

JURNAL ECOSOLUM

Volume 14 Issue 1, Juni 2025. P-ISSN: 2252-7923, E-ISSN: 2654-430X

Dinamika Aliran Nitrogen pada Fase Reproduksi Padi dalam Sistem Minapadi Berbasis Pakan Limbah Pertanian

Dynamics of Nitrogen Flow During the Reproductive Phase of Rice in a Rice-Fish Farming System Based on Agricultural Waste Feed

Muhammad Nasrul^{1*}, Burhanuddin Rasyid², Muh Abbas², Edison Saade³ Marselianti⁴

¹ Program Studi Agroetnologi, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Indonesia

² Departemen Ilmu Tanah, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

³ Departemen Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

⁴ Program Studi Konservasi Sumberdaya Alam, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

*Corresponding email: muhammadnasrul@unsulbar.ac.id

ABSTRACT

Nitrogen use efficiency during the reproductive phase is critical for rice yield and grain quality. The rice-fish (minapadi) system that utilizes fish feed made from agricultural waste has the potential to enhance nitrogen availability through fish feces contribution. This study aimed to analyze the dynamics of nitrogen flow from soil to rice leaves and grains during the reproductive phase in a minapadi system. Four feed treatments were applied: no feed (N0), 5% Nitrogen (N1), 7% Nitrogen (N2), and 9% Nitrogen (N3). Nitrogen content was measured in soil, leaves, and grains during the primordia, flowering, and grain-filling stages. The results showed that N3 led to the highest nitrogen flow, with leaf N content reaching 3.1% and grain N content at 1.47%. This system demonstrates improved nutrient efficiency through the synergy between fish and rice, promoting sustainable agriculture based on local resources.

Keywords: Agricultural waste feed, Minapadi, Nitrogen, Reproductive phase, Rice.

ABSTRAK

Efisiensi penggunaan nitrogen pada fase reproduktif sangat menentukan kualitas dan kuantitas hasil panen padi. Sistem minapadi yang menggunakan pakan ikan berbasis limbah pertanian memiliki potensi meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui kontribusi feses ikan. Penelitian ini bertujuan mengkaji dinamika aliran nitrogen dari tanah ke daun dan bulir padi selama fase reproduktif dalam sistem minapadi. Penelitian menggunakan empat perlakuan dengan kadar nitrogen dalam pakan: tanpa pakan (N0), 5% Nitrogen (N1), 7% Nitrogen (N2), dan 9% Nitrogen (N3). Pengamatan dilakukan terhadap kadar nitrogen tanah, daun, dan gabah selama fase primordia, berbunga, dan pengisian bulir. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan N3 menghasilkan aliran nitrogen tertinggi dari tanah ke daun dan ke bulir padi, ditandai dengan peningkatan kandungan N daun hingga 3,1% dan N gabah 1,47%. Sistem ini terbukti mampu memperkuat efisiensi nutrisi melalui sinergi antara aktivitas ikan dan tanaman padi, sehingga mendukung pertanian berkelanjutan berbasis sumber daya lokal.

Kata kunci: Pakan limbah pertanian, Minapadi, Nitrogen, Fase reproduktif, Padi.

1. PENDAHULUAN

Minapadi meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk tanaman padi yang diperoleh baik dari feses ikan, maupun sisa-sisa pakan yang tersedimentasi, juga meningkatkan kandungan bahan organik yang berasal dari dekomposisi residu pakan dan gulma yang bermanfaat bagi keuangan petani dengan input rendah, sistem pertanian minapadi juga meningkatkan produktivitas sawah,

menerapkan budidaya yang ramah lingkungan, dan menciptakan ekosistem berkelanjutan, Minapadi menggunakan kotoran ikan sebagai pupuk nutrisi, dan ikan juga dapat makan gulma dan hama yang ada, yang dapat mengurangi penggunaan pestisida (Trisnawati, et al., 2022).

Budidaya Minapadi umumnya mempertimbangkan kearifan lokal di wilayah tertentu. Budidaya padi-ikan penting di Indonesia, tetapi potensinya tampaknya diremehkan, padahal sistem minapadi merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan kesejahteraan dan mewujudkan kedaulatan pangan, ada banyak alasan bagus untuk mendukung target konsep ini karena dapat memberikan lebih banyak sumber makanan, penggunaan sumber daya yang langka dengan lebih baik, melindungi lingkungan, dan menciptakan peluang untuk nilai tambah (Suryawati, 2021).

Keberadaan nitrogen dalam tanah cenderung tidak stabil, apalagi nitrogen dalam bentuk nitrat yang tidak diikat oleh koloid tanah sehingga mudah sekali hilang karena tercuci, Nitrogen yang banyak tersedia atau berlimpah di udara dalam bentuk N_2 , tetapi bentuk tersebut tidak bisa diserap atau dimanfaatkan oleh tanaman, sehingga Nitrogen menjadi unsur hara yang selalu kurang dalam tanah, agar bisa dimanfaatkan tanaman, maka unsur nitrogen yang ada di udara tersebut harus terlebih dahulu berfiksasi dengan unsur H ataupun O_2 dan H_2O melalui bantuan mikroba tanah. Nitrogen diserap oleh akar dalam bentuk NO_3 dengan dukungan kelembaban tanah dan air, efisiensi pupuk nitrogen di lahan sawah pada umumnya masih rendah, sekitar 20-30 % dosis N dapat dievaluasi dengan menghitung serapan nitrogen dan efisiensi penggunaan nitrogen (Suwastika et al., 2018).

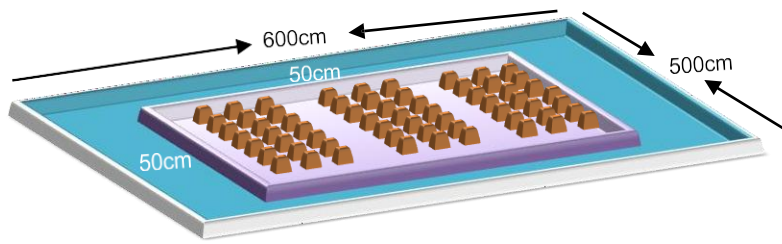
2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Laiya, Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Laboratorium *Wetchem Feedtech* Pokhpand, dan Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan air payau Kabupaten Maros. Waktu penelitian adalah bulan oktober 2022 sampai Januari 2023.

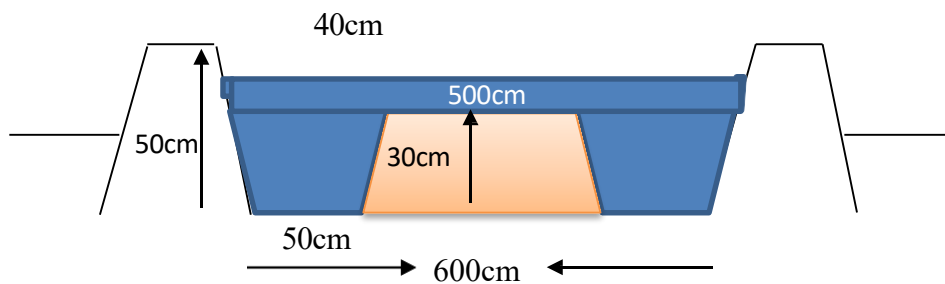
2.2. Persiapan Penelitian

Petakan penelitian dibuat dengan ukuran $5 \times 6 \text{ m}^2$ yang mana cukup untuk melakukan budidaya minapadi, dimana tiap petak percobaan dibuatkan parit model keliling dengan lebar 50 cm dan kedalaman 50 cm. Menggunakan metode tanam sistem legowo 3 : 1.



Gambar 1. Petakan Tampak Atas

Penampakan penelitian dari samping menunjukkan tinggi parit yaitu 50 cm dengan lebar 40 cm, tinggi tempat penanaman padi yaitu 30 cm.



Gambar 2. Petakan tampak samping

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ikan nila gift yang diperoleh secara komersil dari pembenihannya di Kabupaten Maros, dengan bobot antara 9-11 g, kepadatan ikan yaitu 10.000 – 12.000 perhektar, atau 1 ekor per meter. Sehingga untuk petak dengan luasan 30 m², populasi ikan yaitu 30 ekor perpetak (Susanto, 1996, dalam Ketut, 2022). Padi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu padi varietas Inpari 32 dengan umur tanam 110 hari sehingga cocok digunakan dalam system minapadi, benih padi ini diperoleh secara komersil di took tani, sebelum melakukan penelitian, tanaman padi sebelumnya disemaikan selama 20 hari.

Pakan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pakan berbentuk pelet yang dibuat di Laboratorium nutrisi pakan, balai penelitian dan pengembangan perikanan air payau Kabupaten Maros, dengan empat kadar nitrogen yang berbeda yaitu 0%, 5%, 7% dan 9%, yang mana ini disesuaikan dengan nilai protein pakan komersil yang berkisar 25 sampai 35 persen protein, penelitian ini mencoba mengkaji dengan kadar protein dibawah dan diatas standar protein pakan komersil.

Persiapan lahan ini meliputi pembajakan, pembuatan blok, pembuatan petak penelitian dengan pematang yang tinggi untuk menghindari kontaminasi atau bercampurnya air dari setiap petak.

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Penanaman bibit padi dilakukan setelah persiapan lahan. Bibit yang digunakan adalah bibit yang memiliki rata-rata tinggi yang sama dengan umur semai 20 hari, ditanam menggunakan cara tanam jajar legowo 3 : 1, dimana setiap tiga barisan tanaman terdapat lorong selebar 40 cm, jarak antar barisan 20 cm sedangkan jarak dalam barisan lebih rapat yaitu 10 cm. 1 lubang tanam ditanami 3-5 bibit padi.

Bibit ikan ditebar 12 hari setelah penanaman padi. Sebelum ditebar, bibit ikan ditimbang terlebih dahulu untuk mendapatkan data berat awal ikan sesuai dengan rekomendasi yang diterapkan dalam penelitian, yang mana bobot ikan berkisar antara 8 sampai 10 gram.

Pemberian pakan ikan dilakukan sekali sehari dengan cara ditebar pada bagian yang kosong dalam sistem tanam jajar legowo, cara ini dianggap efisien agar ikan dapat memanfaatkan makanan dari tanaman padi pada sore hari, dan untuk memastikan semua pakan uji dikonsumsi oleh ikan. Kebutuhan pakan dihitung berdasarkan luas petakan penelitian dan lama pemeliharaan budidaya ikan, dengan luas 30 m² per petak, jumlah ikan 30 ekor per petak, dengan berat rata-rata ikan 10 gram, dan pakan diberikan 10% dari bobot ikan, maka diperoleh pakan 30 g per petak/hari.

Kegiatan pemeliharaan padi meliputi pengaturan genangan air dalam petakan, sementara gulma dalam level wajar dibiarkan begitu saja sebagai pakan ikan khususnya control meskipun secara hipotesis ini tidak akan cukup, kemudian untuk pengendalian hama dan penyakit jika ada, dilakukan dengan pemberian pestisida nabati, dan untuk pemeliharaan ikan berupa pemberian pakan secara konsisten.

Pemanenan tanaman padi dilakukan saat tanaman padi sudah menghasilkan biji atau bulir padi yang matang dan penuh serta sudah berwarna kuning. Sedangkan pemanenan ikan dilakukan 10 hari sebelum pemanenan padi agar mengurangi genangan pada puncak fase generatif tanaman padi, serta memudahkan alat mesin pertanian dalam melakukan panen padi pada sistem minapadi skala besar.

2.4. Parameter Yang Diukur

Aliran unsur hara dapat dilihat dari perubahan kandungan unsur hara pada setiap komponen dengan menganalisis kandungan protein feses dan tubuh ikan, analisis kesuburan tanah dan serapan nitrogen padi. Feses dari ikan diambil dari petakan penelitian dengan memindahkan ikan ke wadah baskom hijau dengan diameter 55 cm selama 3 jam untuk kemudian koleksi feses

dibawa ke Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Adapun nutrisi dari feses yang diuji adalah kandungan proteinnya.

Tanah pada lokasi penelitian diambil pada bagian permukaan dengan kedalaman 0 sampai 15 cm menggunakan random sampling zig-zag yang kemudian dikompositkan pada petakan yang sama, ini dilakukan pada setiap perlakuan dan ulangan. Untuk kepentingan analisis unsur hara N sampel diambil pada 2 fase yang berbeda, yaitu sebelum penanaman, pasca panen, untuk melihat perubahan unsur hara dari interaksi yang terjadi di lapangan, sementara untuk sampel pH, KTK, BO, dan tekstur diambil sebelum budidaya dilakukan, sampel di analisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Padi diambil sejumlah 5 rumpun menggunakan random sampling secara diagonal pada setiap perlakuan dan ulangan, sampel yang diambil pada saat umur 55 HST ini kemudian dianalisis jaringan tanamannya di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

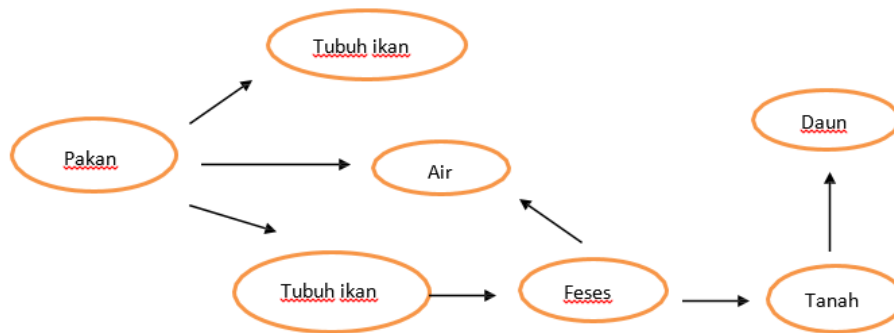
Ikan diambil berdasarkan bobot rata-rata dari hasil panen, kemudian dianalisis kandungan protein dari sampel ikan yang diambil untuk melihat pengaruh pakan nitrogen terhadap tingkat protein pada ikan yang dipanen. Performa pertumbuhan, efisiensi pakan dan produksi Ikan. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga perlakuan dan satu kontrol, diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 12 petakan penelitian, data yang diperoleh kemudian dianalisis dalam excel dengan menggunakan sidik ragam. Apabila ada pengaruh perlakuan pada sidik ragam maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Aliran Unsur Hara

Aliran unsur hara meliputi pergerakan kandungan Nitrogen dari Pakan yang diberikan sampai pada diserap oleh tanaman padi, adapun hasil dari aliran unsur hara bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Aliran Nitrogen

Gambar 3 menunjukkan bahwa pakan yang diberikan selain dikonsumsi oleh ikan juga sebagian larut pada air, kemudian feses yang dikeluarkan oleh ikan mengandung unsur hara yang akan diserap oleh tanaman padi setelah tersedimentasi pada permukaan tanah.

3.1.2. Analisis Protein Feses Ikan

Analisis Protein Feses Ikan dilakukan untuk melihat perlakuan mana yang memiliki kandungan feses dengan protein terbaik yang berkorelasi dengan jumlah nitrogen, semakin tinggi nilai protein feses semakin banyak pula kandungan nitrogennya, adapun hasil dari analisis protein feses ikan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Protein Feses Ikan

Perlakuan	Nitrogen rata- rata (%)	Protein rata- rata (%)
0% (N0)	0.72	4.55 b
5% (N1)	0.35	2.18 c
7% (N2)	1.27	7.92 a
9% (N3)	0.48	3.03 bc

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT=0,05

Kandungan nitrogen feses ikan yang diberi pakan dengan mengandung nitrogen berbeda pada sistem minapadi tertinggi diperoleh pada 7% N sebesar 7.92% dan terendah diperoleh pada 5% N sebesar 2.18%. hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pakan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap nitrogen feses ikan. Uji lanjut Beda Nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan 7% N berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 9% N baik antara 5% N maupun 0% N adalah tidak berbeda nyata.

3.1.3. Analisis Kesuburan Tanah

Analisis Kesuburan tanah sebelum budidaya dilakukan untuk melihat kondisi awal tanah sebelum dilakukan penelitian, sehingga peneliti bisa melihat secara objektif perubahan apa yang terjadi setelah melakukan penelitian, adapun hasil dari analisis kesuburan tanah bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kesuburan tanah sebelum budidaya

Parameter	Nilai	Kategori	Metode
pH (H ₂ O)	5.6	Agak masam	H ₂ O
Tekstur		Lempung berliat	Hydrometer
C/N (%)	1.83	Rendah	Walkey and black
N (%)	0.09	Sangat rendah	Kjeldahl
P ₂ O ₅ (ppm)	6.31	Rendah	Olsen
K (ppm)	0.45	Sedang	Cmol (+) kg ⁻¹
Nilai tukar kation	18.16	Sedang	Nh ₄ -asetat 1N,pH 7

3.1.4. Analisis Nitrogen Tanah

Analisis Nitrogen tanah dilakukan untuk melihat perubahan kandungan nitrogen tanah setelah melakukan penelitian, adapun hasil dari analisis nitrogen tanah bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Nitrogen Tanah

Perlakuan	Rata-rata	
0% (N0)	0.10 b	
5% (N1)	0.43 a	0.09
7% (N2)	0.42 a	
9% (N3)	0.44 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT=0,05

Kandungan nitrogen tanah yang diberi pakan dengan mengandung nitrogen berbeda pada sistem minapadi tertinggi diperoleh pada 9% N sebesar 0.44% dan terendah diperoleh pada 0% N sebesar 0.10%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pakan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap nitrogen feses ikan. Uji lanjut Beda Nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan 0% N berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 5%, 7%, dan 9% N tidak berbeda nyata.

3.1.5. Analisis Nitrogen Daun

Analisis nitrogen daun dilakukan untuk melihat jumlah nitrogen yang terdapat pada daun, hal ini penting untuk melihat sejauh mana pakan ikan pada sistem minapadi memberikan dampak terhadap kebutuhan nitrogen tanaman padi, adapun hasil dari analisis nitrogen daun bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Analisis Nitrogen Daun

Perlakuan	Rata-rata	
0% (N0)	0.26 a	0.05
5% (N1)	0.28 a	
7% (N2)	0.25 a	
9% (N3)	0.19 b	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT=0,05

Kandungan nitrogen daun yang diberi pakan dengan mengandung nitrogen berbeda pada sistem minapadi tertinggi diperoleh pada 5% N sebesar 0.28% dan terendah diperoleh pada 9% N sebesar 0.19%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan nitrogen pakan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap nitrogen feses ikan. Uji lanjut Beda Nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan 9% N berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 0%, 5%, dan 7% N tidak berbeda nyata.

3.1.6. Analisis Jaringan Ikan

Analisis jaringan ikan dilakukan untuk melihat jumlah protein pada ikan dengan perlakuan dosis pakan, adapun hasil dari analisis jaringan ikan bisa dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis Protein Ikan

Perlakuan	Nitrogen rata-rata (%)	Protein rata-rata (%)	
Bibit ikan	1,11	6.94	0.91
0% (N0)	2.08	13.01 d	
5% (N1)	2.52	15.76 c	
7% (N2)	3.08	19.22 a	
9% (N3)	2.89	18.07 b	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT=0,05.

Kandungan protein ikan yang diberi pakan dengan mengandung nitrogen berbeda pada sistem minapadi tertinggi diperoleh pada 7% N sebesar 19.22% dan terendah diperoleh pada 0% N sebesar 13.01%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan nitrogen

pakan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap nitrogen feses ikan. Uji lanjut Beda Nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

3.2. Pembahasan

Aliran unsur hara nitrogen dari pakan ke hara produk ikan dan padi terdiri atas tiga jalur yaitu hara dari pakan ke tubuh ikan, hara yang larut dalam air, dan hara dari pakan ke padi, unsur hara dari pakan ke padi melalui beberapa komponen yaitu dari pakan-feses-tanah-daun. Aliran unsur hara nitrogen dari tubuh ikan adalah nitrogen atau protein pakan yang mampu dimanfaatkan atau pada metabolisme ikan nila. Nitrogen tertinggi pada tubuh ikan yang terlihat pada perlakuan 7% N pakan menunjukkan nitrogen optimal ikan nila yaitu sebesar 3.08% N. (Tabel 5).

Nitrogen pada pakan yang diberikan memberikan interaksi langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan nitrogen pada berbagai komponen aliran unsur hara nitrogen. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan dengan kadar nitrogen 7% memberikan protein terbaik dan berpengaruh nyata pada nitrogen feses dan tubuh ikan, yang bisa dilihat pada tabel 1 dan tabel 5. sementara perlakuan nitrogen 9% memberikan nilai nitrogen pada tanah yang lebih besar dibanding perlakuan lain meskipun tidak berpengaruh nyata kecuali yang tidak diberikan pakan, yang bisa dilihat pada tabel 3. Peningkatan nitrogen pada tanah juga dipengaruhi oleh feses dan kondisi lingkungan tempat budidaya.

Adapun pada daun tanaman, analisis jaringan tanaman menunjukkan bahwa perlakuan dengan nitrogen 5% memiliki nilai nitrogen tertinggi yaitu 0.28 (Tabel 4) dan berpengaruh nyata hanya terhadap perlakuan nitrogen 9%, hal ini menjadi unik dikarenakan perlakuan dengan dosis nitrogen terendah memperoleh jumlah nitrogen daun paling tinggi, meskipun jumlah nitrogen dari daun masih kurang dibanding kebutuhan nitrogen per rumpun yaitu 0.69. Ketersediaan unsur hara sangat dipengaruhi oleh ekosistem padi sawah yang tergenang, kondisi distribusi oksigen di setiap lapisan tanah berbeda. Semakin dalam lapisan tanah, semakin sedikit oksigennya, lapisan tanah teroksidasi dan tereduksi, sehingga proses amonifikasi dan nitrifikasi terjadi, penggunaan pupuk nitrogen yang kurang efisien akan menjadi masalah (Khotimah et al., 2020).

Aliran unsur hara nitrogen dalam ekosistem akuatik melibatkan beberapa proses yang penting seperti amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi, dimana nitrogen di atmosfer dalam bentuk gas nitrogen tidak dapat langsung digunakan oleh organisme. Namun, beberapa

mikroorganisme seperti bakteri nitrogenase mampu mengubah nitrogen gas menjadi senyawa amonia (NH_3) dalam proses yang disebut nitrogenasi. Bakteri ini dapat hidup secara simbiotik dengan tumbuhan atau bebas. Amonifikasi merupakan proses dimana senyawa nitrogen organik, seperti sisa-sisa organisme atau limbah organik, diubah menjadi amonia oleh aktivitas mikroorganisme. Bakteri dekomposer memainkan peran penting dalam proses ini. (Howarth, R. W., & Marino, R, 2016).

Adapun nitrifikasi terdiri dari dua tahap, yaitu nitrifikasi oksidasi amonia (NOA) dan nitrifikasi oksidasi nitrit (NON). Pada tahap NOA, bakteri *Nitrosomonas* mengoksidasi amonia menjadi nitrit, sedangkan pada tahap NON, bakteri *Nitrobacter* mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang umum dan mudah diserap oleh tumbuhan. Denitrifikasi adalah proses di mana bakteri denitrifikasi mengubah nitrat menjadi nitrogen gas secara anaerobik. Proses ini mengurangi ketersediaan nitrogen dalam ekosistem akuatik. Tumbuhan dan alga menggunakan nitrat (NO_3^-) atau amonia yang terlarut dalam air untuk sintesis protein dan komponen organik lainnya, proses ini dikenal sebagai asimilasi nitrogen (Khotimah, et al., 2020).

Hasil analisis kesuburan tanah menunjukkan bahwa lokasi penelitian secara umum mengandung unsur hara yang kurang subur dimana kandungan nitrogennya berada pada kategori yang sangat rendah, ini dikarenakan sistem pertanian padi konvensional yang dilakukan petani menggunakan input pupuk yang sangat rendah, padahal nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, lebih dari 98% nitrogen dalam tanah tidak tersedia untuk tanaman karena terakumulasi dalam bahan organik atau terjerat pada mineral liat, transformasi nitrogen yang sangat cepat dalam tanah menjadikannya sangat mudah berubah, misalnya perubahan dari bentuk nitrogen yang imobile yaitu NH_4^+ menjadi bentuk yang lebih mobile yaitu NO_2^- dan NO_3^- secara biokimia oleh bakteri kemoautotrof yang disebut nitrifikasi. proses ini sangat merugikan tanaman, karena efisiensi penggunaan nitrogen oleh tanaman menurun, sehingga dapat membatasi produksi tanaman, nitrifikasi juga berpengaruh buruk bagi lingkungan karena nitrifikasi menghasilkan NO_3^- yang sangat berbahaya bila diserap oleh tanaman, sehingga penggunaan pupuk nitrogen harus di efisiensi untuk mengendalikan nitrifikasi dalam tanah dengan menggunakan bahan organik (Hanafiah, 2018).

4. KESIMPULAN

Aliran unsur hara dari pakan buatan yang diberikan pada budidaya minapadi menunjukkan bahwa perlakuan N3 menghasilkan aliran nitrogen tertinggi dari tanah ke daun dan ke bulir padi, ditandai dengan peningkatan kandungan N daun hingga 3,1% dan N gabah 1,47%. Sistem ini terbukti mampu memperkuat efisiensi nutrisi melalui sinergi antara aktivitas ikan dan tanaman padi yang mana terjadi saling simbiosis tidak hanya yang terkait dengan peningkatan unsur hara dari aktivitas budidaya, namun juga mengurangi potensi serangan hama, meningkatkan pendapatan petani dan mendukung pertanian berkelanjutan berbasis sumber daya lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, petani di lokasi penelitian, rekan-rekan yang banyak membantu selama penelitian ini berlangsung dan pihak-pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanafiah, K.A. (2018). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Howarth, R. W., & Marino, R. (2006). Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: evolving views over three decades. *Limnology and Oceanography*, 51(1, part2), 364-376.
- Hu, L., Ren, W., Tang, J., Li, N., Zhang, J., & Chen, X. (2013). The productivity of traditional rice-fish co-culture can be increased without increasing nitrogen loss to the environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 177, 28-34.
- Ketut, M. (2022). Produksi padi sawah (*Oriza sativa* Linnaeus, 1753) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) pada berbagai sistem tanam dan kepadatan ikan dalam sistem mina padi. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Khotimah, H., Utomo, W.H., & Nugroho, S.G. (2020). Dinamika Nitrogen dan Efisiensi Pemupukan pada Tanaman Padi di Lahan Sawah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 22(1), 15–24.
- Suryawati, E. (2021). Strategi Pengembangan Budidaya Minapadi sebagai Alternatif Peningkatan Ketahanan Pangan. *Jurnal Ketahanan Pangan dan Gizi*, 35(2), 115–124.
- Suwastika, I.N., Handayanto, E., & Hairiah, K. (2018). Efisiensi Penggunaan Nitrogen dan Serapannya oleh Tanaman Padi pada Sistem Tanam yang Berbeda. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 20(1), 23–30.
- Trisnawati, D., W., Fadilah, M., & Nurkomar, I. (2022). Diversity and Composition of Arthropods Natural Enemies in Integrated Rice Fish Farming System (Minna padi) and Its Functions in Agroecosystems. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 985(1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/985/1/012047>.