

**LAPORAN TAHUNAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**MODEL AGROEKOSISTEM LAHAN RAWA PASANG SURUT
BERBASIS KEMANDIRIAN BAHAN DAN ENERGI**

Tahun ke-1 dari rencana 3 tahun

TIM PENELITI

**Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc (NIDN 0007046312)
Dr. Ir. Anna Maria Makalew, MS (NIDN 0001085513)
Ir. H. Akhmad Murjani, MS (NIDN 0031106301)**

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
DESEMBER 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Model Agroekosistem Lahan Rawa Pasang Surut Berbasis Kemandirian Bahan dan Energi

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Dr. Ir. AHMAD KURNAIN M.Sc
NIDN : 0007046312
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Agroteknologi
Nomor HP : 08152108126
Surel (e-mail) : akurnain@unlam.ac.id

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : Dr., Ir. ANNA MARIA MAKELEW M.Sc.
NIDN : 0001085513
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

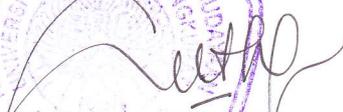
Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : Ir AKHMAD MURJANI M.S
NIDN : 0031106301
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 75.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 264.005.000,00

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian


(Prof. Dr. Ir. H. Luthfi, M.S)
NIP/NIK 196212051988031003

Banjarmasin, 18 - 12 - 2013,
Ketua Peneliti,


(Dr. Ir. AHMAD KURNAIN M.Sc)
NIP/NIK196304071991031003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian


(Dr. Ahmad Alim Bahri, SE, MSi)
NIP/NIK 196712311995121002

RINGKASAN

Peningkatan produktivitas agroekosistem lahan rawa pasang surut dapat dilakukan melalui pendekatan sistem, yaitu pengintegrasian beberapa sub-sistem usahatani, yang jumlah dan jenisnya disesuaikan dengan karakteristik air dan tanah, sehingga aliran bahan dan energi (baik *products* maupun *by products*) berjalan efisien dan efektif. Dengan kata lain sistem akan memenuhi kebutuhan bahan dan energinya secara mandiri. Untuk mendesain bagaimana model agroekosistem lahan rawa pasang surut berbasis pada kemandirian bahan dan energi diperlukan kajian potensi produk dan *by products*-nya dari beberapa subsistem usahatani semula ada (*existing farming*), neraca air dan hara, serta sumber daya *in situ* yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan dan energi pada pengelolaan lahan rawa pasang surut untuk tujuan pertanian. Indikator bahan dan energi yang diamati meliputi nutrisi utama N, P, dan K. Pengembangan model agroekosistem mengacu pada pendekatan Input-Output pada sistem tertentu dengan skala usahatani di tingkat petani. Potensi hara N, P dan K baik pada komponen masukan maupun keluaran dari setiap sub sistem usahatani padi, jeruk dan kolam ikan berbeda-beda dari satu sub sistem dengan sub sistem lainnya. Potensinya lebih rendah dibandingkan dengan potensi yang pernah dilaporkan di negara-negara Asia, terutama untuk sub sistem padi. Potensi ini tipikal untuk sub sistem padi yang rendah masukan pupuk kimia, seperti yang sering ditemukan di lahan rawa pasang surut di Barito Kuala. Sub sistem padi dan kolam ikan memiliki potensi aliran internal hara, yang masing-masing bersumber dari jerami padi dan lumpur dasar kolam. Potensi ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai sub komponen masukan hara bagi sub sistem lainnya atau bagi musim tanam berikutnya. Simulasi model agroekosistem terpadu padi-jeruk-kolam ikan menunjukkan neraca hara yang positif terutama hara N, sehingga model ini perlu dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: agroekosistem, lahan rawa pasang surut, neraca hara

PRAKATA

Laporan akhir penelitian tahun ke-1 ini disusun berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan sejak penandatanganan kontrak bulan Juli sampai dengan berakhir kegiatan penelitian tahun ke-1. Laporan ini memuat hasil-hasil yang telah diperoleh selama kegiatan penelitian tahun ke-1. Penelitian ini akan dilaksanakan selama 3 tahun. Penelitian ini merupakan salah satu bentuk dukungan dari tim peneliti terhadap pengembangan sistem pertanian terpadu di lahan rawa pasang surut khususnya di daerah Kabupaten Barito Kuala. Penelitian ini juga telah dimanfaatkan oleh mahasiswa-mahasiswa dalam rangka menyelesaikan tugas akhirnya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak banyak membantu dan memberi saran dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Reviewer yang telah menyetujui untuk melaksanakan penelitian ini menggunakan dana Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2013. Laporan akhir tahun ke-1 ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi untuk dapat menuntaskan rangkaian penelitian secara keseluruhan selama 3 tahun.

Banjarbaru, Desember 2013

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
1. Karakteristik Rawa Pasang Surut	3
2. Pengelolaan Tanah dan Air	4
3. Peta Jalan Penelitian Agroekosistem Lahan Rawa Pasang Surut	5
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
1. Tujuan Penelitian	7
2. Manfaat Penelitian	7
BAB 4. METODE PENELITIAN	8
1. Tapak Penelitian	8
2. Desain Penelitian	8
3. Analisa Data	10
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
1. Karakteristik Tanah Lokasi Penelitian	11
2. Potensi Kandungan Hara pada Agroekosistem	12
3. Potensi Aliran Hara pada Agroekosistem	15
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	19
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Sifat tanah lokasi penelitian agroekosistem di lahan rawa pasang surut di Desa Danda Jaya dan Desa Karang Buah Kabupaten Barito Kuala	11
2. Potensi kandungan hara pada agroekosistem padi di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013	12
3. Potensi kandungan hara pada agroekosistem jeruk di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013	14
4. Potensi kandungan hara pada agroekosistem kolam ikan di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013	15

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Tapak penelitian untuk pengamatan agroekosistem lahan rawa pasang surut di Kecamatan Rantau Badauh dan Kecamatan Belawang	8
2. Potensi aliran bahan pada sub sistem usahatani padi di lahan rawa pasang surut	9
3. Potensi aliran bahan pada sub sistem usahatani surjan dan kolam ikan di lahan rawa pasang surut	10
4. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi padi dan jeruk dengan rasio luas 9:1	16
5. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi kolam ikan dan jeruk dengan rasio luas 1:1	17
6. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi padi, kolam ikan dan jeruk dengan rasio luas 8:1:1	18
7. Rumusan masalah dan peta penelitian pengembangan model agroekosistem berkemandirian bahan dan energi di rawa pasang surut	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Susunan organisasi peneliti dan pembagian tugas	24
2. Artikel ilmiah untuk presentasi pada Seminar Internasional, ISWEM 2013 di Banjarmasin	25

BAB 1. PENDAHULUAN

Lahan rawa, baik rawa pasang surut maupun rawa non-pasang surut (rawa lebak), merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif. Lahan rawa tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Luas lahan rawa di Indonesia diperkirakan seluas 33,4 juta hektar yang terdiri dari 20,1 juta hektar lahan rawa pasang surut dan sisanya lahan rawa non-pasang surut (Amron, 2008). Di Kalimantan Selatan luas lahan rawa diperkirakan 1,14 juta hektar, dan sekitar 67% di antaranya potensial untuk direklamasi (Kurnain, *et al.*, 2008).

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut sebagai lahan pertanian produktif dihadapkan pada berbagai kendala. Kendala itu terutama terkait dengan karakteristik air dan tanah (Kurnain dan Ifansyah, 2007 dan 2008). Dalam hal air, kendala yang dihadapi antara lain yang terkait dengan tingginya genangan air di lahan, air stagnan di lahan, atau terjadinya drainase (pengatusan) berlebihan. Dalam hal tanah, kendala yang dihadapi terutama meliputi reaksi tanah masam, potensi pirit yang jika tidak berhati-hati mengelolanya akan menimbulkan kemasaman, dan mobilitas hara tinggi. Terkait dengan kendala lahan tersebut, petani Banjar dan transmigran di Kalimantan Selatan, khususnya di Kabupaten Barito Kuala membuat bedengan-timbun atau surjan (*raised bed*). Pembuatan bedengan ini dimaksudkan untuk memberikan pengatusan secukupnya kepada lingkungan perakaran, yang apabila tidak demikian suasana risosfer akan selalu basah dan langka udara bagi kehidupan normal akar-akar tanaman. Selain itu, dengan penataan lahan seperti ini memungkinkan petani untuk melakukan lebih dari satu kegiatan usahatani (Nazemi, *et al.*, 2008; Djamhari, 2009), seperti padi-jeruk, padi-jeruk-ikan, atau padi-jeruk-ternak unggas.

Lahan pasang surut di Kabupaten Barito Kuala secara umum telah berkembang berbagai usaha pertanian (*mix farming*) secara subsistem. Input yang dipergunakan pada setiap subsistem lebih banyak diperoleh dari luar sistemnya. Sehingga input produksi (bahan energi) yang dibutuhkan menjadi tinggi. Pengembangan sistem pertanian terpadu (*integrated farming system*) di lahan pasang surut Barito Kuala merupakan alternatif yang tepat untuk mengurangi input produksi melalui suatu siklus biologi (*biocycle farming*). Siklus biologi

akan mengefisienkan aliran bahan dan energi dari berbagai subsistem pertanian, di mana limbah (*by products*) dari salah satu usaha pertanian dapat dimanfaatkan oleh usaha pertanian lainnya dan seterusnya. Sehingga bahan dan energi yang dibutuhkan dari masing-masing usaha pertanian dapat terpenuhi secara mandiri dalam sistem ini.

Untuk mendesain bagaimana model agroekosistem lahan rawa pasang surut berbasis pada kemandirian bahan dan energi diperlukan kajian potensi produk dan residunya dari beberapa subsistem usahatani semula ada (*existing farming*), bagaimana pengaliran dan neraca bahan dan energi (hara dan air), serta sumber daya *in situ* yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan dan energi pada pengelolaan lahan rawa pasang surut untuk tujuan pertanian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Karakteristik Rawa Pasang Surut

Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal (Subagyo, 2006a). Kemudian lahan rawa dibedakan menjadi rawa pasang surut dan rawa lebak. Rawa pasang surut adalah daerah rawa yang mendapat pengaruh langsung atau tidak langsung oleh ayunan pasang surutnya air laut atau air sungai di sekitarnya (Subagyo, 2006b), sedangkan rawa lebak adalah daerah rawa non pasang surut yang karena posisinya di dataran banjir sungai mendapat genangan secara periodik sekurang-kurangnya sekali dalam setahun, yang berasal dari curah hujan dan atau luapan banjir sungai (Subagyo, 2006c).

Tanah-tanah yang berkembang di lahan rawa pasang surut adalah tanah yang terbentuk dari endapan sungai dan laut yang membentuk tanah aluvial, dan tanah gambut (Subagyo, 2006b). Pada tanah aluvial berkembang tanah sulfat masam potensial dan aktual (Noor, 2004). Tanah gambut cenderung menghilang dan tanah sulfat masam cenderung bertambah luas, karena penipisan lapisan gambut yang biasanya menyertai ketika lahan dikembangkan misalnya untuk pertanian, justru akan memunculkan tanah sulfat masam. Adanya tanah sulfat masam ini kelak menjadi kendala dalam pemanfaatan rawa menjadi lahan pertanian (Kurnain, *et al*, 2008).

Tanah sulfat masam berkembang sebagai akibat drainase bahan induk yang kaya dengan pirit (FeS_2) (Shamsuddin dan Sarwani, 2002; Subagyo, 2006b). Pirit terakumulasi pada tanah tergenang yang banyak mengandung bahan organik dan sulfida terlarut yang biasanya berasal dari air laut. Ketika drainase membawa oksigen kepada tanah tergenang tersebut, pirit teroksidasi menjadi asam sulfat. Tanah sulfat masam berkembang jika produksi asam melebihi kemampuan netralisasi dari bahan induk, sehingga pH biasanya turun menjadi kurang dari 4.

Secara hidrologis, tata air di wilayah rawa pasang surut sangat dipengaruhi oleh pasang surut diurnal dan semi diurnal dari sungai. Gerakan pasang surut mengikuti kekuatan daya tarik benda-benda langit, sehingga dalam satu bulan dapat terjadi pasang tinggi (*springtide*) dan pasang ganda (*neaptide*). Pasang tinggi terjadi dua kali dalam sebulan, yaitu pada bulan purnama dan bulan

mati. Sedangkan pasang ganda terjadi di antara dua pasang tinggi dan dapat terjadi dua kali dalam 24 jam. Berdasarkan luapan air pasang maka tipe lahan rawa pasang surut dibedakan menjadi (Djaja, 1995; Noor, 2004): (1) Tipe A: lahan yang selalu diluapi, baik pada waktu pasang besar maupun pasang kecil hampir sepanjang tahun, (2) Tipe B: lahan yang hanya diluapi air hanya pada pasang besar, (3) Tipe C: lahan yang tidak pernah diluapi air pada waktu pasang besar, tetapi air tanah kurang dari 50 cm dari permukaan tanah, dan (4) Tipe D: lahan yang tidak pernah diluapi air pada waktu pasang besar, dan air tanah lebih dari 50 cm dari permukaan tanah.

Air yang berlimpah di lahan rawa merupakan faktor yang menguntungkan dan sekaligus dapat merugikan untuk pengembangan lahan rawa menjadi pertanian lahan basah. Pengeringan berlebihan juga berpotensi menurunkan pH tanah. Oleh karena itu pengelolaan sistem hidrologi dan pengelolaan tanah merupakan kunci penting pengembangan lahan rawa untuk pertanian (Kurnain, *et al*, 2008).

Pembukaan lahan rawa untuk pertanian sudah dilakukan oleh masyarakat Banjar sejak zaman kolonial. Masyarakat Banjar berhasil mengelola lahan rawa menjadi lahan pertanian dengan model anjir dan handil. Kemampuan membaca irama alam dan mengembangkan kearifan lokal merupakan kunci keberhasilan masyarakat Banjar mengembangkan lahan rawa (Hidayat, *et al.*, 2010). Kemajuan di bidang teknik hidrolika mendorong pemerintah membuka lahan rawa secara besar-besaran untuk pertanian. Sistem kanalisasi, termasuk sistem garpu dikembangkan secara progresif. Setelah 3 dekade, menurut evaluasi Priatmadi (2004) hanya sekitar sepertiga dari lahan yang telah dibuka bertahan menjadi areal persawahan, selebihnya bahkan menjadi lahan terlantar.

2. Pengelolaan Tanah dan Air

Pengelolaan tanah dan air (*soil and water management*) merupakan kunci utama untuk keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut (Kurnain *et al.*, 2008). Pengelolaan tanah dan air meliputi penataan lahan, pengaturan air, ameliorasi, dan pemupukan (Suriadikarta dan Setyorini, 2006). Penataan lahan perlu dilakukan untuk membuat lahan tersebut sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan dikembangkan. Dalam melakukan penataan lahan perlu diperhatikan hubungan antara tipologi lahan, tipe luapan, dan pola pemanfaatannya. Sebagai

contoh, petani Banjar menata lahannya seperti pada tipologi tanah sulfat masam potensial dengan tipe luapan A dan B dengan membuat surjan yang dapat ditanami palawija, sayuran atau buah-buahan (terutama jeruk), dan di bagian tabukannya ditanami padi atau kadang-kadang dimanfaatkan sebagai kolam ikan (Alihamsyah dan Noor, 2003; Hidayat, *et al.*, 2010).

Pengaturan air di lahan rawa khususnya lahan pasang surut ditujukan selain untuk memenuhi kebutuhan air selama penyiapan lahan dan pertumbuhan tanaman juga untuk memperbaiki sifat fisiko-kimia tanah. Tata air pada lahan yang bertipe luapan A dan B perlu diatur dalam sistem aliran satu arah (*one way flow system*) dan sistem tabat (*dam overflow*) (Suriadikarta dan Setyorini, 2006). Penerapan penataan lahan dan sistem tata air tersebut selain dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan, juga dapat meningkatkan intensitas penggunaan lahan dan penerapan beragam pola tanam serta pendapatan masyarakat (Nazemi *et.al.*, 2008).

3. Peta Jalan Penelitian Agroekosistem Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan rawa pasang surut memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pemanfaatan lahan rawa pasang surut lebih handal jika dilakukan melalui pendekatan agroekosistem ketimbang melalui pendekatan komoditas (Alihamsyah dan Noor, 2003; Nazemi *et al.*, 2008; Hidayat *et.al.*, 2010). Pendekatan agroekosistem dimaksudkan bahwa pemanfaatan lahan rawa pasang surut disesuaikan dengan tipologi lahan dan tipologi luapan air.

Kehandalan agroekosistem ditunjukkan oleh keberlanjutan lahan untuk menghasilkan biomassa (Van Ittersum *et al.*, 2008). Keberlanjutan lahan untuk melangsungkan proses produksi dapat dinilai dengan mengukur aliran dan neraca bahan dan energi, termasuk hara dan air dalam suatu agroekosistem (Granstedt, 2000; Onwonga dan Freyer, 2006; Kasno, *et al.*, 2009). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menilai kehandalan agroekosistem lahan rawa pasang surut meliputi dinamika hara dalam tanah dan air (Kurnain dan Ifansyah, 2007 dan 2008) yang menunjukkan bahwa deposisi air hujan dan pasang surut air sangat berpengaruh atas pergerakan hara di dalam tanah terutama di bagian surjan. Penelitian terakhir (Kurnain *et al.*, 2011) menunjukkan bahwa beberapa

komponen internal dan eksternal dari suatu agroekosistem agro-aquakultur pada skala lahan usahatani memiliki kapasitas masing-masing untuk mengalirkan hara N. Beberapa penelitian tersebut menyiratkan adanya potensi aliran bahan dan energi (hara dan air) di dalam suatu agroekosistem tertentu. Fenomena pada skala lahan usatani ini boleh jadi dapat dikembangkan pada skala lansekap, dan manfaatnya akan menjadi lebih besar, karena terbukti komponen deposisi air hujan dan pasang surut air sangat berpengaruh atas neraca hara pada agroekosistem di lahan rawa pasang surut.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan topik penelitian ini, tujuan akhir dari penelitian multi-tahun ini adalah menemukan model pengaliran bahan dan energi untuk memenuhi kebutuhan agroekosistem lahan rawa pasang surut secara mandiri untuk memproduksi biomassa. Untuk mencapai tujuan akhir tersebut, penelitian ini dirancang selama 3 (tiga) tahun yang masing-masing tujuannya sebagai berikut:

- 1) Menghitung potensi dan aliran internal hara N, P, dan K pada agroekosistem lahan rawa pasang surut pada sub sistem usahatani padi, jeruk, dan kolam ikan, serta mensimulasikannya untuk mengembangkan model agroekosistem terpadu padi-jeruk, kolam ikan-jeruk, dan padi-jeruk-kolam ikan;
- 2) Menganalisis proses aliran internal hara N, P, dan K pada agroekosistem lahan rawa pasang surut, dan memvalidasi model agroekosistem terpadu padi-jeruk-kolam ikan; dan
- 3) Mengembangkan dan menguji kinerja model agroekosistem lahan rawa pasang surut berkemandirian bahan dan energi melalui analisis neraca hara dan kelayakan secara ekonomis.

2. Manfaat Penelitian

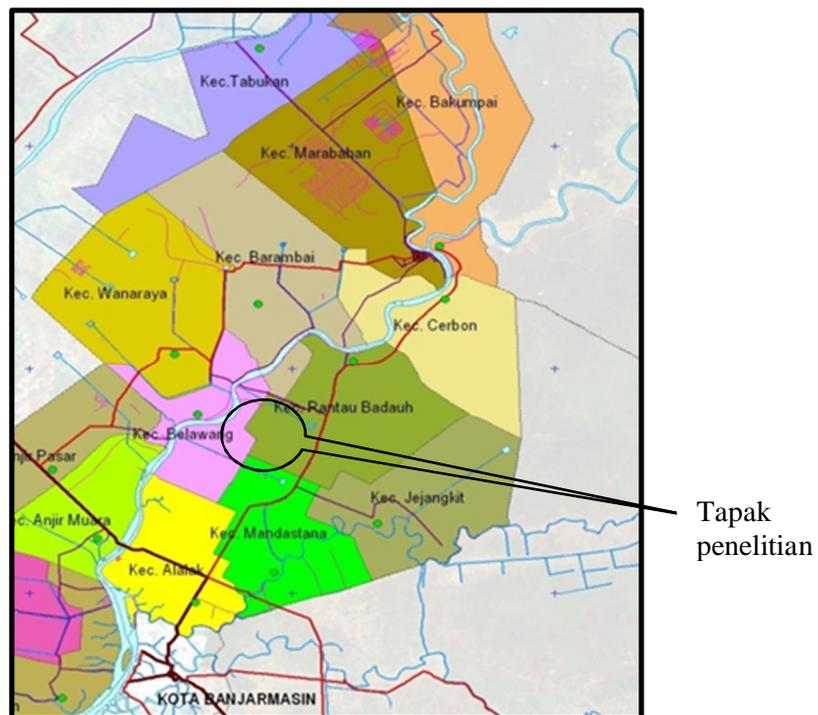
Sejalan dengan rencana luaran penelitian, manfaat penelitian ini adalah:

- 1) Meningkatkan jumlah dan kualitas publikasi ilmiah pada jurnal ilmiah bereputasi nasional dan atau internasional;
- 2) Memantapkan visi dan misi Universitas Lambung Mangkurat dalam hal pengelolaan lahan basah secara berkelanjutan; dan
- 3) Secara eksternal hasil penelitian berkontribusi pada pengarusutamaan pengelolaan lahan basah untuk produksi biomassa secara berkelanjutan sejalan dengan peningkatan ketahanan pangan dan pendapatan petani.

BAB 4. METODE PENELITIAN

1. Tapak Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di lahan rawa pasang surut bertipe lahan sulfat masam potensial dan bertipe luapan A dan B di Kabupaten Barito Kuala. Untuk skala lahan usahatani akan dipilih lahan usahatani semula ada (*existing farming*), yaitu usahatani padi yang dikelola secara konvensional dan SRI (*system of rice intensification*) di Desa Danda Jaya Kecamatan Rantau Badauh, usahatani padi dan jeruk di Desa Karang Buah Kecamatan Belawang. Sementara usahatani kolam budidaya ikan, tapaknya tidak ditemukan di Kabupaten Barito Kuala, sehingga tapaknya diwakili di Desa Sungai Rangas, Kabupaten Banjar. Pada skala pengamatan lansekap akan dibatasi pada saluran primer dan sekunder pada agroekosistem di kawasan Terantang dan Danda Besar yang meliputi dua kecamatan Rantau Badauh dan Belawang (Gambar 1).

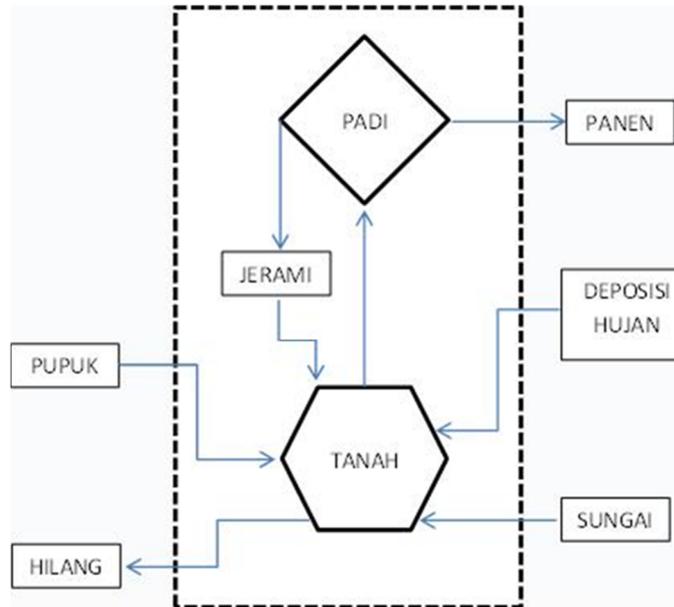


Gambar 1. Tapak penelitian untuk pengamatan agroekosistem lahan rawa pasang surut di Kecamatan Rantau Badauh dan Kecamatan Belawang.

2. Desain Penelitian

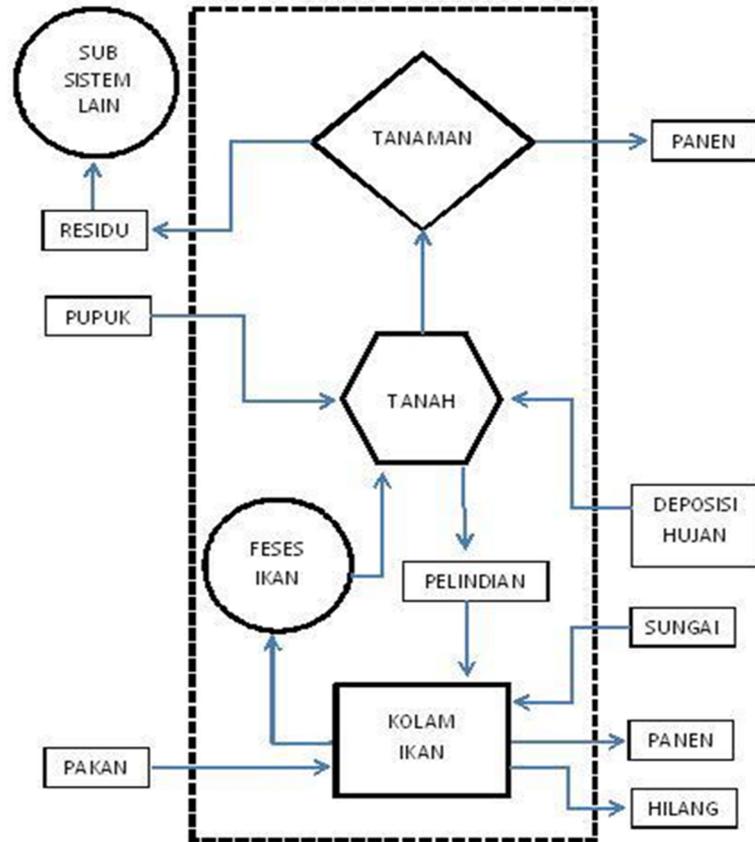
Pada skala lahan usahatani, secara fungsional potensi aliran bahan dan energi di dalam agroekosistem lahan rawa pasang surut yang lahannya didesain dengan pembuatan surjan (*raised beds*) yang biasanya ditanami jeruk dan sayuran, dan

sisanya bagian tabukan yang biasanya ditanami padi atau kolam ikan disajikan pada Gambar 2 dan 3. Antar-sub unit usahatani terjadi pengaliran bahan (terutama residu pertanian), sehingga dapat menjadi sumber bahan dan energi bagi proses produksi di sub unit lainnya. Secara keseluruhan diharapkan akan terjadi efisiensi dan optimalisasi pemanfaatan residu dalam rangka proses produksi biomassa.



Gambar 2. Potensi aliran bahan pada sub sistem usahatani padi di lahan rawa pasang surut

Pada setiap komponen dan sub-komponen baik internal maupun eksternal dari suatu sistem akan diamati kapasitas dan intensitas hara (N, P, dan K) selama periode 1 (satu) tahun 2013 – 2014 dengan interval 1 bulan. Hal yang sama juga dilakukan pada skala lansekap. Pengamatan periode 1 tahun ini akan didanai dengan 2 (tahun) anggaran. Kemudian pada tahun ketiga akan dilakukan pengembangan model dengan melakukan simulasi dan menerapkannya di lapangan.



Gambar 3. Potensi aliran bahan pada sub sistem usahatani surjan dan kolam ikan di lahan rawa pasang surut

3. Analisa Data

Data yang diperoleh akan diolah melalui persamaan berikut:

- 1) Besar potensi aliran N, P, dan K dari berbagai komponen dan sub komponen akan ditampilkan dalam bentuk diagram batang yang nilainya akan ditampilkan pada skema diagram aliran N, P, dan K pada skala lahan usahatani dan skala lansekap.
- 2) Kemandirian agroekosistem dinilai dari neraca hara yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta = I - O$$
 yang mana I=Input; O=Output.
- 3) Pengembangan model agroekosistem berbasis kemandirian bahan dan energi (hara dan air) akan dilakukan dengan simulasi Input-Output sehingga neracanya sama dengan nol (seimbang).

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Tanah Lokasi Penelitian

Karakteristik cuplikan tanah lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Secara kimia, tanah di 3 tapak penelitian dihadapkan pada rendahnya ketersediaan basa-basa tukar, yang sering dijumpai pada tanah-tanah di lahan rawa pasang surut (Kurnain, 2007; Aulia, 2009). Kandungan N tanah tergolong sedang, yang secara potensial menyiratkan adanya potensi alirannya di dalam sistem tanah tersebut. Secara fisik, ketiga tanah lokasi penelitian menyiratkan adanya hambatan yang boleh jadi dapat membatasi pergerakan air di dalam sistem tanah. Indikasi itu ditunjukkan oleh tekstur tanahnya yang berbutiran halus dan permeabilitasnya lambat. Berdasarkan persentase liat, cuplikan tanah di semua tapak penelitian tergolong bertekstur halus (liat). Hasil ini sesuai dengan kisaran berat volume dan berat jenisnya yang umumnya mencirikan tanah-tanah bertekstur halus (Hanafiah, 2005).

Tabel 1. Sifat tanah lokasi penelitian agroekosistem di lahan rawa pasang surut di Desa Danda Jaya dan Desa Karang Buah Kabupaten Barito Kuala

Sifat Tanah	Karang Buah				Danda Jaya	
	Tanah Surjan		Tanah Padi #1		Tanah Padi #2	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
N-Total (%)	0,29	sedang	0,25	sedang	0,26	sedang
P-Total (mg P ₂ O ₅ /100 g)	47,55	tinggi	45,01	tinggi	35,06	sedang
P-Tersedia (ppm)	2,06	sangat rendah	2,09	sangat rendah	2,12	sangat rendah
C-Organik (%)	2,65	sedang	2,78	sedang	2,01	sedang
K-Total (mg K ₂ O/100 g)	8,45	sangat rendah	10,23	rendah	9,04	sangat rendah
Na-Tukar (me/100 g)	0,10	sangat rendah	0,09	sangat rendah	0,04	sangat rendah
K-Tukar (me/100 g)	0,12	rendah	0,12	rendah	0,16	rendah
Ca-Tukar (me/100 g)	0,35	sangat rendah	0,41	sangat rendah	0,35	sangat rendah
Mg-Tukar (me/100 g)	0,28	sangat rendah	0,34	sangat rendah	0,37	sangat rendah
KTK (me/100 g)	9,57	rendah	9,01	rendah	8,05	rendah
Kejenuhan Al (%)	1,15	sangat rendah	1,55	sangat rendah	1,12	sangat rendah
H-Tukar(me/100 g)	0,08		0,09		0,05	
pH (H ₂ O)	5,16	masam	4,01	sangat masam	4,05	sangat masam
DHL (μS/cm)	102,51	sangat rendah	90.01	sangat rendah	112,2	sangat rendah
Tekstur	clay loam		clay loam		clay loam	

Bulk Density	0,92	0,89	0,91
Particle Density	2,10	2,16	2,09
Permeabilitas (cm/jam)	8,24	1,55	13,45
Fe Larut (ppm)	0,14	0,05	0,02

2. Potensi Kandungan Hara pada Agroekosistem

Potensi kandungan hara pada setiap komponen masukan dan keluaran beserta sub komponennya pada tiga sub-sistem usahatani semula ada: padi, jeruk dan kolam ikan telah dihitung berdasarkan pengamatan pada setiap sub-sistem usahatani, komponen dan sub komponennya selama satu musim tanam padi dari bulan Juli – Oktober 2013. Tabel 2, 3 dan 4 menunjukkan potensi kandungan hara N, P dan K pada agroekosistem padi, jeruk dan kolam ikan untuk setiap komponen masukan dan keluaran beserta sub komponennya.

Tabel 2. Potensi kandungan hara pada agroekosistem padi di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013

Komponen/ Sub Komponen	N	P	K
	kg ha ⁻¹		
PADI			
<i>Masukan:</i>			
air hujan (IN1)	7,0	0,6	0,2
air sungai (IN2)	41,4	6,6	2,9
pupuk (IN3)	23,0	9,0	12,5
Jumlah	71,4	16,2	15,6
<i>Keluaran:</i>			
panen (OUT1)	5,6	1,1	1,3
Air drainase (OUT3)	17,6	2,3	0,6
jerami (IF2)	22,5	3,0	19,5
Jumlah	45,7	6,4	21,4

Potensi kandungan hara N, P dan K pada komponen masukan agroekosistem padi masing-masing mencapai 71,4, 16,2 dan 15,6 kg ha⁻¹ selama satu musim tanam Juli – Oktober 2013 (Tabel 2). Potensi ini diperhitungkan hanya dari tiga sub komponen masukan: air hujan, air sungai dan pupuk kimia. Perhitungan atas tiga sub komponen masukan ini sesuai dengan Yoon *et al.* (2003). Sub komponen masukan lainnya dapat berupa pemanfaatan residu padi (jerami) dan pupuk kandang (Buresh *et al.*, 2010; Liao *et al.*, 2010). Selain itu potensi kandungan hara ini dapat saja bervariasi tergantung pada asumsi yang

digunakan dalam penghitungannya. Asumsi itu berhubungan dengan proporsi sumbangan air dari hujan dan sungai ke dalam sistem, kemampuan tanah menyimpan air, dan kedalaman lapisan tanah yang membatasi sistem.

Potensi masukan hara N, P dan K pada agroekosistem padi di lahan rawa pasang surut selama satu musim tanam dapat diperbandingkan dengan yang dilaporkan oleh Yoon *et al.* (2003) dan Liao *et al.* (2010), yang nilainya sangat tergantung pada dosis pupuk N, P dan K yang diberikan. Yoon *et al.* (2003) melaporkan potensi masukan N dan P masing-masing berkisar 98 – 183 dan 15 – 31 kg ha⁻¹ pada usahatani padi di Korea, yang nilainya tergantung dari jumlah pupuk N atau P yang digunakan. Makin kecil dosisnya, makin kecil juga kapasitas masukannya. Selanjutnya Liao *et al.* (2010) melaporkan potensi masukan K sebesar 17 kg ha⁻¹ untuk agroekosistem padi tanpa pupuk K. Antonopoulos (2008) juga melaporkan kapasitas masukan N berkisar antara 25 – 45 kg ha⁻¹. Dengan demikian potensi masukan N, P dan K pada agroekosistem padi di rawa pasang surut di Barito Kuala, Kalimantan Selatan, Indonesia berada pada kisaran rendah, dan hal ini bisa dipahami karena dosis pupuk N, P dan K yang ditambahkan rendah, selain produksinya juga rendah.

Komponen keluaran pada agroekosistem padi mencapai 45,7, 6,4 dan 21,4 kg ha⁻¹ masing-masing untuk hara N, P dan K. Potensi keluaran ini lebih rendah daripada yang dilaporkan oleh Yoon *et al.* (2003) bahwa keluaran N dan P padi usahatani padi beririgasi masing-masing berkisar antara 123 – 141 dan 17 – 20 kg ha⁻¹. Potensi keluaran hara N dan P lebih rendah daripada komponen masukannya; dan hal ini boleh jadi menunjukkan kecenderungan pengayaan N dan P dalam sistem tanah. Sedangkan potensi hara K lebih tinggi daripada komponen masukannya; dan hal ini menunjukkan penurunan hara K dalam tanah. Hanya saja penurunan hara K tersebut dapat dipulihkan jika jerami padi dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik dan hara. Kondisi demikian seperti yang dilaporkan oleh Buresh *et al.* (2010) bahwa neraca K dan P pada usahatani padi beririgasi bernilai negatif pada hasil di bawah 3 ton ha⁻¹

Sama halnya dengan komponen masukan, potensi hara pada komponen keluaran juga dibatasi oleh jumlah sub komponen keluaran yang boleh jadi dapat melalui emisi hara N berupa gas, dan asumsi yang digunakan dalam perhitungan.

Asumsi itu terutama berhubungan dengan beberapa sifat hidrofisik tanah yang mempengaruhi tingkat drainase dalam tanah. Sub komponen jerami (residu padi) memiliki peluang untuk dapat dimanfaatkan sebagai sub komponen masukan pada musim pertanaman berikutnya (Phongpan dan Mosier, 2003). Peluang ini tentu saja masih perlu dikaji sehingga diperoleh potensi bersih (*net potential*) jerami untuk menyediakan hara N, P, dan K pada musim tanam berikutnya. Antonopoulos (2008) melaporkan komponen naraca N meliputi proses yang melibatkan transportasi dan transformasi N dalam tanah.

Tabel 3. Potensi kandungan hara pada agroekosistem jeruk di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013

Komponen/ Sub Komponen	N	P	K
	kg ha ⁻¹		
JERUK			
<i>Masukan:</i>			
air hujan (IN1)	26,6	2,3	0,8
air sungai (IN2)	9,9	1,6	0,7
pupuk (IN3)	0,0	0,0	0,0
Jumlah	36,5	3,9	1,5
<i>Keluaran:</i>			
serapan (OUT1)	3,0	2,4	1,2
Air drainase (OUT3)	11,3	1,5	0,4
Jumlah	14,3	3,9	1,6

Potensi kandungan hara N, P dan K pada komponen masukan agroekosistem jeruk lebih rendah daripada agroekosistem padi, yang masing-masing mencapai 36,5, 3,9 dan 1,5 kg ha⁻¹ pada fase generatif (berbuah) selama bulan Juli – Oktober 2013 (Tabel 3). Potensi ini diperhitungkan hanya dari dua sub komponen masukan: air hujan dan air sungai. Potensi kandungan hara ini dapat saja bervariasi tergantung pada adanya sub komponen masukan lainnya, di samping asumsi yang digunakan dalam penghitungannya. Asumsi itu berhubungan dengan proporsi sumbangan air dari hujan dan sungai ke dalam sistem, kemampuan tanah menyimpan air, dan kedalaman lapisan tanah yang membatasi sistem.

Potensi hara N pada komponen keluaran agroekosistem jeruk lebih rendah daripada komponen masukannya yang mencapai 14,3 kg ha⁻¹ , sedangkan hara P dan K potensinya relatif sama dengan komponen masukannya, yang masing-masing potensinya 3,9 dan 1,5 kg ha⁻¹. Hal ini berarti kecenderungan terjadinya pengayaan hara N dalam tanah surjan, tetapi peluangnya kecil karena potensi berlangsungnya pelindian (*leaching*) lebih besar, seperti yang ditunjukkan oleh sub komponen air drainase (Tabel 3) yang potensi haranya jauh lebih tinggi daripada potensi pengayaan hara. Hara P dan K memperlihatkan neraca yang seimbang antara komponen masukan dan keluaran.

Potensi hara N pada komponen masukan agroekosistem kolam ikan jauh lebih tinggi daripada komponen keluarannya(Tabel 4). Hal ini menunjukkan kecenderungan pengayaan hara terutama N dalam air kolam. Sedangkan potensi hara P dan K menunjukkan kondisi sebaliknya, yang menyiratkan adanya imobilisasi hara P dan K dalam lumpur kolam. Dengan demikian lumpur kolam dapat dimanfaatkan kembali (*re-used*) sebagai sumber hara bagi sub sistem usahatani yang lain, seperti yang pernah dilaporkan oleh Nhan (2007).

Tabel 4. Potensi kandungan hara pada agroekosistem kolam ikan di lahan rawa pasang surut Barito Kuala Kalimantan Selatan selama musim tanam Juli – Oktober 2013

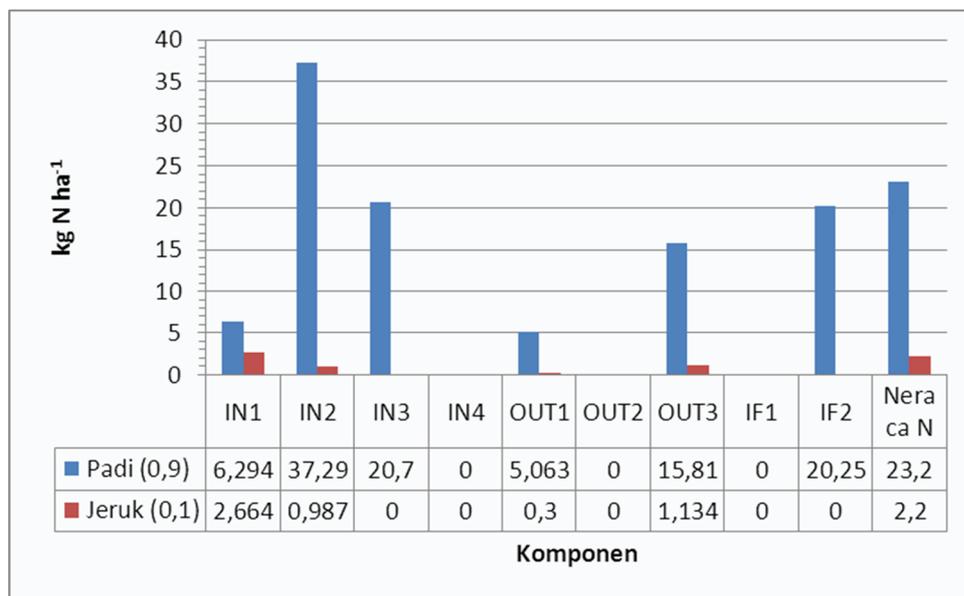
Komponen/ Sub Komponen	N	P	K
	kg ha ⁻¹		
air hujan (IN1)	29,7	2,6	0,9
air sungai (IN2)	41,1	6,6	2,8
pakan (IN4)	180,0	21,6	6,5
Jumlah	250,9	30,8	10,2
<i>Keluaran:</i>			
panen (OUT2)	36,0	5,4	1,7
Air drainase (OUT3)	42,2	5,5	1,5
lumpur kolam (IF1)	55,7	33,4	22,1
Jumlah	133,9	44,3	25,3

3. Potensi Aliran Hara pada Agroekosistem

Berdasarkan potensi kandungan hara pada setiap komponen atau sub komponen dari berbagai usahatani semula ada, dibuatkan skenario potensi aliran hara untuk pengembangan model agroekosistem terpadu. Beberapa skenario telah

disimulasikan untuk mengintegrasikan usahatani padi – jeruk, kolam – jeruk, dan padi – kolam – jeruk. Skenario dibuat berdasarkan rasio luas masing-masing usahatani yang diintegrasikan.

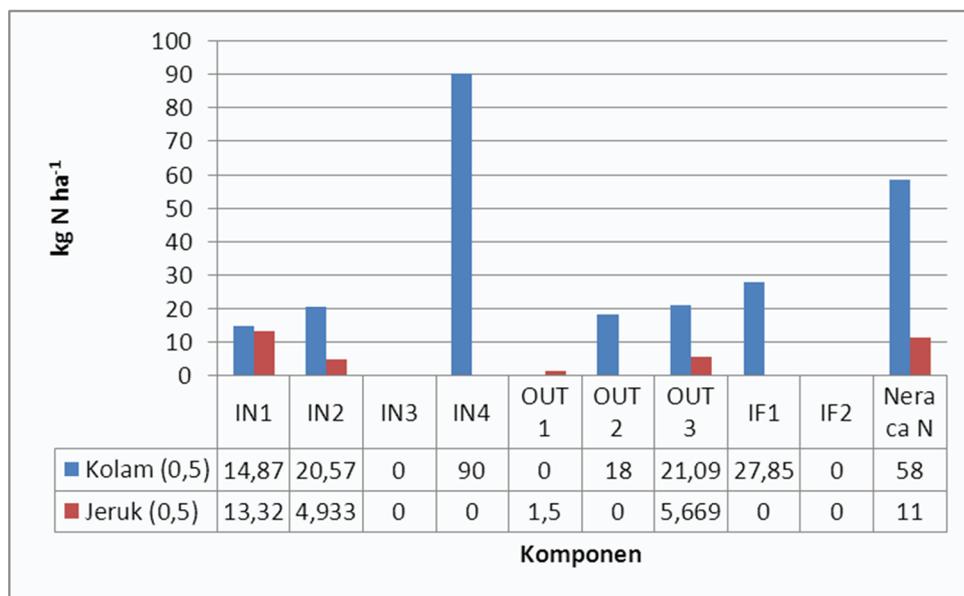
Agroekosistem terpadu padi-jeruk menunjukkan adanya potensi aliran internal hara N berkisar antara 11,25 – 20,25 kg N ha⁻¹. Sumber aliran internal itu adalah jerami padi yang kapasitasnya mencapai 22,5 kg N ha⁻¹. Sedangkan kapasitasnya untuk hara P dan K masing-masing mencapai 3,0 dan 19,5 kg ha⁻¹. Potensi aliran internal ini besarnya tergantung pada rasio luas padi dan jeruk. Semakin besar rasionya, maka semakin besar potensi aliran internalnya. Gambar 4 menunjukkan potensi aliran internal N pada rasio luas padi-jeruk 9:1 mencapai 22,25 kg N ha⁻¹. Jerami padi sebagai sumber aliran internal dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber hara N bagi pertanaman jeruk. Dengan demikian, neraca hara N pada agroekosistem padi-jeruk dengan kondisi pemanfaatan kembali (*re-used*) jerami padi dan rasio luas usahatani padi-jeruk 9:1 bernilai positif 5,1 kg N ha⁻¹. Neraca N ini semakin positif tinggi, jika rasio luas padi dan jeruk semakin rendah.



Gambar 4. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi padi dan jeruk dengan rasio luas 9:1

Seperti halnya dengan agroekosistem terpadu padi-jeruk, agroekosistem kolam ikan-jeruk juga menunjukkan adanya aliran internal hara N berkisar antara

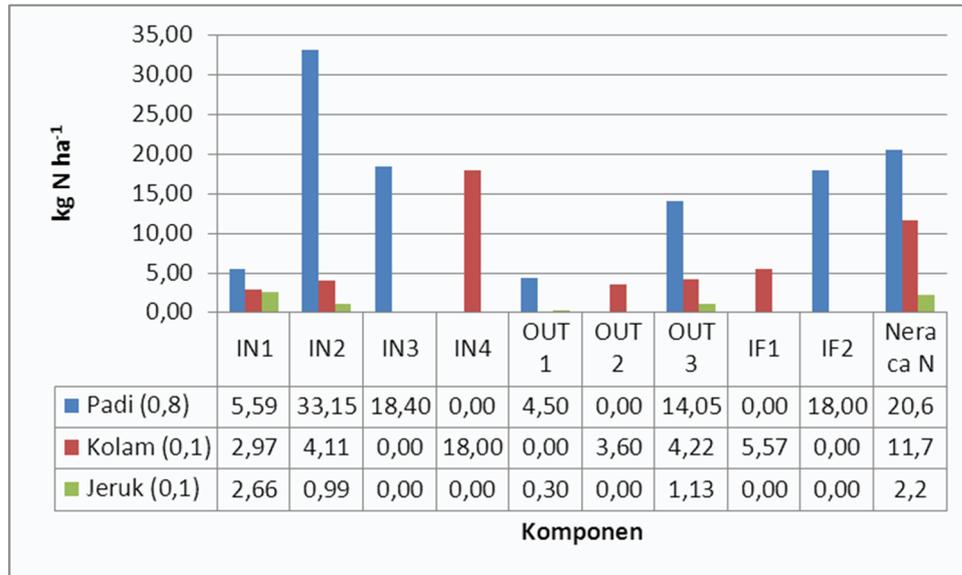
27,85 – 50,13 kg N ha⁻¹ selama Juli – Oktober 2013, yang priode waktunya boleh jadi sesuai dengan masa pemeliharaan ikan. Aliran internal tersebut berasal dari lumpur dasar kolam, yang kapasitasnya mencapai 55,7 kg N ha⁻¹. Sedangkan kapasitasnya untuk hara P dan K mencapai masing-masing 33,4 dan 22,1 kg ha⁻¹. Potensi aliran internal ini besarnya tergantung pada rasio luas kolam ikan dan jeruk. Semakin kecil rasionya, maka semakin kecil potensi aliran internalnya. Gambar 5 menunjukkan potensi aliran internal N pada rasio luas kolam ikan-jeruk 1:1 mencapai 27,85 kg N ha⁻¹. Lumpur dasar kolam sebagai sumber aliran internal dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber hara N bagi pertanaman jeruk. Jika hal dapat dilakukan, neraca hara N pada agroekosistem kolam ikan-jeruk dengan kondisi pemanfaatan kembali (*re-used*) lumpur dasar kolam dan rasio luas usahatani kolam ikan-jeruk 1:1 bernilai positif 41,8 kg N ha⁻¹. Neracanya akan cenderung semakin positif tinggi jika rasio luas kolam ikan dan jeruk semakin tinggi.



Gambar 5. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi kolam ikan dan jeruk dengan rasio luas 1:1

Berdasarkan simulasi atas dua model agroekosistem terpadu padi-jeruk dan kolam ikan-jeruk diperoleh adanya potensi aliran internal hara yang dapat dimanfaatkan sebagai sub komponen masukan bagi sub sistem usahatani lainnya. Kedua model agroekosistem di atas menunjukkan neraca N positif. Hal ini memungkinkan untuk melakukan integrasi kedua model di atas menjadi model

agroekosistem padi-kolam ikan-jeruk. Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi model tersebut dengan skenario rasio luas padi-kolam ikan-jeruk 8:1:1. Neraca N nya bernilai positif 34,5 kg ha⁻¹, dan nilainya cenderung lebih positif jika proporsi luas sub sistem usahatani padi berkurang. Dengan demikian, pengembangan jeruk dan ikan di rawa pasang surut harus berbasis padi.

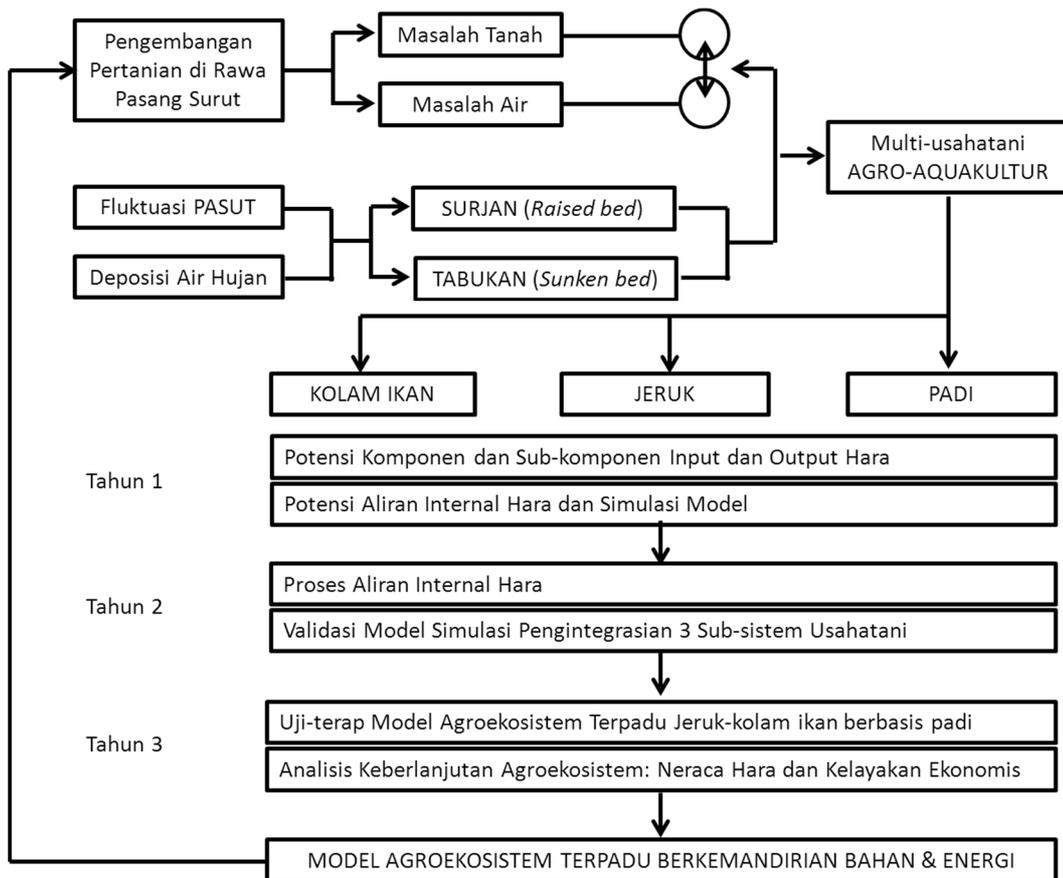


Gambar 6. Potensi aliran N pada agroekosistem integrasi padi, kolam ikan dan jeruk dengan rasio luas 8:1:1

Model agroekosistem terpadu padi-kolam ikan-jeruk memiliki aliran internal hara lebih tinggi daripada kedua model yang telah didiskusikan di atas, yakni mencapai 23,6 kg N ha⁻¹. Potensi aliran internal ini dapat dimanfaatkan sebagai sub komponen masukan untuk sub sistem usahatani padi dan jeruk. Jika potensi ini dimanfaatkan, maka model agroekosistem jeruk dan kolam ikan berbasis padi ini cocok untuk pengembangan rawa pasang surut untuk pertanian berkelanjutan, karena neracanya relatif seimbang antara komponen masukan dan keluaran.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Sejalan dengan rumusan masalah dan peta penelitian untuk mengembangkan model agroekosistem berkemandirian bahan dan energi di lahan rawa pasang surut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, kegiatan penelitian tahun ke-2 adalah meneliti proses-proses aliran internal hara terkait dengan pemanfaatan jerami padi (sumber aliran internal dari sub sistem padi) dan lumpur dasar kolam (sumber aliran internal dari sub sistem kolam ikan), dan melakukan validasi model yang telah disimulasikan pada kegiatan tahun ke-1 dengan mengintegrasikan berbagai proses aliran internal hara yang akan teridentifikasi pada penelitian tahun ke-2. Selanjutnya kegiatan penelitian tahun ke-3 dimaksudkan untuk menguji-terap model dengan menganalisis neraca hara dan kelayakannya secara ekonomis.



Gambar 7. Rumusan masalah dan peta penelitian pengembangan model agroekosistem berkemandirian bahan dan energi di rawa pasang surut

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tahun pertama diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Potensi hara N, P dan K baik pada komponen masukan maupun keluaran dari setiap sub sistem usahatani padi, jeruk dan kolam ikan berbeda-beda dari satu sub sistem dengan sub sistem lainnya. Potensinya lebih rendah dibandingkan dengan potensi yang pernah dilaporkan di negara-negara Asia, terutama untuk sub sistem padi. Potensi ini tipikal untuk sub sistem padi yang rendah masukan pupuk kimia, seperti yang sering ditemukan di lahan rawa pasang surut di Barito Kuala.
- 2) Sub sistem padi dan kolam ikan memiliki potensi aliran internal hara, yang masing-masing bersumber dari jerami padi dan lumpur dasar kolam. Potensi ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai sub komponen masukan hara bagi sub sistem lainnya atau bagi musim tanam berikutnya.
- 3) Simulasi model agroekosistem terpadu padi-jeruk-kolam ikan menunjukkan neraca hara yang positif terutama hara N, sehingga model ini perlu dikembangkan lebih lanjut.

Sejalan dengan kesimpulan di atas, diperlukan beberapa saran dan tindak lanjut sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan jerami padi dan lumpur dasar kolam sebagai salah satu sumber masukan hara bagi sub sistem usahatani lainnya atau musim tanam berikutnya.
- 2) Validasi model yang telah disimulasikan dengan memasukkan proses aliran internal dari pemanfaatan jerami padi dan lumpur dasar kolam.
- 3) Uji-terap model dan analisis keberlanjutannya melalui analisis neraca hara dan kelayakan secara ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. dan M. Noor. 2003. Lahan Rawa Pasang Surut Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Amron, M. 2008. Kebijakan nasional pengembangan dan pengelolaan rawa. Dalam Prosiding Seminar Nasional Rawa: Teknik Pengembangan Sumber Daya Rawa, Revitalisasi Pengelolaan dan Pengembangan Rawa. Dilaksanakan pada tanggal 4 Agustus 2008 di Banjarmasin. Universitas Lambung Mangkurat, hal: 1 – 6.
- Antonopoulos, V.Z. 2008. Modeling of water and nitrogen balance in the ponded water of rice fields. *Paddy Water Environ* 6:387–395.
- Buresh, R.J., M.F. Pampolino, and C. Witt. 2010. Field-specific potassium and phosphorus balances and fertilizer requirements for irrigated rice-based cropping systems. *Plant Soil* 335:35–64.
- Djaja, H.T. 1995. Penanggulangan lahan bermasalah dalam menyongsong abad 21, prospek, tantangan dan kendalanya di Kalimantan selatan. *Kalimantan Agrikultura*. 4:67-79
- Djamhari, S. 2009. Penerapan Teknologi pengelolaan air di rawa lebak sebagai usaha peningkatan indeks tanam di Kabupaten Muara Enim. *J. Hidrosfir Indonesia*, 4(1): 23-28.
- Granstedt, A. 2000. Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment—experience from Sweden and Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80:169–185.
- Hidayat, T., N.K. Panjaitan, A.H. Dharmawan, Wahyu, dan F. Sitorus. 2010. Kontestasi sains dengan pengetahuan lokal petani dalam pengelolaan lahan rawa pasang surut. *Sodality: Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi, dan Ekologi Manusia*, April 2010: 1-16.
- Kasno, Nurjaya, dan D.A. Suriadikarta. 2009. Neraca Hara N, P, dan K pada Pengelolaan Hara Terpadu Lahan Sawah Bermineral Liat Campuran dan 1:1. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan, Bogor, 24-25 Nopember 2009 Buku II: Teknologi Konservasi, Pemupukan, dan Biologi Tanah. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Kurnain, A. dan H. Ifansyah. 2007. Dinamika kation basa sistem surjan di lahan rawa pasang surut. Laporan Penelitian Fundamental. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Kurnain, A. dan H. Ifansyah. 2008. Dinamika keasaman tanah bedengan-timbun di lahan rawa pasang surut. Laporan Penelitian Fundamental. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Kurnain, A., B.J. Priatmadi, R. Chandrawidjaja, T. Hidayat, dan M. Agus. 2008. Konsep pengembangan rawa pasang surut untuk pertanian. Dalam Prosiding Seminar Nasional Rawa: Teknik Pengembangan Sumber Daya Rawa, Revitalisasi Pengelolaan dan Pengembangan Rawa. Dilaksanakan pada tanggal 4 Agustus 2008 di Banjarmasin. Universitas Lambung Mangkurat, hal: 51 – 66.

- Kurnain, A., M. Septiana, dan M. Mahbub. 2011. Potensi aliran bahan dan pada sistem pertanian organik terpadu di lahan rawa pasang surut. Laporan RG-IMHERE Batch II Unniversitas Lambung Mangkurat.
- Liao, Y., S. Zheng, Y. Lu, Z. Yang, J. Nie, and J. Xie. 2010. Long-term effect of fertilizer application on rice yield, potassium uptake in plants, and potassium balance in double rice cropping system. *Front. Agric. China* 4(4): 406–415.
- Nazemi, D., Y. Rina, I. Ar-Riza dan S. Saragih. 2008. Penerapan sistem surjan untuk mendukung diversifikasi dan peningkatan pendapatan di lahan pasang surut, Seminar Nasional: Inovasi untuk Petani dan Peningkatan Daya Saing Produk Pertanian
- Nhan, D.K. 2007. The role of a fish pond in optimizing nutrient flows in integrated agriculture-aquaculture farming systems. *PhD Thesis*, Wageningen University, The Netherlands.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Onwonga, R., dan B. Freyer. 2006. Impact of Traditional Farming Practices on Nutrient Balances in Smallholder Farming Systems of Nakuru District, Kenya. Conference on “Prosperity and Poverty in a Globalised World — Challenges for Agricultural Research”, Conference on “Prosperity and Poverty in a Globalised World — Challenges for Agricultural Research”
- Phongpan, S. And A.R. Mosier. 2003. Effect of rice straw management on nitrogen balance and residual effect of urea-N in an annual lowland rice cropping sequence. *Biol Fertil Soils* 37:102–107.
- Priatmadi, B.J. 2004. Segementasi Tanah Sulfat Masam, Dinamika Fe dan S dan Kaitannya dengan Produktivitas Tanaman Padi. Disertasi S3. Universitas Brawijaya, Malang
- Shamsuddin, J dan M. Sarwani. 2002. Pyrite in acid sulfate soils:transformation and inhibition of its oxidation by application of natural materials. 17thWCCS 14-21 August 2002, Thailand. p. 97: 1-5
- Subagyo H. 2006a. Klasifikasi dan penyebaran lahan rawa, *dalam* I. Las, D. A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Editor), Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Subagyo H. 2006b. Lahan rawa pasang surut, *dalam* I. Las, D. A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Editor), Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Subagyo H. 2006c. Lahan rawa lebak, *dalam* I. Las, D. A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Editor), Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Suriadikarta, D.A. dan D. Setyorini. 2006. Teknologi pengelolaan lahan sulfat masam, *dalam* I. Las, D. A. Suriadikarta, U. Kurnia, Mamat H.S., W. Hartatik, dan D. Setyorini (Editor), Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan

- Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Van Ittersum, M.K., Ewert, F., Heckelei, T., Wery, J., Alkan Olsson, J., Andersen, E., Bezlepkina, I., Brouwer, F., Donatelli, M., Flichman, G., Olsson, L., Rizzoli, A.E., van der Wal, T., Wien, J.E., Wolf, J., 2008. Integrated assessment of agricultural systems – a component-based framework for the European Union (SEAMLESS). *Agricultural Systems* 96, 150–165.
- Yoon, C.G., J.H. Ham, and J.H. Jeon. 2003. Mass balance analysis in Korean paddy rice culture. *Paddy Water Environ* 1: 99-106.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi peneliti dan pembagian tugas

<i>No.</i>	<i>Nama</i>	<i>NIDN</i>	<i>Alokasi Waktu</i> <i>(jam/minggu)</i>	<i>Uraian Tugas</i>
1	Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc	0007046312	15	1. Mengkoordinir seluruh kegiatan 2. Mengorganisasikan penelitian neraca hara
2	Dr. Ir. Anna M. Makalew, M.Sc	0001085513	10	1. Mengorganisasikan penelitian neraca air 2. Menjalankan fungsi administrasi dan keuangan penelitian
3	Ir. Akhmad Murjani, MS	0031106301	10	1. Mengorganisasikan penelitian budidaya ikan 2. Membantu ketua peneliti mengidentifikasi sumberdaya <i>in situ</i>

Lampiran 2. Artikel ilmiah untuk presentasi pada Seminar Internasional, ISWEM 2013 di Banjarmasin

Toward Sustainable Agriculture: Optimizing Internal Nutrient Flows of An Agro-Aquacultural System in the Tidal Wetland of South Kalimantan

Ahmad Kurnain¹, Anna Maria Makalew¹, and Akhmad Murjani²

¹Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University

²Department of Aquaculture, Faculty of Fishery, Lambung Mangkurat University
Correspondence author: akurnain@unlam.ac.id

Abstract

An integrated farming system in the tidal wetland of Barito Kuala District might be developed as an alternative technology that controls internal flows of nutrients. The technology so called biocycle farming could increase nutrient use efficiency through optimizing internal flows of matters and energy from and to various farming sub-systems. Preliminary results showed that there are potential of N contents of each component or sub-component in farming sub systems of the integrated farming system in the tidal wetland of Barito Kuala District. This potential might be managed as internal inputs of the integrated farming system.

Key words: integrated farming system, internal flows, tidal wetland

Introduction

Use of tidal wetlands as productive agricultural lands is faced on various constraints. The constraints are especially related to water and soil characteristics (Kurnain, *et al.*, 2008). In the case of water, the constraints are among others related to height of stagnant water on farmlands and poor tidal water movement especially for farmlands far from main sources of water. In the case of soil, the constraints are acidic soil reaction, existence of pyrite that might potentially acidify soils, and high nutrient mobility especially nitrogen due to water movement. Banjarese farmers and transmigrants in South Kalimantan, especially in Barito Kuala District usually constructed raised beds on their farmlands to overcome the constraint. Construction of raised beds is meant to give drainage condition such that favorable for crop roots development (Notohadiprawiro, 1986), as well as enable farmers doing multiple cropping systems such as rice-orange, rice-orange-fish, or fish-orange-poultry.

The tidal wetland in Barito Kuala District has generally been developed as mixed agricultural lands. However, there has not been considered yet potentials of internal flows of matters and energy including nutrients for supporting sustainable biomass production processes in agricultural land systems. An integrated farming system in the tidal wetland of Barito Kuala District might be developed as an alternative technology that controls internal flows of nutrients. The technology so called biocycle farming could increase nutrient use efficiency through optimizing

internal flows of matters and energy from and to various farming sub-systems. There is necessary to study potential of products and by products of each sub system of farmlands in order to design an integrated farming system so that internal flows of matters and energy could be optimized in the system. The present study was focused on gaining information of internal nitrogen flows on each farming sub system of an agro-aquaculture system in the tidal wetland of Barito Kuala District.

Materials and Methods

The study was carried out on the tidal wetland of type A in Barito Kuala District. Sub system of rice farming is located in Rantau Badauh Sub District; and sub systems of raised bed and fish pond are located on the Field Station of Wetland Studies of Lambung Mangkurat University in Tinggiran Luar Village, Barito Kuala District, South Kalimantan Province.

There are potentially internal flows of farm residues from one farming sub-system to another farming sub system, and so on. As a whole the farming system will be optimized in terms of use of farm residues as an internal inputs, and minimized in terms of external loss of residues. This concept is consistent with the principle of zero waste biomass production.

The study was operationally designed as described on Table 1. Contents of anorganic N (N-NH₄ and N-NO₃) of matters collected on components of input, output and internal flows of the defined system were determined using standard methods.

Table 1. Design of monitoring N flows on each sub system of the agro-aquacultural system in the tidal wetland of Barito Kuala District

<i>Sub System</i>	<i>Sub Componen monitored</i>	<i>Hypothetical use of sub component</i>
Fish pond	Pond water	Anorganic N of pond water, as an input of raise bed or rice farming sub systems
	Pond base muds assumed generating from fish feces and fish feed residues	Anorgnic N of muds used as an input of raised bed sub system
Rice	Rice straw	Anorganic N of rice straw used as an input of rice farming, raised bed or other sub systems
	Harvested yield	Anorganic N of harvested yield, as an external output
Raised bed	Top soils at depth of 0-20 cm	Anorganic N of soils, as an internal process of raised bed sub system
	Raised bed soils that their sides near to fish pond at three different depth according to fish water fluctuation	Anorganic N of soils, used to estimate N removals from or into fish pond

River water	River water collected on inlet gates	Anorganic N of water, as an input of fish pond sub system
	River water collected on outlet gates	Anorganic N of drainage water, as an output of the system
Rain water	Rain water collected in rain gauge	Anorganic N of rain water, as an input of raised bed, rice farming and fish pond su systems

Results and Discussion

Preliminary results of N contents of each component or sub-component in farming sub systems of the integrated farming system in the tidal wetland of Barito Kuala District are presented on Table 2. Each sub system of the integrated farming system might each other contribute inorganic N. Nitrogen flows of fish pond water, base pond muds, rain water, river water and crop residues might be managed as internal inputs of the agro-aquacultural system. Management of such internal flows has to meet principle of balances between input and output components such that internal residues might be used optimally and no external inputs get into the system.

Table 2. Inorganic N contents of monitored components on each sub system in the agro-aquacultural system in the tidal swamp land of Barito Kuala District

Sub system	Component/sub component	Monthly monitoring (mg N m ⁻²)			
		1	2	3	average
Fish pond	Pond water	790.4	854.6	921.7	855.6
	Pond base muds	860.6	1,163.4	1,360.9	1,128.3
Rice	Harvested yield			60,241	60,241
	Rice straw			212,627	212,627
Rice field	Top soils at depth of 0-20 cm	3,347.9	2,960.7	2,921.9	3,076.8
Raised bed	Top soils at depth of 0-20 cm	3,841.0	5,240.6	4,930.8	4,670.8
River water	Water at inlet gates	698.1	652.8	709.7	686.9
	Water at outlet gates	329.0	298.5	302.8	310.1
Rain water	Rain water collected in rain gauge	501.7	406.3	447.9	452.0

Notes: assumed depth in which soil is water saturated is 0.2 m and total porosity of 57.12% (average of three soils sampled)

Conclusion

The preliminary result implies that the integrated organic farming system in the tidal wetland of Barito Kuala District, in which orange crop is planted on raised beds, and rice crop is growing on shunken beds or fishes are cultured in

fishponds, implies there are internal N flows among other components or sub-components within the system.

References

- Kurnain, A., B.J. Priatmadi, R. Chandrawidjaja, T. Hidayat, dan M. Agus. 2008. Konsep pengembangan rawa pasang surut untuk pertanian. Dalam Prosiding Seminar Nasional Rawa: Teknik Pengembangan Sumber Daya Rawa, Revitalisasi Pengelolaan dan Pengembangan Rawa. Dilaksanakan pada tanggal 4 Agustus 2008 di Banjarmasin. Universitas Lambung Mangkurat, hal: 51 – 66.
- Notohadiprawiro, T. 1986. Tanah Estuarin: watak, sifat, kelakuan dan kesuburannya. Ghalia Indonesia, Jakarta.