(4), 146–161.
- Yamauchi, T., Shimamura, S., Nakazono, M., & Mochizuki, T. (2013). Aerenchyma formation in crop species: A review. *Field Crops Research*, 152, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.12.008>
- Yusuf, D., Adriani, A., Syafria, H., Azizah, A., Hidayat, R., & Lestari, W. (2025). Pemanfaatan *Trichoderma harzianum* pada kompos dan fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan rumput kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) yang ditanam pada tanah bekas tambang batu bara. *Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis*, 9(1), 20–29.