

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002025156824, 17 Oktober 2025

Pencipta

Nama : **Herdhata Agusta, Sofyan Zaman dkk**
Alamat : Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga.,
Dramaga, Kab. Bogor, Jawa Barat, 16680
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Institut Pertanian Bogor (IPB)**
Alamat : Ged. Manajemen STP IPB Jl. Taman Kencana No. 3, Babakan, Bogor -
16128, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat, 16128

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Karya Ilmiah**

Judul Ciptaan : **Efektivitas Air Gubangan Kolam Ikan Lele sebagai Media
Penyiraman dan Sumber Hara pada Tanaman Bayam
(Amaranthus spp. L.)**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 10 Oktober 2025, di Kab. Bogor

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor Pencatatan : 000997085

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

| No | Nama | Alamat |
|----|---------------------------|---|
| 1 | Herdhata Agusta | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga. Dramaga, Kab. Bogor |
| 2 | Sofyan Zaman | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 3 | Muhammad Ferdiansyah | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 4 | Habibatul Hikmiah | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 5 | Resmatunisa Sahibah | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 6 | Nabilah Safinatunnajah | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 7 | Almira Gantari Dafianti | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 8 | Kurnia Aulia Akbar | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 9 | Anggraini Novianti | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 10 | Abdullah Ghazi Al Ghifari | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 11 | Farhanah Nur Fardansyah | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 12 | Alvira Tri Rizky | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 13 | Hanifah Anggit Nurandini | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |
| 14 | Najaf Nadivari | Kampus IPB. Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor |



**EFEKTIVITAS AIR GUBANGAN KOLAM IKAN LELE
SEBAGAI MEDIA PENYIRAMAN DAN SUMBER HARA PADA
TANAMAN BAYAM (*Amaranthus spp. L*)**

**Prof. Herdhata Agusta
Ir. Sofyan Zaman, M.P.
Muhammad Ferdiansyah, S.P.
Habibatul hikmiah, S.P.
Resmatunisa Sahibah
Nabilah Safinatunnajah
Almira Gantari Dafianti
Kurnia Aulia Akbar
Anggraini Novianti
Abdullah Ghazi Al Ghifari
Farhanah Nur Fardansyah
Alvira Tri Rizky
Hanifah Anggit Nurandini
Najaf Nadivari**



**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pertanian terpadu merupakan pendekatan holistik yang menggabungkan berbagai komponen pertanian seperti tanaman, peternakan, dan pengelolaan sumber daya alam secara sinergis. Tujuan utama sistem ini adalah mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya dengan mengurangi ketergantungan terhadap input eksternal, melalui saling dukung antara setiap komponen usaha tani (Siregar 2023).

Penerapan sistem pertanian terpadu terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas lahan, memperbaiki kesuburan serta sifat fisik tanah, mengurangi hama dan penyakit, dan menekan biaya produksi (Utami *et al.* 2021). Selain itu, sistem ini dapat mengurangi risiko kegagalan panen karena tidak bergantung pada satu komoditas tunggal.

Salah satu penerapan sistem pertanian terpadu yang berpotensi dikembangkan adalah kombinasi antara budidaya tanaman sayuran, seperti bayam dengan pemeliharaan ikan lele dalam satu sistem terpadu atau akuaponik. Bayam (*Amaranthus hybridus* L.) merupakan sayuran bergizi tinggi, mudah dibudidayakan, dan digemari masyarakat Indonesia. Namun, data Badan Pusat Statistik (2023) menunjukkan bahwa produksi bayam mengalami penurunan dalam dua tahun terakhir, sehingga diperlukan upaya peningkatan produktivitasnya.

Pendekatan ini dapat diintegrasikan dengan prinsip pertanian organik, yang tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan. Pertanian organik menghindari penggunaan bahan kimia sintetis dan memanfaatkan sisa-sisa tanaman serta kotoran ternak sebagai sumber nutrisi (Alamban 2002 dalam Astuti *et al.* 2026). Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan limbah air kolam ikan lele sebagai sumber pupuk organik cair bagi tanaman.

Kotoran ikan lele terbukti mengandung unsur hara penting seperti nitrogen (0,98–1,67%), fosfor (1,89–3,40%), dan kalium (0,10–1,03%), serta memiliki pH netral (7–8), sehingga potensial digunakan untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Andriyeni *et al.* 2017). Limbah kolam lele yang kaya akan protein, asam amino, dan amonia dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen alami untuk tanaman (Mukminin *et al.* 2020). Dengan demikian, penerapan sistem pertanian terpadu berbasis akuaponik antara ikan lele dan tanaman bayam menjadi alternatif inovatif yang berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian, menjaga keberlanjutan lingkungan, serta mengoptimalkan penggunaan limbah menjadi sumber nutrisi alami bagi tanaman.

1.2 Analisis Masalah

Air gubangan dari kolam ikan lele umumnya dibuang setelah digunakan dalam proses budidaya, padahal air tersebut mengandung berbagai unsur hara penting seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan optimal. Berdasarkan penelitian Siswanto *et al.* (2024), kandungan nitrogen dalam

air kolam ikan lele mencapai 0,03–0,05%, sedangkan fosfor berkisar 0,02–0,03%. Kandungan unsur hara ini menunjukkan bahwa limbah air kolam lele berpotensi menjadi sumber pupuk alami sekaligus media penyiraman yang efektif bagi tanaman, termasuk bayam (*Amaranthus hybridus* L.). Nitrogen berperan penting dalam pembentukan klorofil dan pertumbuhan daun, sedangkan fosfor mendukung perkembangan akar dan proses metabolisme tanaman (Diva dan Putri 2022).

Namun, potensi manfaat tersebut hanya dapat direalisasikan jika air limbah dikelola dengan baik. Dalam praktik saat ini, petani umumnya belum memiliki sistem pengolahan air limbah, sehingga air yang dibuang sembarangan dapat menimbulkan dampak negatif, seperti eutrofikasi akibat sisa metabolisme ikan atau pakan (Israwahyudi dan Hasrun 2023). Eutrofikasi dapat meningkatkan konsentrasi polutan di perairan, memicu blooming alga, menurunkan kadar Dissolved Oxygen (DO), meningkatkan kekeruhan, menimbulkan bau tidak sedap, bahkan mengganggu kesehatan masyarakat sekitar (Riza *et al.* 2023). Pemanfaatan air limbah kolam lele sebagai alternatif pupuk alami dapat menjadi solusi terhadap permasalahan ini.

Dengan pengelolaan yang tepat, kandungan nutrisi dalam air limbah dapat dimanfaatkan secara optimal, mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, serta mendukung prinsip pertanian berkelanjutan. Penelitian Siswanto *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penggunaan air limbah kolam ikan secara terkontrol mampu meningkatkan hasil panen bayam hingga 30% dibandingkan penggunaan pupuk kimia. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengolahan air limbah budidaya ikan lele sebagai input budidaya bayam menjadi sangat penting untuk mendukung produksi pertanian yang ramah lingkungan, efisien, dan aman bagi masyarakat sekitar.

1.3 Kebaharuan

Sistem pertanian terpadu berbasis pemanfaatan limbah kotoran ikan lele sebagai pupuk organik cair sekaligus media penyiraman untuk meningkatkan hasil panen. Penggunaan feses ikan lele secara langsung terbukti efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman, karena pupuk organik cair mampu menjaga stabilitas unsur hara dalam tanah, mudah diserap akar, mengurangi sampah organik, serta efisien dalam pemupukan dan penyiraman secara bersamaan (Yusuf 2019).

Kebaharuan sistem ini terletak pada pemanfaatan air buangan kolam ikan lele secara langsung tanpa perlu pengolahan tambahan. Dengan demikian, tanaman mendapatkan suplai nutrisi dan air secara kontinu, meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Pendekatan ini merupakan adaptasi dari konsep akuaponik, yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem, namun diterapkan secara langsung pada penggunaan air limbah kolam lele sebagai pupuk cair. Memberikan input pupuk cair dan air terus menerus tanpa harus menunggu. Metode ini umum digunakan pada budidaya akuaponik (hidroponik dan kolam ikan).

1.4 Tujuan

1. Memanfaatkan feses ikan lele sebagai pupuk organik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bayam.
2. Membandingkan hasil produksi tanaman bayam antara perlakuan penyiraman dengan air biasa dan penyiraman menggunakan limbah feses ikan lele.

1.5 Manfaat

Penerapan sistem pertanian terpadu ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen tanaman bayam.
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, khususnya air dan pupuk.
3. Memberikan tambahan pendapatan dan kesejahteraan bagi petani, warga sekitar, dan masyarakat luas.
4. Mendukung penerapan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Agro Fishery

Agrofisery merupakan sistem kegiatan yang memadukan budidaya perikanan dengan pertanian. Dalam konteks pertanian sawah, pendekatan ini sering dikenal dengan istilah mina padi. Tujuan utama agrofisery adalah meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, mendukung peningkatan produktivitas, meningkatkan pendapatan petani, serta memperbaiki kualitas pangan bagi masyarakat pedesaan.

2.2 Bayam

Bayam (*Amaranthus hybridus* L.) merupakan salah satu sayuran daun yang digemari masyarakat Indonesia karena rasa yang enak, kandungan vitamin dan mineral yang tinggi, serta harga yang terjangkau (Siswanto *et al.* 2024). Tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun hingga ketinggian 1.000 m dpl dengan pengairan yang memadai.

Bayam merupakan sayuran yang digemari masyarakat luas karena kandungan gizinya yang tinggi, terutama kalsium dan vitamin A. Tanaman ini dapat tumbuh di dataran tinggi maupun rendah, namun memerlukan tanah yang subur dan gembur untuk pertumbuhan optimal. Di Indonesia, terdapat dua jenis bayam yang umum dibudidayakan, yaitu *Amaranthus tricolor* dan *Amaranthus hybridus*. Pemanfaatan bagian vegetatif tanaman (batang dan daun) sebagai sayuran menyebabkan kebutuhan nitrogen tanaman menjadi tinggi. Namun, nitrogen alami dalam tanah sering tidak mencukupi, sehingga perlu dukungan pupuk tambahan untuk pertumbuhan optimal. Selain jenis budidaya, terdapat juga bayam liar, antara lain bayam tanah (*Amaranthus blitum* L.) dan bayam berduri (*Amaranthus spinosus* L.), yang umumnya memiliki tekstur lebih keras dan rasa agak kasap, serta batang berwarna kemerah-merahan.

2.3 Ikan Lele

Ikan lele (*Clarias* spp.) merupakan salah satu komoditas perikanan yang populer di Indonesia maupun di negara berkembang lainnya. Lele memiliki tubuh memanjang, berlendir, tanpa sisik, agak bulat di bagian tengah, dan pipih di bagian belakang. Kepala ikan pipih dengan panjang sekitar seperempat dari panjang tubuhnya, serta memiliki empat pasang sungut peraba di sekitar mulut yang berfungsi untuk meraba makanan dan orientasi di lingkungan. Di dekat sungut terdapat alat olfaktori yang mendukung penciuman, perabaan, dan penglihatan, mengingat indera penglihatan lele relatif kurang berkembang (Ciptanto 2010). Lele dikenal memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk kualitas air yang rendah. Budidaya ikan lele menjadi pilihan utama dalam sektor agrofisery karena pertumbuhan yang cepat, permintaan pasar yang tinggi, dan biaya produksi yang relatif rendah (Putra *et al.* 2022).

Seiring perkembangan teknologi, berbagai inovasi diterapkan dalam budidaya lele, salah satunya sistem bioflok. Sistem ini memungkinkan pengelolaan kualitas air

yang lebih baik dan efisiensi pakan melalui pengendalian mikroba. Penerapan teknologi bioflok dapat meningkatkan pertumbuhan ikan, mengurangi kebutuhan pakan, serta menurunkan dampak lingkungan (Khanjani dan Sharifinia 2020). Selain sebagai sumber protein yang terjangkau, lele juga berperan penting dalam ketahanan pangan dan ekonomi pedesaan, karena dapat dibudidayakan secara skala kecil hingga menengah dan menjadi sumber pendapatan bagi keluarga petani (Putra *et al.* 2022).

2.1 POC limbah air lele

Ikan lele (*Clarias* spp.) merupakan komoditas perikanan unggulan dengan prospek pasar yang luas, baik di dalam maupun luar negeri. Banyak usaha budidaya lele yang dikelola oleh masyarakat lokal, namun seringkali limbah kotoran dan air kolam tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja. Padahal, kotoran ikan lele memiliki potensi tinggi sebagai pupuk organik untuk tanaman jika dikelola dengan baik.

Air limbah kolam lele dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC), sehingga selain bernilai ekonomi, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Handayani *et al.* 2020). Kandungan unsur hara makro dalam limbah ikan lele meliputi: nitrogen (0,98–1,67%), fosfor (1,89–3,40%), dan kalium (0,10–1,03%), serta karbon organik (0,28–0,98%) dengan pH berkisar 7–8 (Andriyeni *et al.* 2017; Said dan Lalla 2020).

Menurut Said dan Lalla (2020), penggunaan POC air limbah lele pada tanaman selada menghasilkan bobot segar, bobot akar, dan volume akar yang lebih tinggi dibandingkan air rendaman kotoran kambing. POC juga mendorong pembentukan klorofil daun, meningkatkan kemampuan fotosintesis, penyerapan nitrogen dari udara, dan vigor tanaman. Dengan demikian, tanaman menjadi lebih kokoh, lebih tahan terhadap kekeringan, dan mengalami pengurangan gugurnya daun (Huda 2013)

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Percobaan dilaksanakan di Jl. Cibeureum Situ Leutik No.1, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680. (Di Belakang Asrama Papua). Alokasi pelaksanaan pada rentang bulan September–November 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang disiapkan pada percobaan kali ini adalah cangkul, gembor, timbangan digital, ember, gelas ukur, timbangan besar, penggaris besar. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain adalah kapur dolomit, limbah ikan lele, benih bayam.

3.3 Metode Pengujian Aplikasi

Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua kelompok tanaman bayam (*Amaranthus hybridus* L.).

Tabel 1 Perlakuan aplikasi limbah kotoran lele pada tanaman bayam

| Perlakuan | Air penyiraman |
|------------------|--------------------------------|
| Kontrol | Air tanpa limbah kotoran lele |
| Perlakuan | Air dengan limbah kotoran lele |

Sebelum diaplikasikan, limbah kotoran lele dikumpulkan dan didiamkan selama 2 minggu untuk menstabilkan kandungan nutrisi. Setelah itu, limbah tersebut digunakan untuk penyiraman tanaman bayam yang telah ditanam.

Kedua kelompok tanaman berada pada kondisi lahan yang sama untuk memastikan kesetaraan lingkungan. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman. Pemupukan pada kelompok perlakuan dilakukan secara berkala setiap minggu, sedangkan kelompok kontrol hanya menerima penyiraman rutin.

Hasil pengamatan kedua kelompok dibandingkan untuk menilai pengaruh aplikasi limbah kotoran lele terhadap pertumbuhan tanaman bayam, sehingga dapat diketahui efektivitas limbah sebagai pupuk organik cair.

3.4 Prosedur pengaplikasian limbah cair kotoran lele

Produksi limbah cair kotoran lele dimulai dengan persiapan bahan baku, yaitu endapan kotoran ikan lele yang diperoleh dari budidaya lele milik Bang Rahman, yang berlokasi di Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor. Endapan kotoran ini dikumpulkan dan didiamkan terlebih dahulu untuk menstabilkan kandungan nutrisinya sebelum digunakan.

Selanjutnya, pengaplikasian dilakukan dengan menggunakan limbah cair endapan kotoran lele sebanyak 45 liter, yang diaplikasikan pada satu bedeng tanaman

bayam. Aplikasi dilakukan dalam empat tahapan penyiraman secara berkala, sehingga tanaman mendapatkan suplai nutrisi yang merata.

3.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan uji perbandingan hasil dan uji statistik. Uji perbandingan hasil untuk membandingkan perbedaan antara tanaman bayam yang menggunakan limbah kotoran lele dan kontrol. Kedua uji ini untuk melihat apakah ada pengaruh nyata terhadap perlakuan yang diberikan. Untuk membantu analisis data menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Pada Limbah Kotoran Lele

Ikan lele atau dari marga *Clarias* perikanan air tawar digunakan sebagai sumber input pupuk cair organik untuk pertanaman bayam. Analisis kandungan pada air limbah budidaya ikan lele berdasarkan literatur tercantum pada tabel data berikut ini: Tabel 1 Data kandungan hara pada POC cairan endapan kotoran lele (Jayanti dan susanti 2019).

Tabel 2 Kandungan hara pada limbah kotoran lele

| No | Kandungan | Nilai % |
|----|-----------|---------|
| 1 | Nitrogen | 1,32 |
| 2 | Fosfor | 2,64 |
| 3 | Kalium | 0,35 |
| 4 | C-Organik | 0,63 |
| 5 | Nitrogen | 1,32 |

Budidaya ikan lele sistem bioflok merupakan usaha budidaya ikan lele dengan padat tebar tinggi, penggunaan jumlah pakan yang tinggi, penambahan aerasi dan penggantian air secara berkala dalam jumlah besar serta menghasilkan air limbah yang besar pula. Air limbah budidaya lele sistem bioflok di dalamnya berupa akumulasi residu organik yang berasal dari sisa pakan, kotoran lele, partikel-partikel pakan serta bakteri dan alga. Menurut Firman *et al.* (2015), air limbah budidaya lele sistem intensif dapat diolah menjadi pupuk organik khususnya pupuk organik cair. Pemanfaatan air limbah sebagai pupuk organik cair dapat mendukung praktik pertanian berkelanjutan, mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah budidaya ikan, hal ini menjadikan integrasi antara budidaya ikan dan pertanian sebagai solusi inovatif dalam manajemen limbah dan produksi pangan.

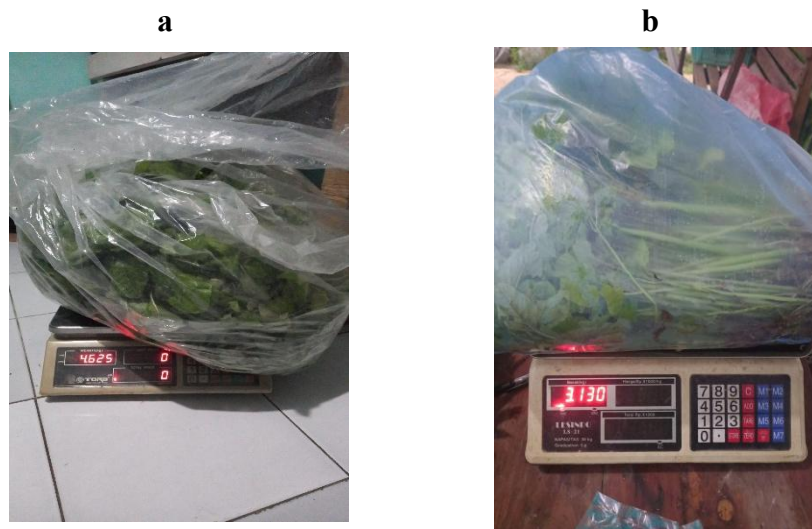
Produksi lele negara kita diperkirakan pada tahun 2014 diperkirakan mencapai 900 ribu ton. Produksi tersebut meningkat sangat tinggi yaitu sebesar 450 persen jika dibandingkan produksi lele tahun 2009 (KKP, 2010). Peningkatan produksi yang sangat tinggi tersebut tentunya dibarengi pula air limbah yang dihasilkan. Besarnya potensi air limbah budidaya lele sangat besar tersebut sayangnya belum dimanfaatkan secara optimal bahkan sering dijumpai pembudidaya lele masih membuang begitu saja air limbah tersebut di sekitar pemukiman. Nitrogen dalam perairan yang dihasilkan oleh limbah budidaya akan mengalami proses secara biologis yang menyerap amonium menjadi biomassa bakteri dengan penambahan sumber karbon organik (Pardiansyah, 2014).

Budidaya sistem bioflok merupakan sistem budidaya yang memanfaatkan bakteri heterotrof sebagai dekomposer di perairan. Bakteri heterotrof dapat mengubah nitrogen di perairan terutama amonia menjadi biomassa bakteri dan plankto dengan penambahan sumber karbon organik ke dalam media.

budidaya.(Crab *et al.*2007). Nitrogen dalam perairan yang dihasilkan oleh limbah budidaya akan mengalami proses secara biologis yang menyerap amonium menjadi biomassa bakteri dengan penambahan sumber karbon organik. Pemanfaatan nitrogen yang ada di perairan akan meningkatkan kualitas perairan pada wadah budidaya, selain itu flock yang terbentuk dapat juga dimanfaatkan sebagai pakan tambahan bagi jenis ikan lainnya seperti, ikan nila, tambakan dan ikan-ikan pemanfaat detritus lainnya. Air hasil budidaya sistem bioflok mengandung banyak bahan organik khususnya kandungan N yang tinggi (pardiansyah. 2014). Kandungan N yang terdapat pada air budidaya ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk pada tanaman. Menurut Andriyeni *et al.* (2014), Air Limbah budidaya lele mengandung hara makro yang dibutuhkan tanaman. Kadar hara yang terkandung di dalam pupuk organik Cair dari air limbah budidaya lele sistem intensif berkisar 0,06-0,62% (C-organik), 0,49-1,32% (Nitrogen), 06-0,35% (Phosfat), 0,22-4,97% (kalium) dan pH 5,67-8,00 (Firman 2016).

Berdasarkan perolehan data yang didapatkan pada budidaya ikan lele kali ini ialah terdapat kandungan nitrogen, fosfor, kalium, dan C-organik dengan nilai persentase tertentu. Seperti kandungan nitrogen sebanyak 1,32%, kandungan fosfor sebanyak 2,64%, kandungan kalium sebanyak 0,35%, dan kandungan C-organik sebanyak 0,63%. Perolehan kandungan pupuk organik cair tersebut berdasarkan pada luas kolam

4.2 Pengaruh Mengaplikasikan POC Limbah Kotoran Lele Terhadap Hasil Produktivitas Bayam



Gambar 1 (a) Bobot Basah Perlakuan POC Ikan Lele, (b) Bobot Basah Perlakuan Kontrol

Budidaya ikan lele menghasilkan limbah berupa padatan atau pengendapan serta cairan yang berasal dari kotoran sisa pakan ikan. Endapan kotoran ikan lele memiliki banyak manfaat untuk tanaman karena kaya akan nutrisi seperti nitrogen

(N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Endapan kotoran ikan lele juga dapat memperbaiki struktur tanah, menjadikannya lebih gembur dan mampu menahan air, serta mendukung aktivitas mikroba yang meningkatkan kesuburan tanah secara alami (Handayani *et.al* 2020). Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang akan mempercepat proses pertumbuhan tanaman, pembelahan sel, fotosintesis, dan pemanjangan sel, sehingga beberapa organ tanaman dapat tumbuh dengan baik terutama pada fase vegetatif (Siswanto *et al.* 2024).

Tabel 3 Bobot Bayam Perlakuan Kontrol dan Pemberian POC

| Perlakuan | Bobot Basah (g) | Bobot Kering (g) |
|---------------|-----------------|------------------|
| Kontrol | 3.130 | 15,6 |
| Pemberian POC | 4.625 | 19,2 |

Keterangan : Sampel yang digunakan sebagai bobot kering setiap perlakuan memiliki bobot sampel yang sama yaitu sebesar 120 g.

Pada tabel 3 Menunjukkan hasil bobot basah tanaman yang membandingkan antara perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian POC. Bobot basah bayam merupakan bobot keseluruhan tanaman setelah panen dan sebelum tanaman mengalami layu akibat kehilangan air. Pemberian POC berpengaruh terhadap nilai bobot hasil panen bayam. Bobot basah yang dihasilkan dari perlakuan kontrol menunjukan angka 3.130, sedangkan pada perlakuan POC menunjukan angka 4.625, sama hal nya pada hasil bobot kering perlakuan pemberian POC menunjukan hasil angka lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol yaitu 19,2 perlakuan pemberian POC sedangkan kontrol 15,6 . Pengaplikasian pupuk organik cair dari limbah kotoran lele memberikan hasil sangat nyata terhadap pertumbuhan tanaman bayam, pengaruh penambahan POC terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman bayam dikarenakan terdapat penambahan unsur hara yang dihasilkan dari limbah kotoran lele. Sedangkan pada perlakuan kontrol tanaman bayam hanya mendapatkan unsur hara seadanya untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Ahmad *et.al* 2024)

Tabel 3 input dan output budidaya tanaman bayam menggunakan tambahan POC lele skala 1 ha

| No | Keterangan | Unit | Kebutuhan | Harga satuan (Rp) | Harga total (Rp) |
|---------------|---------------|------|-----------|-------------------|--------------------|
| Input | | | | | |
| 1. | Benih | Kg | 10 | 4.300 | 43.000 |
| 2. | Pupuk kandang | Kg | 10.000 | 2.000 | 20.000.000 |
| 3. | Kapur | Kg | 988 | 2.500 | 2.470.000 |
| Total | | | | | 22.513.000 |
| Output | | | | | |
| No | Keterangan | Unit | Produk | Harga satuan (Rp) | Harga total (Rp) |
| 1. | Bayam Segar | Kg | 23.125 | 5.500 | 127.187.500 |
| Total | | | | | 127.187.500 |

Tabel 4 input dan output budidaya lele

| No | Keterangan | Unit | Kebutuhan | Harga satuan (Rp) | Harga total (Rp) |
|---------------|-----------------|------|-----------|-------------------|------------------|
| Input | | | | | |
| 1. | Benih ikan lele | Ekor | 20 | 1.500 | 30.000 |
| 2. | Garam ikan | Kg | 2 | 14.000 | 28.000 |
| 3. | Pakan ikan | Kg | 2 | 5.000 | 10.000 |
| 4. | Bak ikan | Pcs | 1 | 22.110 | 22.110 |
| Total | | | | | 90.110 |
| Output | | | | | |
| | | | | | |

| No | Keterangan | Unit | Produk | Harga satuan (Rp) | Harga total (Rp) |
|--------------|------------------------------------|-------|--------|-------------------|------------------|
| 1. | Ikan lele segar | Ekor | 20 | 7.000 | 140.000 |
| 2. | Air endapan dari kotoran ikan lele | Liter | 450 | 2.000 | 900.000 |
| Total | | | | | 1.040.000 |

Keterpaduan tanaman bayam apabila menggunakan input dari endapan kotoran lele (POC)

4.3.1 Kebutuhan Tanaman

NPK

Kebutuhan NPK/tanaman bayam = 8 gram

Tanaman bayam/hektar = 1.000.000

Kebutuhan /hektar = $1.000.000 \times 8 \text{ g} = 8.000.000 \text{ g} = 8.000 \text{ kg}$

Harga NPK/kg = Rp. 23.000

Harga NPK kg = $8.000 \times 23.000 = 184.000.000$ rupiah

Kebutuhan nitrogen/tanaman bayam = $8/100 \times 8.000 = 640 \text{ kg}$

POC

Kebutuhan POC/tanaman bayam = 200 ml

Tanaman bayam/ha = 1.000.000 tanaman

Kebutuhan/ha = $1.000.000 \text{ tanaman} \times 200 \text{ ml}$

= 200.000.000 ml

= 200.000 Liter/ha

Harga POC/L = Rp. 2000

Harga POC 200.000 L = $200.000 \text{ L} \times \text{Rp } 2.000$

= Rp 400.000/L

4.3.2 Ketersediaan POC/ha

POC tersedia = 450 Liter

Kandungan NPK = 4,31 %

Total NPK dalam 450 L POC = 23,1 kg NPK

Harga 23,1 kg NPK = $23,1 \times 23.000 = \text{Rp } 531.300$ NPK

4.3.3 Kekurangan NPK

Kekurangan NPK = Kebutuhan total NPK- ketersediaan NPK dalam POC

= $640 \text{ kg} - 23,1 \text{ kg} = 616,9 \text{ kg}$

Harga kg NPK = $616,9 \text{ kg NPK} \times \text{Rp } 23.000 = \text{Rp } 14.188.700$

4.3.4 Perhitungan Keterpaduan (biaya)

Keterpaduan = $\text{input internal}/(\text{input internal}+\text{input eksternal})$

$$\begin{aligned}\text{Keterpaduan} &= 4.603.110/(4.603.110 + 128.227.500) \\ &= 4.603.110/(132.830.610) \\ &= \mathbf{3,46\%}\end{aligned}$$

4.3.5 Perhitungan Keterpaduan (Energi)

Keterpaduan = $\frac{\text{input internal}}{(\text{input internal}+\text{input eksternal})} \times 100\%$

$$\begin{aligned}\text{Keterpaduan Bayam} &= \frac{22.513.000}{(22.513.000+127.187.500)} \times 100\% \\ &= \mathbf{17,70\%}\end{aligned}$$

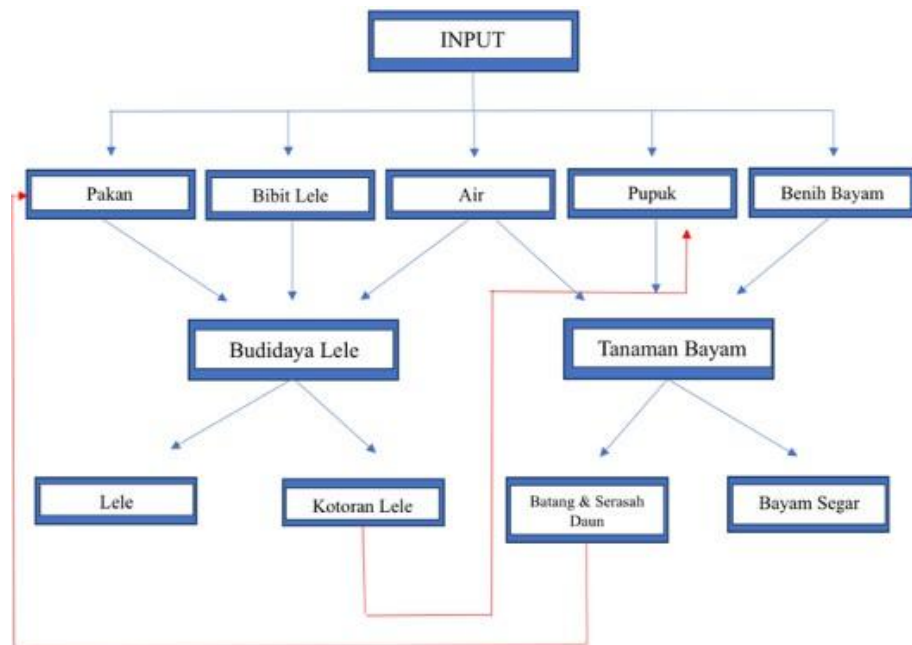
$$\begin{aligned}\text{Keterpaduan Lele} &= \frac{90.110}{(90.110+1.040.000)} \times 100\% \\ &= \mathbf{7,97\%}.\end{aligned}$$

Hasil analisis sistem integrasi bayam-lele, tingkat keterpaduan sistem ditinjau dari aspek biaya sebesar 3,46%. Nilai ini mengindikasikan bahwa sistem masih sangat bergantung pada input eksternal, di mana kontribusi input internal (POC dari kotoran lele) terhadap total biaya produksi masih sangat terbatas. Sementara itu, analisis keterpaduan berdasarkan aspek energi menunjukkan nilai yang lebih tinggi, yaitu 17,70% untuk budidaya bayam dan 7,97% untuk budidaya lele. Hal ini mencerminkan bahwa meskipun kontribusi finansialnya rendah, POC memberikan kontribusi nutrisi yang signifikan jika diukur dari sisi energi.

4.4 Model Aliran dan Energi

Subsistem budidaya lele, pakan, bibit lele, dan air digunakan untuk menghasilkan lele konsumsi sebagai produk utama, serta kotoran lele sebagai hasil samping. Kotoran lele ini tidak dibuang, tetapi dimanfaatkan kembali sebagai bahan dasar pupuk organik cair (POC) yang digunakan untuk menyuburkan tanaman bayam. Limbah dari sistem perikanan diubah menjadi input bernilai bagi sistem pertanian. Subsistem tanaman bayam, input yang digunakan meliputi benih bayam, air, serta pupuk—termasuk POC yang berasal dari kotoran lele. Hasil utama dari sistem ini adalah bayam segar, sedangkan hasil samping berupa batang dan serasah daun dikembalikan ke sistem lele sebagai pakan tambahan atau bahan fermentasi untuk pembuatan POC. Aliran balik ini membentuk siklus tertutup yang meminimalkan limbah.

Sistem keterpaduan ini menggambarkan konsep zero waste farming, di mana setiap komponen saling berhubungan dan hasil samping dari satu proses dimanfaatkan oleh proses lainnya. Selain meningkatkan efisiensi sumber daya, sistem ini juga dapat menekan biaya produksi, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha tani.



Gambar 2 Diagram aliran energi

KESIMPULAN

Penerapan sistem pertanian terpadu antara budidaya lele dan tanaman bayam terbukti efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Penyiraman menggunakan air endapan kotoran lele memberikan peningkatan bobot basah bayam dari 3.130 g (kontrol) menjadi 4.625 g, dan bobot kering dari 15,6 g menjadi 19,2 g. Analisis keterpaduan menunjukkan kontribusi input internal terhadap biaya produksi sebesar 3,46%, sedangkan keterpaduan energi mencapai 17,70% untuk bayam dan 7,97% untuk lele, menandakan efisiensi sistem sudah mulai terbentuk. Sistem ini mendukung konsep zero waste farming karena limbah perikanan dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk organik cair yang ramah lingkungan.

SARAN

Penerapan sistem integrasi lele–bayam perlu dikembangkan pada skala lebih luas dengan pengelolaan limbah lele yang lebih terstandar untuk menjaga konsistensi unsur hara. Diperlukan penelitian lanjutan guna menentukan dosis dan frekuensi aplikasi POC paling optimal, sehingga efisiensi nutrisi dan produktivitas tanaman dapat meningkat tanpa menimbulkan dampak lingkungan negatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad S, Azis MA, Jamin FS. 2024. Pengaruh pemberian air kolam kotoran ikan lele terhadap pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus hybridus* L.). *JATT*. 13(1): 1-7.
- Andriyeni, Firman, Nurseha, Zulkhasyni. 2017. Studi potensi hara makro air limbah budidaya lele sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Agroqua*. 15(1): 71–75.
- Astuti AD, Sudarsono, Sulaeman A, Syukur M. 2016. *Pengembangan Pertanian Organik Indonesia*. Bogor: IPB Press.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Publikasi Statistik Hortikultura Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstracte W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for sustainable production. *Aquaculture*, 270: 1-14.
- Diva AP, Putri ILE. 2022. Utilization liquid waste of catfish pond as hydroponic nutrition in spinach (*Amaranthus hybridus* L.). *Bioscience*. 6(2): 134-144.
- Firman. 2016. Pupuk Organik Cair (POC) Air Limbah Budidaya lele (ALBL). Fakultas Pertanian (Leaflet).
- Firman, Yulfiperius, Andriyeni. 2015. Air Limbah Budidaya lele Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik; Upaya meningkatkan Pendapatan Pembudidaya Lele dan Mendukung GoOrganik. *Laporan penelitian Hibah Bersaing*. Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu. 50 halaman).
- Handayani M, Vikasari C, Prasadi O. 2020. Akuaponik sebagai sistem pemanfaatan limbah budidaya ikan lele di Desa Kalijaran. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*. 2(1) : 41-50.
- Mukminin A, Sutanto A, Muhfahroyin. 2020. Pemberian nutrisi ab mix pada limbah air kolam dengan menggunakan sistem hidroponik berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Biolova*. 1(1): 41-47.
- Pardiansyah D, Eddy Supriyono, Daniel Djokosetianto. 2014. Evaluation of integrated sludge worm and catfish farming with biofloc system. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 13 (1), 28-3
- Pusvita DP, Sasli I, Nurjani N. 2023. Pengaruh jumlah populasi ikan lele terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah pada sistem akuaponik. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. 12(1): 64-69.
- Siswanto A, Azis MA, Jamin FS. 2024. Pengaruh Pemberian Air Kolam Kotoran Ikan Lele Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus hybridus* L.). *Jurnal Agroteknotropika*. 13(1): 1-7.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi harian



Pembersihan lahan



Pembuatan 2 bedengan tanaman



Pemberian kompos dan kapur dolomit.



Merapikan bedengan



Penanaman benih bayam dengan



Penyulaman benih bayam



Penyiangan dan pembersihan lahan



Penyiraman lahan bayam



Penanaman benih bayam



Pemberian garam ikan lele



pemberian daun singkong dan pepaya



Pembelian ikan lele



pemberian pakan
ikan lele



Menyiram tanaman



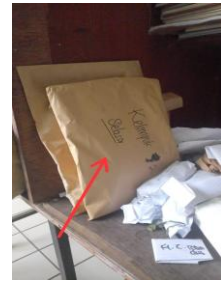
Pengambilan air endapan
lele



Pemanenan tanaman



penimbangan hasil



Pengovenan Sampel