



Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
<https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/>

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 4f5a1e5f-7f29-4a14-b178-8e7e774a060d
laporan akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 2 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Peta Jalan Ketahanan Pangan Beras Ibu Kota Negara

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Pangan	-		Ekonomi Pembangunan

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional			SBK Riset Dasar	3	2

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
HENY AGUSTIN - Anggota Pengusul	Universitas Trilogi	Agroteknologi	Membuat proposal, melakukan uji tanah, melakukan analisis kesesuaian lahan pangan beras, mengidentifikasi jenis-jenis beras yang umumnya	5995413	1

			digunakan masyarakat, membuat laporan kemajuan, membuat laporan akhir.		
ARMAN - Ketua Pengusul	Universitas Trilogi	Agribisnis	Membuat proposal, melakukan pemetaan digital spasial, melakukan proyeksi kebutuhan lahan untuk pemenuhan kebutuhan pangan beras, membuat laporan kemajuan, membuat laporan akhir, mempublikasikan hasil riset ke jurnal internasional dan pembuatan policy paper.	6145157	1
BOEDI TJAHHONO - Anggota Pengusul	Institut Pertanian Bogor	Ilmu Perencanaan Wilayah	Membuat proposal, melakukan analisis kesesuaian lahan pangan beras, melakukan pemetaan spasial pangan beras, membuat laporan kemajuan, membuat laporan akhir.	5988808	3
P. SETIA LENGGONO - Anggota Pengusul	Universitas Trilogi	Agribisnis	Membuat proposal, memfasilitasi kegiatan FGD dan in depth interview, melakukan analisis kebijakan, membuat desain kelembagaan, membuat laporan kemajuan, membuat laporan akhir	6085549	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
-------	------------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di	Submited	https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?

	Pengindeks Bereputasi		q=13100154703&tip=sid
2	Naskah akademik (policy brief, rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis)		https://www.rajagrafindo.co.id/

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
--------------	--------------	--	---

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 2 Tahun Rp. 0

Tahun 1 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

Tahun 2 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

Tahun 3 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Perpindahan ibu kota negara membawa tantangan khususnya ketersediaan pangan beras. Peningkatan jumlah penduduk akan menyebabkan kebutuhan pangan di IKN ikut meningkat. Penelitian ini bertujuan (1) mengidentifikasi lahan pertanian sawah untuk mendukung persediaan pangan beras, (2) melakukan prediksi permintaan dan pasokan beras IKN dan (3) memformulasikan kebijakan pangan beras IKN. Penelitian ini menggunakan metode (1) pemetaan spasial dengan melakukan overlay terhadap Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Peta Kawasan Hutan, dan Peta Penutupan/Penggunaan Lahan, (2) metode kualitatif (wawancara, forum diskusi, kunjungan lapang), (3) kelayakan usaha tani, (4) penarikan sampel tanah untuk menilai kesuburan tanah melalui uji laboratorium dan (5) menyusun model sistem dinamik (SD) untuk memproyeksi pasokan dan persediaan pangan beras. Luaran berupa artikel jurnal dengan target submitted sebanyak dua judul telah dimasukkan ke jurnal internasional terindex scopus dengan judul 'Mapping the potential rice field and the feasibility of rice farming business in Ibu Kota Negara (IKN)' dan 'Projections and policy on the availability of rice in Ibu Kota Negara (IKN)' dengan level

TKT tiga. Hasil dari proses overlay pada beberapa peta menemukan potensi luas lahan pangan beras (sawah) di wilayah IKN sebesar 29,199.63 ha, yang terdiri atas lahan sawah eksisting 1,725.16 ha dan lahan non sawah seluas 27,474.47 ha. Untuk menjaga keberlangsungan usaha tani dan persediaan pangan, pemerintah perlu untuk meningkatkan kelayakan usaha tani dan kesejahteraan petani. Peningkatan skala usaha tani membutuhkan upaya yang lebih besar karena hasil laboratorium menunjukkan tingkat kesuburan tanah sawah di IKN tergolong kurang subur. Sisi lain, IKN mengalami defisit sepanjang tahun 2027-2033 berdasarkan simulasi model sistem dinamik. Sepanjang proses defisit tersebut, IKN membutuhkan pasokan beras dari wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara serta wilayah lain. Pada masa defisit, pemerintah perlu peta jalan ketahanan pangan beras dengan menerapkan kebijakan melalui perbaikan kualitas lahan, penambahan unsur P dan K, pengembalian jerami dan pengapuruan untuk meningkatkan kesuburan lahan, perluasan areal tanam padi, diversifikasi pangan non beras, penyediaan bendungan air, pembangunan irigasi, serta perlindungan lahan pangan (LP2B). Hasil pangan diperkirakan kembali surplus setelah tahun 2033. Lebih jauh, pada masa surplus skala usaha tani padi diharapkan lebih mensejahterakan petani.

B. KATA KUNCI

beras;kebijakan;ketersediaan;peta jalan;proyeksi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan singkat mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

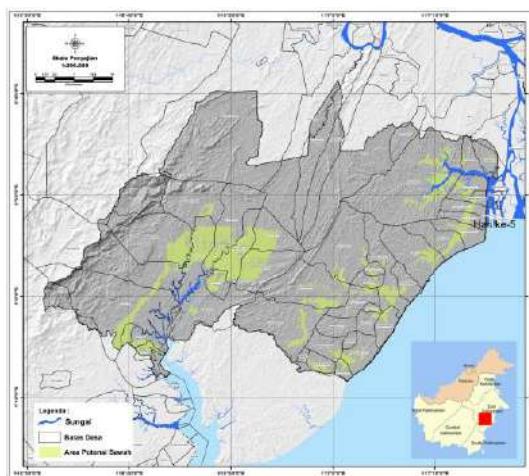
C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Identifikasi lahan potensial untuk pangan beras

Berdasarkan proses tumpang tindih (*overlay*) dari beberapa peta yang telah ditentukan didapatkan hasil bahwa luas lahan yang berpotensi untuk lahan pangan beras (sawah) di wilayah IKN adalah 29,199.63 ha, yang terdiri atas lahan sawah eksisting 1,725.16 ha dan lahan non sawah seluas 27,474.47 ha (Tabel 1). Lahan non sawah adalah lahan dengan kondisi aktualnya berupa kebun campuran atau semak-belukar yang dapat digunakan terutama untuk budidaya padi pada beberapa tahun ke depan. Secara spasial, persebaran lahan terpilih disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1 yang ditumpang-tindihkan (*overlay*) dengan bentuk lahan (*landforms*), kawasan hutan, dan penggunaan lahan.

Tabel 1. Luasan lahan berpotensi untuk padi dengan bentuk lahan, areal kawasan, dan penggunaannya

No	Lahan berpotensi untuk padi pada bentuk lahan, areal kawasan, dan penggunaan lahan	Luas (Ha)
1	Lahan Non Sawah	27,474.47
	Dataran fluvial, APL, pertanian lahan kering campur	11,935.55
	Dataran struktural lipatan berombak-bergelombang, APL, pertanian lahan kering campur	15,538.93
2	Lahan Sawah (Exisiting)	1,725.16
	Dataran fluvial, APL, sawah	660.85
	Dataran fluviomarin, APL, sawah	151.00
	Dataran struktural lipatan bergelombang hingga berbukit, APL, sawah	303.49
	Dataran struktural lipatan berombak-bergelombang, APL, sawah	420.84
	Perbukitan denudasional, APL, sawah	5.38
	Dataran fluvial, HPT, sawah	8.36
	Dataran struktural lipatan berombak-bergelombang, HPT, sawah	11.00
	Perbukitan denudasional, HPT, sawah	4.84
	Dataran fluvial, THR, sawah	124.04
	Dataran struktural lipatan bergelombang hingga berbukit, THR, sawah	34.98
	Perbukitan struktural lipatan, THR, sawah	0.39
Total Luas		29,199.63



Gambar 1. Persebaran spasial lahan berpotensi untuk tanaman padi di IKN

1. Lahan non-sawah

Lahan non sawah yang dimaksud adalah lahan yang pada saat dilakukan observasi lapangan menunjukkan lahan yang bukan digunakan sebagai lahan sawah, melainkan digunakan sebagai pertanian lahan kering dengan beraneka komoditas, seperti singkong, pisang, cabai, dan sebagainya, atau lahan yang mempunyai penutup semak-belukar (Gambar 2). Penutup lahan ini menjadi fokus perhatian, karena dianggap paling mudah untuk dibuka dan digunakan sebagai lahan pertanian. Kendatipun demikian, berdasarkan hasil observasi lapangan dan informasi penduduk, lahan-lahan semak belukar tersebut sebelumnya pernah juga digunakan sebagai lahan pertanian pada beberapa waktu yang lalu namun terhenti sehingga tidak dimanfaatkan kembali untuk memproduksi komoditas pertanian.



Gambar 2. (a) Lahan non sawah yang dimanfaatkan sebagai kebun campuran atau pertanian lahan kering campur; (b) Lahan non sawah (di latar belakang dan di samping kanan) berdampingan dengan lahan sawah (di bagian depan-tengah)

Lahan non-sawah dari sisi kemiringan lereng, sebagian kecil mempunyai kemiringan sangat kecil atau berelief datar, namun sebagian besar mempunyai lereng landai hingga agak miring ($< 30\%$). Lahan ini umumnya berdekatan dengan lahan sawah. Lahan ini banyak terdapat pada bentuk lahan dataran struktural berombak hingga bergelombang dan menempati sisi-sisi kanan atau kiri lembah sungai. Lembah sungai tersebut saat ini tidak ada aliran airnya karena telah lama terisi oleh sedimen tanah hasil proses erosi sebelumnya. Bahan induk tanah yang terbentuk hampir seluruhnya berasal dari pelapukan batu pasir (*sandstone*) yang berselingan dengan batu liat (*siltstone*) (Gambar 3). Solum tanah yang terbentuk pada bentuk lahan ini umumnya cukup tipis ($< 30\text{ cm}$).



Gambar 3. Litologi bentuk lahan dataran struktural lipatan berombak-bergelombang yang tersusun dari perselingan batu pasir (*sandstone*) dan batu liat (*siltstone*)

2. Lahan sawah eksisting

Lahan sawah eksisting memiliki kondisi yang beragam, ada sebagian yang sudah ditanami padi, namun ada pula yang tidak sedang ditanami padi atau dalam kondisi *bera* (Gambar 4a). Pada kasus tertentu, lahan sawah telah berubah menjadi semak belukar karena sudah lama tidak digarap. Berhentinya penggarapan ini dapat dikarenakan oleh beberapa alasan, antara lain adalah penghasilan yang didapat dari bertani padi relatif lebih kecil, sehingga beralih ke kegiatan lain. Bahkan ada sebagian lahan sawah yang telah berubah fungsinya, terutama yang berlokasi di tepi jalan besar. Sebagian besar dari lahan ini berubah menjadi lahan terbangun (Gambar 4b). Konversi lahan ini dilakukan dikarenakan pendapatan yang diperoleh dari kegiatan baru lebih besar daripada kegiatan pertanian.



(a)

(b)

Gambar 4. (a) Lahan sawah milik transmigran tahun 1980an yang sedang ditanam padi; (b) Lahan sawah yang mengalami proses alih fungsi dari sawah menjadi lahan terbangun

Lahan sawah eksisting secara geomorfologis semuanya berada pada bentuk lahan fluvial atau dataran fluvial. Pada skala lapangan, terutama yang berada di Kabupaten Penajam Paser Utara, hampir seluruh lahan sawah menempati bentuk lahan *infilled valley* atau “lembah terisi”. Bentuk lahan ini awalnya adalah lembah-lembah anak sungai, namun dengan berjalanannya waktu, lembah-lembah tersebut mengalami proses erosi sehingga lembah melebar dan selanjutnya terisi oleh sedimen aluvial baru. Sedimen dapat bersumber dari proses erosi lokal atau dari yang lebih jauh di dalam wilayah sungai. Alhasil lembah sungai mengalami pelebaran dan terisi sedimen aluvial baru. Tanah aluvial yang terbentuk umumnya gembur, mudah diolah dan biasanya lebih subur dibandingkan dengan lahan di sekitarnya. Selain itu, karena posisi reliefnya secara lokal adalah paling rendah, maka ketersediaan air pun lebih baik. Kondisi ini menjadikan *infilled valey* memenuhi syarat atau sangat baik digunakan untuk lahan persawahan. Beberapa kendala persawahan di *infilled valley* berdasarkan penuturan petani adalah ancaman banjir di musim hujan. Hal ini cukup wajar, dikarenakan *infilled valley* pada dasarnya adalah lembah sungai. Genangan banjir ini jika durasinya melebihi tiga hari, maka ancaman puso cukup besar. Oleh sebab itu pada beberapa lokasi sawah, petani membuat parit (*drainage*) yang berfungsi untuk membuang air banjir agar durasi genangan tidak terlalu lama.

Kendala lain yang dialami petani adalah kadar kemasaman tanah yang cukup tinggi. Hal ini juga cukup wajar karena tanah yang terbentuk di wilayah IKN sebagian besar berasal dari bahan induk batu pasir kwarsa, sehingga untuk bertani perlu dilakukan pengolahan tanah agar pH tanah menuju normal, antara lain melalui pengapuruan. Lahan sawah yang berlokasi tidak jauh dari sungai besar (yang bermuara ke laut) memiliki ancaman banjir karena adanya genangan pasang-surut atau banjir rob. Dengan demikian, durasi genangan dapat berkepanjangan dan menyebabkan gagal panen atau menurunnya produksi padi. Secara geografis, letak lahan persawahan di Kabupaten Penajam Paser Utara lebih banyak yang berdekatan dengan permukiman, mempunyai hamparan yang tidak luas, dan terbatas di dalam *infilled valey*. Persawahan ini sebagian besar milik para transmigran yang datang dari Jawa sekitar tahun 1980an. Semua persawahan yang berada di *infilled valley* adalah sawah tada hujan yang budidaya pertanian padi sawahnya hanya dapat dilakukan dua kali dalam setahun.

Analisis Lahan Sawah dan Non Sawah IKN

Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sifat kimia tanah yang diukur di laboratorium meliputi: tekstur tanah tiga fraksi (metode pipet), pH (H_2O 1:5), C-organik (Walkley and Black), N-total (Kjeldahl), P-potensial dan K-potensial (HCl 25%), P-tersedia (Bray-I), Kapasitas Tukar Kation/ KTK (NH_4OAc pH 7), basa-basa dapat ditukar (K_{dd} , Na_{dd} , C_{dd} , Mg_{dd}) (NH_4OAc pH 7). K dan Na dapat ditukar yang ditetapkan dengan flame photometer, serta Ca dan Mg dapat ditukar yang ditetapkan dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Analisis data dilakukan secara tabulasi dan dideskripsikan sifat kimia tanahnya. Data hasil analisis tanah diinterpretasikan berdasarkan Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk sebagai acuan¹. Adapun status kesuburan tanah ditentukan berdasarkan kriteria Pusat Penelitian Tanah Bogor² dan selain itu digunakan juga pendekatan kesuburan tanah secara klasik, yaitu pendekatan rasio kejenuhan kation basa (*base cation saturation ratio/BCSR*)³. Pendekatan ini digunakan untuk menafsirkan dinamika kesuburan tanah, dimana kation-kation basa yang dapat dipertukarkan dihitung kejenuhan Ca, Mg, dan K, serta rasio Ca/Mg, Ca/K, dan

Mg/K. Formulasi kejenuhan tersebut adalah sebagai berikut: Kejenuhan K = $K_{dd}/KTK\text{-efektif} \times 100\%$; Kejenuhan Ca = $C_{add}/KTK\text{-efektif} \times 100\%$; Kejenuhan Mg = $Mg_{dd}/KTK\text{-efektif} \times 100\%$. Dimana KTK-efektif merupakan jumlah dari kation basa (Na_{dd} , C_{add} , Mg_{dd} , K_{dd}).

Karakteristik tanah sawah dan non-sawah di IKN

Sifat kimia tanah sawah dan non sawah di IKN, Kalimantan Timur secara umum memiliki sifat kimia tanah yang bervariasi (Tabel 2 dan 3). Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa nilai rerata pH tanah sawah di IKN Kalimantan Timur adalah sebesar 4.6 (masam) dengan kisaran 3.9 – 6.6 (sangat masam sampai netral), sedangkan pH tanah non sawah mempunyai rata-rata 4.2 (sangat masam). Pada tanah sawah mineral, pH tanah masam atau alkalin sebetulnya tidak begitu berpengaruh terhadap sifat kimia tanah yang lain, karena adanya penggenangan pada tanah sawah mineral masam dapat mengakibatkan pH tanah akan meningkat dan pada tanah alkalin akan mengakibatkan nilai pH tanah menurun mendekati netral. Pada saat penggenangan, pH tanah akan menurun selama beberapa hari pertama, kemudian mencapai minimum dan beberapa minggu kemudian pH akan meningkat lagi secara asimetris untuk mencapai nilai pH yang stabil yaitu sekitar 6.7-7.2⁴.

Oleh karena itu penggenangan pada tanah sawah masam sama dengan tindakan pengapur yang bertujuan untuk meningkatkan kisaran pH optimum yang memungkinkan tersedianya hara secara optimum. Pada pH sekitar 5.5, daya meracun Al-*dd* hilang karena Al-*dd* pada pH tersebut terendapkan. Sementara itu nilai pH pada tanah non sawah untuk wilayah kajian termasuk dalam kategori sesuai marjinal untuk padi gogo, sehingga pH tanah ini tergolong sebagai salah satu faktor penghambat yang dapat membatasi produktivitas padi gogo. Oleh karena itu diperlukan tambahan masukan untuk memperbaiki pH tanah.

Ketersediaan P pada tanah masam yang tergenang akan meningkat, karena reduksi besi dan besi yang terlarut akan mengantikan kation lain dari tempat pertukaran seperti K^+ . Dengan demikian kelarutan Fe^{2+} yang tinggi pada tanah masam dapat meracuni tanaman padi. Kandungan Fe dengan pengekstrak DTPA di lahan sawah cukup tinggi, yaitu rata-rata 839 ppm. Tingginya kandungan Fe, dapat menyebabkan kecenderungan tanaman padi keracunan Fe. Kadar P-tersedia tanah sawah di lokasi penelitian masuk dalam kategori dominan sangat rendah. Salah satu faktor rendahnya kandungan P ialah karena rendahnya kandungan bahan organik di lokasi tersebut.

Faktor yang memengaruhi ketersediaan P dalam tanah yaitu (1) C-organik, (2) pH tanah, (3) kandungan Fe, Al, dan Ca, dan (4) sifat fisik tanah. Rendahnya hara P disertai dengan tingginya kandungan Fe dan rendahnya pH tanah merupakan kondisi tanah sawah di lokasi penelitian. Sementara itu faktor yang berkorelasi positif dengan kandungan P-tersedia dalam tanah adalah pH, karena P-tersedia dapat diserap oleh tanaman pada rentang pH 6.0–7.0. Dengan demikian semakin tinggi kadar Fe pada tanah, maka akan semakin tinggi pula serapan P yang dapat terjadi⁵.

Di sisi lain kadar P-tersedia pada tanah non sawah di wilayah kajian rata-rata tergolong ke dalam kategori rendah dan dapat menjadi faktor pembatas untuk tanaman padi gogo. Sementara itu ketersediaan P untuk tanaman padi gogo yang diperlukan adalah dalam kategori sedang sampai tinggi. Kadar klei (*clay*) tanah sawah di lokasi penelitian rata-rata tergolong dalam kategori sangat tinggi yaitu 57% dengan nilai kisaran 35-85%, sedangkan pada tanah non sawah kadar klei lebih rendah yaitu rata-rata 34%. Semakin tinggi kadar klei maka semakin besar pula daya fiksasi P. Kadar klei ini juga mempengaruhi hilangnya air dan efisiensi air pada tanah sawah.

Nilai rerata C-organik tanah sawah di lokasi penelitian termasuk dalam kategori tinggi, yaitu 3.91% dengan kisaran 0.99- 12.04% (sangat rendah-sangat tinggi). Perbedaan status C-organik dalam tanah dapat disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya jenis tanah dan sifat fisik tanah (tekstur, permeabilitas, aerasi, dan porositas tanah). Sementara itu status C-organik pada tanah non sawah di wilayah kajian rata-rata tergolong rendah. Oleh sebab itu agar kandungan bahan organik dapat meningkat atau kadar di dalam tanah tidak menurun (seiring waktu akibat proses dekomposisi) maka saat pengolahan tanah mutlak diperlukan penambahan bahan organik setiap tahun seperti memberikan pupuk kandang, pupuk hijau, atau pupuk organik yang lain. Hal ini akan dapat pula meningkatkan KTK karena C-organik berkaitan erat dengan KTK.

Kadar N total dalam tanah adalah berasal dari N organik yang terdapat dalam bahan organik tanah dan fiksasi N oleh mikroba, sementara itu hanya sebagian kecil (2-5%) berupa N-anorganik (NH_4^+ , NO_3^- dan sedikit NO_2^-). Pada tanah sawah yang tergenang, N merupakan hara yang tidak stabil hal ini dikarenakan adanya proses mineralisasi bahan organik (amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi) oleh mikrob tanah tertentu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah sawah dan non sawah di IKN Kalimantan Timur memiliki kadar N-total dalam kategori sedang hingga rendah berturut-turut dengan nilai rataan sebesar 0,24% dan 0,12%. Dalam hal ini terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan ketersediaan N dalam tanah rendah, antara lain adalah karena (1) sifat nitrogen yang sangat mudah bergerak, (2) pencucian hara N oleh air hujan, (3) terangkat saat panen, (4) terikat oleh mineral tanah, dan (5) dimanfaatkan oleh organisme tanah⁶. Meskipun kadar N-total pada tanah non sawah di wilayah kajian cukup rendah, namun kadar ini masih tergolong cukup sesuai untuk tanaman padi gogo.

Tabel 2. Sifat kimia tanah sawah dan non sawah di Ibu Kota Nusantara (IKN), Provinsi Kalimantan Timur

Kode Sampel	pH	N-total	P-tersedia	Ca-dd	Mg-dd	K-dd	Na-dd	KB	Fe	Mn	Pasir	Debu	Klei	Kelas Tekstur
		..(%)..	...(ppm)...cmol(+)/kg.....				..(%)..(ppm).....	(%).....			
Tanah Sawah														
T1 SW 270323	4.20 SM	0.36 S	2,32 SR	1,47 SR	0,83 R	0,18 R	0,21 R	11,29 SR	916	4,30	6,22	29,08	64,71	Klei
T2 SW 270723	4.44 SM	0.41 S	1.56 SR	2.15 R	0.79 R	0.16 R	0.08 SR	14.85 SR	926	7.78	7.05	35.80	57.15	Klei
02 SW 280723	4.44 SM	0.17 R	1.58 SR	1.35 SR	0.29 SR	0.07 SR	0.05 SR	21.94 R	531	25.26	15.12	49.97	34.91	Lempung klei berdebu
09 SW 280723	4.37 SM	0.39 S	1.29 SR	2.53 R	1.11 S	0.26 R	0.14 R	15.07 SR	756	21.90	3.31	35.29	61.40	Klei
15 SW 28	4.22 SM	0.27 S	2.57 SR	1.38 SR	1.47 S	0.27 R	0.11 R	14.95 SR	1.018	12.12	1.96	27.05	70.99	Klei
17 SW 280723	4.37 SM	0.28 S	2.66 SR	1.69 SR	1.65 S	0.23 R	0.15 R	20.02 R	1.028	38.61	0.94	19.98	79.08	Klei
18 SW 280723	3.95 SM	0.35 S	1.81 SR	1.42 SR	2.60 T	0.19 R	0.08 SR	20.47 R	1.089	11.33	0.78	14.14	85.09	Klei
24 SW 26723	4.84 M	0.13 R	1.25 SR	1.58 SR	2.13 T	0.16 R	0.19 R	30.90 R	768	91.79	3.08	35.97	60.95	Klei
30 SW 260723	4.95 M	0.20 R	1.45 SR	2.20 R	4.45 T	0.44 S	0.38 S	48.13 S	943	74.86	2.32	41.34	56.34	Klei berdebu
40 SW 270723	4.88 M	0.15 R	10.25 S	1.21 SR	1.56 S	0.10 R	0.08 SR	22.68 R	709	188.40	2.68	50.76	46.56	Klei berdebu
41 SW 270723	4.95 M	0.14 R	1.28 SR	2.07 R	1.38 S	0.13 R	0.21 R	36.75 S	891	86.26	2.06	44.49	53.45	Klei berdebu
42 SW 280723	3.97 SM	0.21 S	1.61 SR	0.21 SR	0.11 SR	0.21 R	0.07 SR	2.88 SR	439	1.77	4.95	42.68	52.37	Klei berdebu
43 SW 280723	4.38 SM	0.34 S	1.09 SR	1.42 SR	1.42 S	0.18 R	0.12 R	12.86 SR	1.004	3.42	1.26	40.66	58.08	Klei berdebu
44 SW 280723	4.39 SM	0.17 R	2.57 SR	1.53 SR	1.04 R	0.15 R	0.57 S	10.61 SR	1.058	1.08	3.39	47.87	48.74	Klei berdebu
45 SW 280723	4.49 SM	0.20 R	1.49 SR	2.04 R	1.89 S	0.17 R	0.13 R	21.42 R	1.031	9.86	1.99	42.24	55.77	Klei berdebu
46 SW 280723	6.60 N	0.22 S	1.85 SR	12.17 T	1.92 S	0.16 R	1.21 ST	100.00 ST	699	30.56	18.62	35.37	46.01	Klei
SW TGR 1 310723	4.78 M	0.14 R	1.08 SR	7.12 S	3.48 T	0.18 R	0.19 R	54.14 T	637	303.87	7.13	42.33	50.54	Klei berdebu
SW TGR 2 310723	5.12 M	0.13 R	1.10 SR	8.54 S	4.53 T	0.21 R	0.25 R	64.54 T	659	349.01	8.03	43.42	48.55	Klei berdebu
Tanah non Sawah														
03 NS 280723	3.99 SM	0.10 R	3.50 SR	0.18 SR	0.06 SR	0.04 SR	0.02 SR	4.49 SR	203	2.06	62.49	22.48	15.04	Lempung Berpasir
09 NS 280723	4.08 SM	0.10 R	4.55 R	0.50 SR	0.25 SR	0.06 SR	0.04 SR	10.72 SR	459	3.30	53.51	23.29	23.21	Lempung Klei Berpasir
15 NS 28	4.26 SM	0.10 R	6.65 R	0.51 SR	0.21 SR	0.09 SR	0.03 SR	10.09 SR	342	4.88	59.13	8.09	32.78	Lempung Klei Berpasir
18 NS 280723	3.90 SM	0.15 R	3.38 SR	1.59 SR	0.43 R	0.18 R	0.02 SR	11.60 SR	552	9.41	12.84	38.85	48.31	Klei
24 NS 260723	4.11 SM	0.11 R	2.28 SR	0.67 SR	0.31 SR	0.18 R	0.03 SR	9.64 SR	268	11.43	41.27	26.25	32.49	Lempung Berklei
30 NS 260723	4.58 M	0.08 SR	1.40 SR	0.39 SR	0.15 SR	0.08 SR	0.05 SR	5.96 SR	301	7.14	42.67	21.95	35.38	Lempung Berklei

Kode Sampel	pH	N-total	P-tersedia	Ca-dd	Mg-dd	K-dd	Na-dd	KB	Fe	Mn	Pasir	Debu	Klei	Kelas Tekstur
		..(%)..	...(ppm)...cmol(+)/kg.....				..(%)..(ppm).....					
40 NS 27	4.34 SM	0.15 R	5.12R	0.62 SR	0.32 SR	0.12 R	0.03 SR	7.56 SR	288	40.01	19.44	44.42	36.14	Lempung klei berdebu
41 NSW 270723	4.22 SM	0.14 R	20.56 ST	0.60 SR	0.28 SR	0.11 R	0.02 SR	6.62 SR	286	20.13	24.40	31.78	43.82	Lempung Berklei
T3 NS 270323	4.25 SM	0.18 R	1.42 SR	0.24 SR	0.22 SR	0.10 R	0.06 SR	5.38 SR	1.017	3.68	36.33	21.56	42.11	Klei

Sumber: Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Keterangan: SR= sangat rendah; R= rendah; S= sedang; T= tinggi; ST= sangat tinggi; M = Masam; SM = sangat masam; N = netral

Kadar P-potensial dan K-potensial tanah pada dasarnya dipengaruhi oleh bahan induk dan juga berkaitan erat dengan tingkat pengelolaan tanah. Kadar P-potensial dan K-potensial pada tanah sawah di wilayah kajian rata-rata termasuk dalam kriteria sedang dan sangat rendah, sedangkan pada tanah non sawah termasuk dalam kriteria rendah dan sangat rendah. KTK tanah sawah di lokasi penelitian tergolong sedang dengan nilai rerata 19.20 cmol(+)/kg dari kisaran 8.02-31.00 cmol(+)/kg. Hal ini bermakna bahwa kemampuan tanah sawah di lokasi penelitian masih tinggi dalam mempertukarkan kation atau basa-basa seperti K, Na, Ca dan Mg. Tingginya nilai KTK ini disebabkan oleh kandungan C-organik yang tinggi.

KTK berkorelasi positif dengan ketersediaan bahan organik dalam tanah⁷. Hal ini dikarenakan jumlah bahan organik yang tinggi dapat mengakibatkan jumlah koloid tanah meningkat, sehingga KTK tanah menjadi tinggi. Sementara itu KTK pada tanah non sawah di wilayah kajian menunjukkan status rendah, namun masih cukup sesuai untuk tanaman padi gogo. Di sisi lain Kadar Ca_{dd} dan K_{dd} tanah sawah di wilayah kajian rata-rata termasuk rendah, sedangkan Mg_{dd} tanah termasuk sedang. Sementara itu kadar Ca_{dd} dan Mg_{dd} tanah non sawah rata-rata termasuk sangat rendah, sedangkan K_{dd} tanah termasuk kategori rendah. Adapun nilai Kejenuhan Basa (KB) tanah-tanah sawah di lokasi penelitian masuk ke dalam kisaran sangat rendah sampai sangat tinggi (2.88-100%) dengan nilai rerata 29.08% (rendah). Sementara itu pada tanah non sawah mempunyai nilai KB rata-rata yang tergolong sangat rendah. Dalam hal ini perlu difahami bahwa perbedaan karakteristik tanah setiap lokasi banyak ditentukan oleh dua faktor, yaitu faktor bawaan seperti jenis tanah dan faktor dinamik antara lain pengolahan tanah, irigasi, pemupukan, dan pengembalian sisa pascapanen⁸.

Status kesuburan tanah sawah dan non-sawah di IKN

Berdasarkan hasil analisis tanah dan penilaian status kesuburan tanah yang mengacu pada Pusat Penelitian Tanah^[2], maka status kesuburan tanah sawah maupun non sawah di wilayah IKN, Kalimantan Timur adalah rendah yakni dengan kisaran nilai dari setiap parameter disajikan pada Tabel 3.

Sementara itu berbasis rasio kejenuhan kation basa/*Base Cation Saturation Ratio* (BCSR) atau “soil balancing” nilai rata-rata rasio Ca/Mg, Ca/K, dan Mg/K di tanah sawah dan non sawah berturut-turut adalah 1.84; 327.67; dan 9.63 serta 2.34; 666.05; dan 2.38. BCSR adalah salah satu filosofi pengelolaan tanah yang berusaha untuk mempertahankan persentase kejenuhan kation basa yang umumnya ditargetkan dalam tanah sebesar 60-75% Ca, 10-20% Mg, 3-5% K, dan 15% kation lainnya. Persentase kejenuhan kation basa ini ditransformasikan ke rasio Ca/Mg 6.5; Ca/K 13; dan Mg/K 2³.

Dalam hal ini kation dalam tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah. terutama tekstur tanah, kemasaman tanah, dan kadar C-organik tanah. Jadi terdapat hubungan yang kuat antara pH tanah dan kejenuhan basa pada tanah masam dan netral, tetapi tidak pada tanah alkalin⁹.

Tabel 3. Status kesuburan tanah di wilayah IKN

Kode Sampel	KTK	KB	C-organik	P ₂ O ₅ -HCl 25%	K ₂ O-HCl 25%	Status Kesuburan Tanah
	cmol(+)/kg	..(%)..	..(%)..	mg/100g	mg/100g	
Tanah Sawah						
T1 SW 270323	23.87 S	11.29 SR	5.90 ST	30.8 S	13.4 R	R
T2 SW 270723	21.45 S	14.85 SR	6.65 ST	60.4 ST	7.4 SR	R
02 SW 280723	8.02 R	21.94 R	1.08 R	11.7 SR	4.9 SR	R
09 SW 280723	26.82 T	15.07 SR	5.43 ST	20.2 S	12.1 R	R
15 SW 28	21.61 S	14.95 SR	4.96 T	28.5 S	9.5 SR	R
17 SW 280723	18.58 S	20.02 R	4.32 T	21.5 S	13.2 R	R
18 SW 280723	20.98 S	20.47 R	5.55 ST	30.3 S	7.7 SR	R
24 SW 26723	13.13 R	30.90 R	0.99 SR	35.2 S	6.8 SR	R
30 SW 260723	15.53 R	48.13 S	1.96 R	60.6 ST	16.4 R	R
40 SW 270723	13.00 R	22.68 R	1.30 R	29.2 S	8.1 SR	R
41 SW 270723	10.33 R	36.75 S	1.50 R	46.1 T	10.1 R	R
42 SW 280723	20.54 S	2.88 SR	3.13 T	13.8 SR	10.0 SR	R
43 SW 280723	24.36 T	12.86 SR	6.84 ST	37.4 S	7.0 SR	R
44 SW 280723	31.00 T	10.61 SR	12.04 ST	27.5 S	4.5 SR	R
45 SW 280723	19.73 S	21.42 R	3.31 T	25.7 S	7.1 SR	R
46 SW 280723	15.39 R	100.00 ST	2.58 S	23.2 S	7.7 SR	R

Kode Sampel	KTK	KB	C-organik	P ₂ O ₅ -HCl 25%	K ₂ O-HCl 25%	Status Kesuburan Tanah
	cmol(+)/kg	..(%)..	..(%)..	mg/100g	mg/100g	
SW TGR 1 310723	20.26 S	54.14 T	1.41 R	45.4 T	8.1 SR	R
SW TGR 2 310723	20.96 S	64.54 T	1.34 R	71.9 ST	6.4 SR	R
Tanah Non Sawah						
03 NS 280723	6.81 R	4.49 SR	1.01 R	9.4 SR	8.5 SR	R
09 NS 280723	7.97 R	10.72 SR	1.24 R	27.0 S	4.9 SR	R
15 NS 28	8.37 R	10.09 SR	1.27 R	10.2 SR	6.7 SR	R
18 NS 280723	19.21 S	11.60 SR	3.10 T	39.3 S	11.1 R	R
24 NS 260723	12.30 R	9.64 SR	1.34 R	15.7 R	5.5 SR	R
30 NS 260723	11.13 R	5.96 SR	1.21 R	6.4 SR	4.9 SR	R
40 NS 27	14.33 R	7.56 SR	1.50 R	13.1 SR	6.1 SR	R
41 NSW 270723	15.18 R	6.62 SR	2.02 S	14.0 SR	6.2 SR	R
T3 NS 270323	11.64 R	5.38 SR	2.37 S	19.5 R	5.5 SR	R

Sumber: Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Keterangan: SR= sangat rendah; R= rendah; S= sedang; T= tinggi; ST= sangat tinggi

Berdasarkan Tabel 4 nilai rerata kejemuhan Ca, Mg, K pada tanah sawah di wilayah kajian berturut-turut adalah sekitar 51.59; 37.16; dan 6.18% sedangkan untuk lahan non sawah berturut-turut adalah sekitar 57.85; 26.09; dan 11.59%. Hal ini menunjukkan bahwa nisbah Ca/K dan Mg/K pada semua lokasi penelitian lebih besar dibandingkan dengan nisbah Ca/K dan Mg/K ideal (Tabel 4), sehingga dalam pengelolaan tanah pupuk K dalam hal ini sangat perlu diberikan. Adapun nisbah Ca/Mg baik tanah sawah maupun non sawah di lokasi penelitian secara dominan bernilai lebih kecil dibandingkan dengan nisbah Ca/Mg ideal (Tabel 4), sehingga pemberian pupuk Mg dalam hal ini bersifat optional. Namun demikian, untuk tanah non sawah pupuk Ca dan Mg sebaiknya diberikan.

Tabel 4. Nilai kejemuhan hara dan rasio Ca, Mg, dan K

Kode Sampel	Kejemuhan Ca	Kejemuhan Mg	Kejemuhan K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Tanah Sawah						
T1 SW 270323	54.65	30.86	6.69	1.77	303.59	4.61
T2 SW 270723	67.61	24.84	5.03	2.72	422.56	4.94
02 SW 280723	76.70	16.48	3.98	4.66	1095.78	4.14
09 SW 280723	62.62	27.48	6.44	2.28	240.86	4.27
15 SW 28	42.72	45.51	8.36	0.94	158.24	5.44
17 SW 280723	45.43	44.35	6.18	1.02	197.52	7.17
18 SW 280723	33.10	60.61	4.43	0.55	174.21	13.68
24 SW 26723	38.92	52.46	3.94	0.74	243.23	13.31
30 SW 260723	29.45	59.57	5.89	0.49	66.93	10.11
40 SW 270723	41.02	52.88	3.39	0.78	410.17	15.60
41 SW 270723	54.62	36.41	3.43	1.50	420.13	10.62
42 SW 280723	35.00	18.33	35.00	1.91	166.67	0.52
43 SW 280723	45.22	45.22	5.73	1.00	251.24	7.89
44 SW 280723	46.50	31.61	4.56	1.47	310.03	6.93
45 SW 280723	48.23	44.68	4.02	1.08	283.69	11.12
46 SW 280723	78.72	12.42	1.03	6.34	492.00	12.00
SW TGR 1 310723	64.90	31.72	1.64	2.05	360.58	19.33
SW TGR 2 310723	63.12	33.48	1.55	1.89	300.57	21.57
Tanah Non Sawah						
03 NS 280723	60.00	20.00	13.33	3.00	1500.00	1.50
09 NS 280723	58.82	29.41	7.06	2.00	980.39	4.17
15 NS 28	60.71	25.00	10.71	2.43	674.60	2.33
18 NS 280723	71.62	19.37	8.11	3.70	397.90	2.39

Kode Sampel	Kejenuhan Ca	Kejenuhan Mg	Kejenuhan K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Tanah Sawah						
24 NS 260723	56.30	26.05	15.13	2.16	312.79	1.72
30 NS 260723	58.21	22.39	11.94	2.60	727.61	1.88
40 NS 27	56.88	29.36	11.01	1.94	474.01	2.67
41 NSW 270723	59.41	27.72	10.89	2.14	540.05	2.55
T3 NS 270323	38.71	35.48	16.13	1.09	387.10	2.20

Sumber: Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Keterangan: SR= sangat rendah; R= rendah; S= sedang; T= tinggi; ST= sangat tinggi

Arahan/Rekomendasi Pengelolaan Tanah Sawah dan Non Sawah di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil penilaian status hara tanah sawah dan non sawah di IKN, Kalimantan Timur didapatkan bahwa yang menjadi faktor pembatas terhadap kesuburan tanah di wilayah ini ialah pH tanah yang masam, kandungan Fe dan Mn tinggi, kadar N-total sedang dan rendah, P-tersedia, Ca_{dd}, dan K_{dd} sangat rendah sampai rendah, Mg_{dd} pada tanah non sawah rendah serta beberapa tanah non sawah di lokasi penelitian mengandung C-organik rendah yaitu sebesar <2%. Untuk memperbaiki faktor-faktor pembatas ini, salah satunya yaitu dengan pemupukan. Pemupukan ini diaplikasikan dengan cara menambahkan bahan organik ke dalam tanah. Pemberian bahan organik akan dapat meningkatkan ketersediaan hara P, sebab bahan organik dapat berperan dalam (1) membentuk organofosfat kompleks yang mudah diserap oleh tanaman, (2) pergantian H₂PO₄⁻ terhadap jerapan tanah, dan (3) mengkelat oksida Fe dan Al oleh humus agar tidak terjadi jerapan berlebihan terhadap P¹⁰. Apabila tidak segera dilakukan peningkatan kadar C-organik tanah melalui penambahan bahan organik, maka dalam jangka waktu beberapa tahun ke depan produktivitas padi di lokasi kajian akan semakin menurun, dan input pupuk yang dibutuhkan akan semakin meningkat.

Faktor pembatas berupa pH H₂O, KTK tanah, dan KB juga merupakan faktor pembatas pada tanah non sawah jika pada lahan ini akan ditanami padi gogo. Oleh karena itu, kondisi ini perlu diperbaiki dengan diberikan input. Salah satu input yang dilakukan untuk perbaikan sifat tanah adalah pemberian kapur atau pemberian pupuk organik atau dapat pula pemberian pupuk sintetik anorganik secara bijak sesuai dengan dosis, jumlah dan waktu pemakaian sehingga kondisinya dapat teratasi. Pemberian kapur atau ameliorant lain selain dapat menurunkan kejenuhan Al atau meningkatkan pH juga sekaligus meningkatkan Ca.

Berdasarkan kalibrasi uji P dan K untuk padi sawah, Balai Penelitian Tanah telah menyusun rekomendasi pemupukan unsur hara makro utama P dan K untuk padi sawah dengan varietas unggul. Takaran pupuk P dan K didasarkan pada status hara P dan K yang terekstrak dengan HCl 25%, yaitu rendah, sedang, dan tinggi¹¹. Pada pemupukan P dan K, peran jerami dalam hal ini sangat penting, karena pengembalian jerami ke petak sawah akan dapat mengurangi kebutuhan pupuk P dan K.

Pengembalian jerami ke tanah sawah merupakan langkah yang tepat, karena pemberian jerami ke tanah sawah tersebut dapat meningkatkan kadar C-organik tanah dan hara lainnya. Prinsip dasar dari pemupukan P adalah kandungan P dalam tanah, sehingga apabila kandungan P tergolong tinggi (> 40 mg P₂O₅/100g), pemupukan P bisa memakai dosis yang lebih rendah karena dimaksudkan hanya untuk mengganti P yang diambil oleh tanaman padi. Namun bila kandungan P tergolong rendah hingga sedang (<40 mg P₂O₅/100 g), maka harus diberikan pupuk P dalam jumlah yang lebih tinggi, karena pemupukan P ini selain untuk menggantikan P yang diambil oleh tanaman juga untuk meningkatkan kadar P dalam tanah. Semua kadar P dalam tanah di lokasi penelitian tergolong rendah sampai sedang (<40 mg P₂O₅/100 g), sehingga disarankan untuk melakukan pemupukan hara P.

Pemupukan K dianjurkan untuk ditambahkan disertai dengan pengembalian jerami sisa panen ke dalam tanah, hal ini karena secara dominan kadar K dalam tanah di lokasi penelitian tergolong rendah. Dengan demikian pada tanah sawah yang mendapatkan pengembalian jerami, maka dosis pemupukan K akan lebih rendah dibandingkan dengan yang tanpa pengembalian jerami. Adapun untuk tanah non sawah di wilayah kajian perlu untuk diberikan pupuk K dan bahan organik.

Rasio Ca/Mg pada tanah sawah di wilayah kajian rata-rata bernilai 1.84, hal ini menunjukkan bahwa ada kecenderungan hara Ca dan Mg tidak seimbang, yaitu kandungan Ca tergolong rendah dan kandungan Mg tinggi. Sementara itu pada tanah non sawah mempunyai rasio Ca/Mg rata-rata 2.34 dimana kandungan Ca dan Mg sangat rendah. Untuk pemenuhan kebutuhan pertumbuhan tanaman padi yang optimal, maka lebih dari 20% KTK harus dijenuhi oleh Ca, atau rasio Ca/Mg sekitar 3/1 hingga 4/1¹¹.

Isu Strategis Lahan Sawah

Penduduk lokal IKN di Kecamatan Sepaku, Samboja dan Muara Jawa pada tahun 2023 berjumlah 147,529 jiwa^{12,13}, dengan pertambahan penduduk sekitar 1 persen maka jumlah ini akan meningkat menjadi sekitar 150 ribu-an pada tahun 2024, bersamaan dengan dimulainya perpindahan ASN ke pusat pemerintahan IKN. Perpindahan ASN diperkirakan sebanyak 16,990 orang¹⁴, serta ditambah dengan para pekerja yang saat ini sedang merampungkan pembangunan fisik IKN berjumlah sekitar 9.700 orang¹⁵ maka diperkirakan jumlah penduduk di IKN akan mencapai 200 ribuan orang pada 2024. Jumlah ini akan terus meningkat seiring berjalannya waktu, dengan konsekuensi peningkatan kebutuhan atau permintaan akan pangan khususnya beras di wilayah IKN.

Produksi beras mengalami kenaikan dari 24,505.74 ton pada tahun 2021 menjadi 26,268.52 ton pada tahun 2022 di Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU). Sementara itu, di Kabupaten Kutai Kartanegara produksi beras juga mengalami peningkatan dari 60,750.49 ton pada tahun 2021 menjadi 61,090.11 ton pada tahun 2022¹⁶. Sampai dengan tahun 2024, dengan datangnya ASN ke wilayah IKN maka kebutuhan akan beras di wilayah ini diperkirakan berjumlah 19.5 ribu ton per-tahun dengan menggunakan perhitungan konsumsi beras per kapita per-tahun menurut BPS Kalimantan Timur¹⁷. Namun apabila menggunakan perhitungan Kementerian Pertanian, jumlah kebutuhan beras tersebut mencapai 16.2 ribu ton pertahun¹⁸.

Informasi sampai saat ini berdasarkan hasil survei di lapangan, diperkirakan bahwa produksi beras di wilayah IKN (Kecamatan Sepaku, Samboja dan Muara Jawa) berjumlah 40 ribu ton per tahun. Dengan demikian sampai dengan 2024, produksi beras di wilayah IKN masih mengalami surplus dibandingkan dengan kebutuhan untuk memenuhi pangan penduduk wilayah ini. Temuan ini melanjutkan kecenderungan surplus beras di kedua kabupaten tersebut yang sama dengan hasil temuan peneliti lain pada tahun 2018¹⁹. Sepanjang 2009 hingga 2015 terjadi surplus beras di Kabupaten PPU maupun Kutai Kartanegara, meskipun di Provinsi Kalimantan Timur umumnya terjadi hal yang sebaliknya²⁰. Dengan demikian penyanga kebutuhan beras beberapa tahun ke depan di wilayah IKN masih dapat terjaga. Kabupaten PPU dan Kutai Kartanegara selanjutnya didelineasi sebagai potensi lahan pangan beras untuk menyuplai kebutuhan IKN serta menjadi dasar untuk menjaga dan mempertahankan fungsi areal tersebut sebagai kawasan pangan.

Namun ada beberapa isu yang dapat memengaruhi produksi dan persediaan pangan beras dari kabupaten tersebut. Isu tersebut meliputi perubahan alih komoditas padi menjadi perkebunan kelapa sawit dan alih fungsi menjadi bangunan. Hasil FGD dengan stakeholder pemerintah daerah Kabupaten PPU menyebutkan alih fungsi komoditas sawah menjadi sawit sekitar 100 ha, dari 600 ha lahan di Rawa Mulia Kecamatan Babulu. Penyebab alih fungsi komoditas diantaranya (1) prospek pendapatan perkebunan sawit lebih baik disertai dengan risiko usaha tani kecil, (2) usaha tani sawah memiliki risiko gagal panen karena banjir dan air pasang, (3) produktivitas dan produksi yang rendah sehingga memengaruhi pendapatan usaha tani yang rendah, (4) penambahan beban biaya usaha tani untuk mengurangi tingkat kemasaman tanah, (5) risiko kekeringan lahan usaha tani karena perubahan iklim dan kondisi alam, (6) seringkali terjadi penambahan biaya usaha tani pupuk menjadi besar karena ketersediaan pupuk subsidi terbatas dan serangan hama wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*) serta, (7) kualitas benih. Meningkatnya laju peralihan fungsi lahan di kawasan IKN sangat berpengaruh terhadap panenan padi dan penyediaan beras di kawasan ini^{19,20,21}. Hasil dengan para penyuluh dan petani pada saat survei lapangan juga memperkuat kecenderungan alih fungsi atau komoditas dari padi menjadi kelapa sawit karena lebih menguntungkan dan minim risiko.

Selain faktor alih fungsi lahan, ketersediaan air untuk persawahan juga berperan penting dalam produksi padi Kalimantan Timur, termasuk IKN. Umumnya padi sawah di wilayah ini sangat bergantung pada pasokan air hujan selain sungai-sungai yang mengalir di wilayah ini. Curah hujan di Kecamatan Samboja dan Muara Jawa berkisar antara 104 – 190 mm per bulan dengan hujan turun rata-rata antara 130-150 hari dalam setahun²². Sementara itu untuk Kecamatan Sepaku di Kabupaten PPU, curah hujan yang tercatat pada tahun 2019 sangatlah bervariatif yaitu minimal 1 mm per bulan pada September dan maksimal 268 mm per bulan pada bulan Maret²². Berkurangnya curah hujan pada musim tanam akan sangat mengurangi hasil panen. Demikian pula apabila curah hujan amat berlimpah maka akan merendam lahan pertanian yang mengakibatkan gagal panen. Temuan yang hampir sama tentang peran air dan hujan dalam pertanian tanaman pangan juga didapatkan pada penelitian lainnya^{23,24}.

Pemerintah perlu mencegah alih komoditas lahan sawah untuk memenuhi kebutuhan pangan lokal sekaligus IKN. Inisiatif kebijakan mengatasi risiko diantaranya adalah pemerintah menyediakan infrastruktur bendungan untuk menjamin kebutuhan air, penyediaan pupuk subsidi, peningkatan sumber daya petani melalui pendampingan teknik budidaya sawah, pencegahan hama dan penyakit, penggunaan pupuk berimbang dan bantuan pendidikan dan kesehatan keluarga petani sawah. Instrumen kebijakan ini sebagai bagian untuk meningkatkan kelayakan usaha tani, mengurangi pembiayaan dan risiko usaha tani serta menjaga keberlangsungan usaha tani sawah.

Kelayakan Usaha Tani Sawah dan Penyangga Pangan Beras IKN

Pertanian sawah di Kecamatan Sepaku dan Kecamatan Samboja umumnya mengandalkan sistem tada hujan dan aliran sungai. Sebagian areal persawahan yang dekat dengan aliran sungai dapat ditanami padi sebanyak 2 kali musim tanam selama setahun. Sementara areal sawah tada hujan hanya bisa diolah dan ditanami padi sebanyak 1 kali musim tanam selama 1 tahun. Usaha tani padi sawah dan padi gogo relatif fluktuatif karena dipengaruhi harga dan risiko, namun secara umum pertanian sawah jauh lebih baik dari sisi usaha tani karena lebih profitabel dan memiliki masa tanam 2 kali setiap 1 tahun. Gambaran hasil usaha tani padi sawah dan padi gogo ditinjau dari sisi kelayakan usaha tersaji pada Tabel 5.

Pertanian padi sawah di Kecamatan Sepaku berdampak terhadap pembangunan IKN. Mulanya harga beras tingkat petani sekitar Rp 8,000 – Rp 9,000 per Kg. Pembangunan IKN berdampak pada meningkatnya permintaan beras oleh pekerja pembangunan, kunjungan pemerintah pusat dan daerah serta wisata lokal sehingga memengaruhi harga beras petani. Saat ini, harga beras pada tingkat petani stabil pada kisaran Rp 12,000 per Kg. Interaksi IKN dengan daerah sekitar mulai terbuka salah satunya ditandai dengan aliran mobilitas orang dan aliran beras dari daerah penyangga. Ini yang memengaruhi harga beras stabil pada tingkat Rp 12,000 per kg. Sementara harga beras di Kecamatan Babulu (daerah penyangga) belum sebaik dengan harga beras di Kecamatan Sepaku, yaitu sekitar Rp 10,000 per Kg.

Tabel 5. Gambaran usaha tani padi sawah dan padi gogo wilayah IKN

Keterangan	Padi sawah	Padi gogo
NPV	Rp 4,686,879 – Rp 10,549,435	Rp (- 344,956) – Rp 1,054,565
B/C	2.72 – 4.89	0.7-1.6
IRR	24% - 37%	9-12.6%
Tanam	2 kali tanam setahun	1 kali tanam setahun
Harga beras	Rp 9,000 – Rp 12,000	Rp 13,000 – Rp 15,000
Luas areal	0.5 Ha	1 Ha
Produksi beras	1.7 ton – 1.99 ton	1 ton – 1.1 ton
Wilayah survei	Kecamatan Sepaku	Kecamatan Samboja

Pertanian padi sawah yang diolah dengan perlakuan baik seperti sistem tanam jajar legowo, penggunaan input usaha tani yang seimbang, pencegahan hama dan penyakit serta penggunaan tenaga kerja yang optimal dapat menghasilkan produksi dan produktivitas yang optimal pula. Petani yang menggunakan sistem jajar legowo mampu menghasilkan produksi gabah kering panen sekitar 3 ton – 3.5 ton per 0.5 Ha. Perkiraan rendemen sekitar 57 persen sehingga konversi menjadi beras sekitar 1.71 ton – 1.99 ton per 0.5 Ha.

Usaha tani pertanian intensif secara ekonomi layak diusahakan di Kecamatan Sepaku dengan pertimbangan nilai NPV pada kisaran Rp 4,686,879 – Rp 10,549,435 dan B/C rasio pada kisaran 2.72 – 2.89. Selanjutnya nilai IRR pada rentan 24 persen – 37 persen selama 2 kali musim tanam setiap setahun. Perkiraan harga padi sawah pada rentan harga Rp 9,000 – Rp 12,000 di Sepaku. Capaian ini dengan asumsi proses budidaya berjalan lancar tanpa hama, kondisi keasaman dapat kendali, banjir tidak berlangsung lama dan kondisi iklim mendukung. Namun capaian seperti ini tidak sepenuhnya mampu dicapai oleh petani lain (baik di Sepaku dan Babulu) yang memiliki keterbatasan modal, pengetahuan, pengalaman, akses pasar dan minim pendampingan. Petani yang memiliki keterbatasan seringkali menghasilkan pendapatan usaha tani yang rendah sehingga usaha budidaya sawah kurang layak. Hasil FGD dengan berbagai stakeholders adalah telah terjadi alih fungsi komoditas dari usaha tani sawah berubah menjadi usaha tani perkebunan sawit sekitar 100 ha di Kecamatan Babulu. Hal ini terjadi karena petani menganggap usaha tani perkebunan sawit lebih memberikan harapan pendapatan dan kesejahteraan.

Bila alih fungsi komoditas usaha tani tidak dapat dikendalikan oleh pemerintah, maka produksi pangan beras dapat turun. Ini memengaruhi luasan potensial sawah semakin menurun sehingga dalam jangka panjang berdampak pada penyediaan pangan beras IKN. Usaha tani sawah harus memberikan harapan secara ekonomis bagi petani, dari sisi pendapatan. Usaha tani yang layak memberikan harapan bagi petani untuk tetap mempertahankan usaha tani padi sawah, sekaligus meningkatkan peran daerah sebagai penyangga pangan IKN.

Berbeda jauh dengan usaha tani padi sawah, usaha tani padi ladang jauh lebih kecil keuntungannya, bahkan risiko memperoleh hasil tidak layak secara ekonomis. Produksi gabah kering panen padi gogo sekitar 1 ton – 1.1 ton per Ha. Perkiraan rendemen sekitar 50 persen - 55 persen sehingga konversi menjadi beras sekitar 1 ton – 1.1 ton. Usaha tani padi ladang secara ekonomi layak (bisa tidak layak) diusahakan di Kecamatan Samboja dengan pertimbangan nilai NPV pada kisaran Rp (-344,956 – Rp 1,054,565) dan B/C rasio pada kisaran 0.7 – 1.6. Selanjutnya nilai IRR pada rentan 9 persen – 12.6 persen selama 1 kali musim tanam setiap setahun. Perkiraan harga beras padi gogo nilai yaitu Rp 13,000 – Rp 15,000 di Samboja.

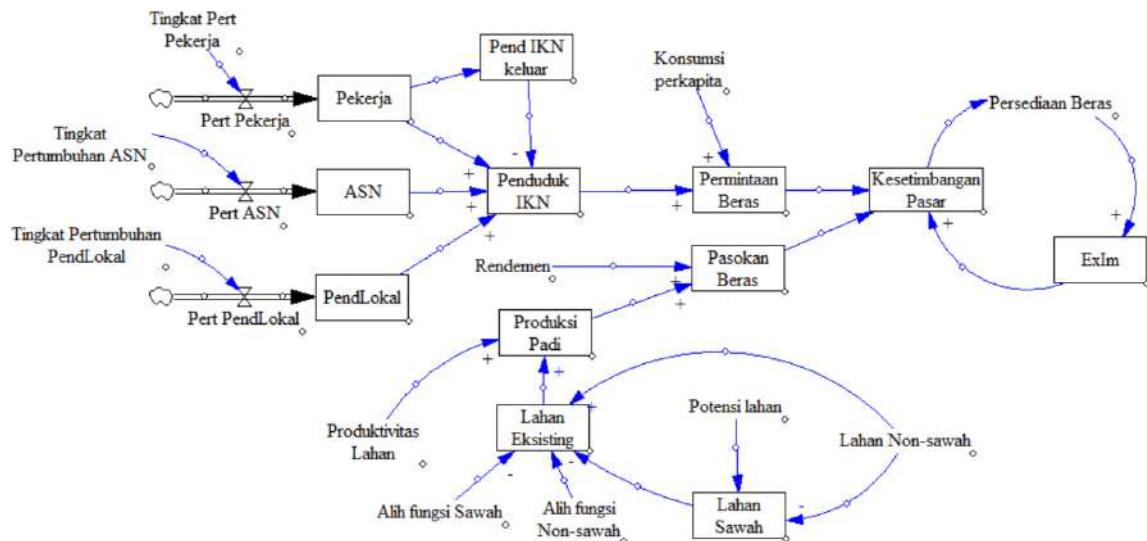
Sekitar 80% areal lahan kering yang dimanfaatkan untuk produksi padi gogo tergolong tidak subur²⁵. Tingkat kesuburan tanah yang rendah ini antara lain disebabkan oleh reaksi fisiko-kimia yang berlangsung dalam kondisi aerobik dan oksidatif yang menyebabkan kemasaman tanah dan ketidaktersediaan unsur hara bagi tanaman²⁶. Unsur hara yang sering tidak tersedia pada lahan kering adalah fosfor (P), besi (Fe), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan seng (Zn)^{26,27}. Hal ini yang menyebabkan usaha tani padi gogo tidak layak jika pengolahan lahan tidak diolah dengan baik.

Petani yang bisa mengolah lahan dengan baik adalah petani yang memiliki keterampilan dan pengetahuan tentang budidaya padi gogo. Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan menyebabkan usaha tani padi gogo/ladang berisiko tidak layak secara ekonomis. Petani belum mampu mengatasi dengan baik tingkat kemasaman tanah. Teknik pengolahan kapur untuk menetralkan kemasaman tanah belum mampu dimanfaatkan dengan baik oleh petani. Selanjutnya kadar dosis pupuk secara benar untuk padi gogo tidak dilakukan oleh petani karena kendala biaya. Penggunaan tenaga kerja untuk merawat budidaya padi gogo sangat terbatas sehingga pemeliharaan tidak optimal, produksi padi gogo juga menjadi tidak optimal dan skala usaha tani menjadi tidak layak.

Rancangan dan proyeksi pangan beras IKN dengan model sistem dinamik

Model pasokan dan permintaan pangan (beras) di IKN ini disusun dalam bentuk kesisteman yang dinamis. dan oleh karenanya diestimasi melalui pendekatan *System Dynamics*. Metode pendekatan ini pertama kali diperkenalkan oleh Forrester dari MIT pada tahun 1960-an²⁸. Model kesisteman ini tersusun atas tiga bagian pokok sub-sistemnya. Masing-masing adalah sub-sistem permintaan akan beras, sub-sistem pasokan beras dan dilengkapi pula dengan sub-sistem persediaan beras. Pada sub-sistem permintaan, beras yang diminta di wilayah IKN terkait erat dengan jumlah penduduk yang tinggal di wilayah tersebut dan konsumsi beras per kapita. Penduduk yang digunakan dalam model ini, terbagi menjadi kelompok penduduk lokal, Aparatur Sipil Negara (ASN) pendatang, termasuk di dalamnya polisi dan TNI (Tentara Nasional Indonesia) serta para pekerja yang datang untuk melaksanakan pembangunan fisik di IKN.

Sementara pada sub-sistem pasokan, beras yang dihasilkan dipengaruhi oleh luas dan produktivitas lahan serta rendemen dari gabah kering produksi padi. Sub-sistem ketersediaan beras berkaitan erat dengan keseimbangan permintaan dan pasokan, penyediaan beras oleh pemerintah dan swasta serta impor dan ekspor beras. Impor dan ekspor beras ini mencakup perpindahan komoditas beras, baik antar wilayah di Provinsi Kalimantan Timur maupun antar provinsi. Kalimantan Timur umumnya mendatangkan beras dari Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Sulawesi Selatan. Dalam hal ini masing-masing sub-sistem terdiri atas berbagai variabel yang saling terkait di dalam kesisteman. Keterkaitan antar varibel dalam model keseluruhannya ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Model permintaan dan pasokan beras IKN

Informasi dan data pada Gambar 5 diperoleh dari hasil kunjungan lapangan di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara pada bulan Juli 2023. Data dan informasi yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai asumsi yang mendasari simulasi model sistem dinamik. Informasi dari survei lapangan di wilayah IKN tersebut dilengkapi pula dengan data sekunder dari berbagai publikasi BPS baik publikasi nasional maupun daerah. Publikasi daerah didapatkan dari Kantor BPS Provinsi Kalimantan Timur²⁹, BPS Kabupaten Penajam Paser Utara¹², BPS Kabupaten Kutai Kartanegara¹³, BPS Kecamatan Sepaku³⁰, serta BPS Kecamatan

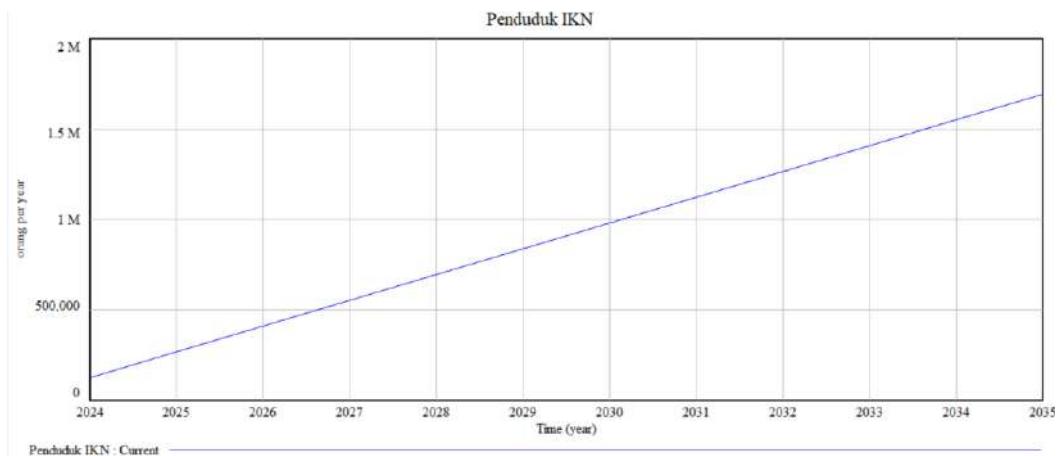
Samboja³¹. Sumber data sekunder lainnya juga diperoleh dari wawancara dan FGD bersama Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda). Data primer dan sekunder tersebut selanjutnya digunakan sebagai asumsi dasar yang sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Asumsi dasar model sistem dinamik pangan beras IKN

Asumsi Dasar Parameter		
Keterangan	Jumlah	Unit
Aparatur Sipil Negara	16,990	Orang
Pertumbuhan ASN	10	persen
Penduduk lokal	175,000	orang
Pertumbuhan penduduk lokal	1.2	persen
Pekerja masuk	7,000	orang
Penduduk IKN keluar	2	persen
Konsumsi beras perkapita	110	Kilogram/tahun
Potensi lahan	29,199.63	hektar
Lahan sawah	1,725.16	hektar
Lahan non-sawah	27,373.37	hektar
Alih fungsi lahan	10	persen
Produktivitas lahan	3 – 3.5	ton/hektar
Persediaan beras	500	ton
Rendemen gabah kering	60	persen

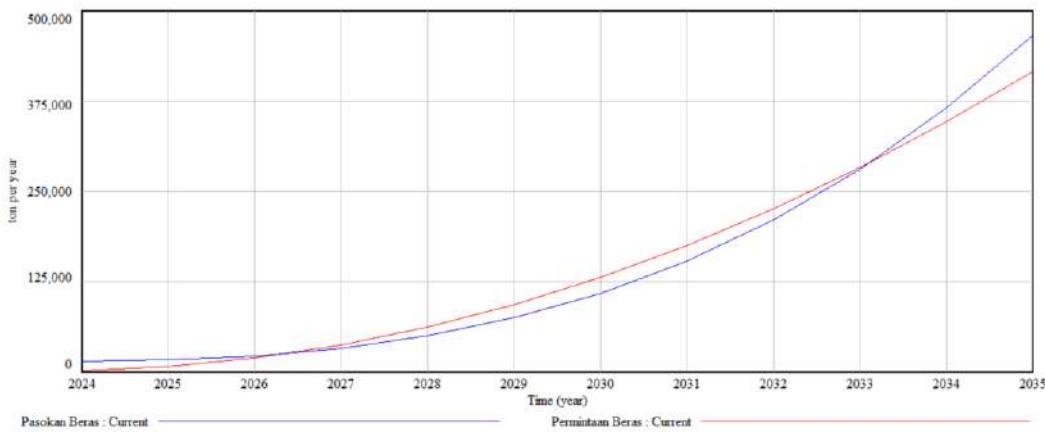
Sumber : Data lapangan dan publikasi BPS Nasional dan Daerah

Hasil simulasi model sistem dinamik pada kajian ini memprediksi penduduk di wilayah IKN pada tahun 2035 akan berjumlah sekitar 1,695 juta jiwa (Gambar 6). Jumlah ini sedikit lebih besar daripada yang diperkirakan oleh Otoritas IKN. Otoritas IKN memperkirakan jumlah penduduk sebesar itu di wilayah IKN baru akan dicapai pada akhir tahun 2045, sedangkan pada tahun 2035 jumlah penduduk baru mencapai 1.0 hingga 1.2 juta jiwa. Sementara itu dari kajian penelitian lain³⁵ diperkirakan jumlah penduduk di wilayah IKN pada tahun 2024 akan berjumlah sekitar 1.5 juta jiwa.



Gambar 6. Jumlah penduduk IKN 2024 -2035

Meningkatnya jumlah penduduk yang mendiami wilayah IKN tentu saja juga akan meningkatkan permintaan akan pangan, termasuk beras sebagai makanan pokoknya. Peningkatan permintaan akan beras dari tahun 2024 hingga tahun 2035 tidak berlaku secara linear. Hasil simulasi menunjukkan suatu pertambahan yang non-linear. Demikian pula pasokan beras pada periode waktu yang sama. Gambar 7 menunjukkan pola yang menarik atas kecenderungan peningkatan baik permintaan maupun pasokan beras di IKN.



Gambar 7. Pasokan dan permintaan beras di IKN 2024 – 2035

Wilayah IKN adalah wilayah yang berada pada Kecamatan Sepaku di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kecamatan Samboja serta Kecamatan Muara Jawa di Kabupaten Kutai Kartanegara. Kedua kabupaten ini sebenarnya merupakan produsen utama padi di Provinsi Kalimantan Timur. Oleh karenanya jika produksi yang dihasilkan hanya dikonsumsi oleh penduduk di wilayah kedua kabupaten tersebut, maka impor yang didatangkan dari luar Provinsi Kalimantan Timur tidak diperlukan. Selama ini provinsi ini mengimpor beras dari Jawa dan Sulawesi untuk memenuhi kebutuhan konsumsi beras seluruh penduduknya di Kalimantan Timur.

Gambar 7 memperlihatkan sedikit konsistensi dengan data pertanian tanaman pokok pangan di Kalimantan Timur, khususnya di wilayah IKN. Pada dua tahun pertama, wilayah IKN masih mengalami surplus beras karena produksi melebihi permintaan. Dalam hal ini pada tahun 2025 pasokan beras diperkirakan berjumlah 16,755 ton sementara permintaan beras sebesar 15,625 ton. Jumlah ini meningkat dari tahun sebelumnya dimana mulai terjadi kedatangan penduduk baru di wilayah IKN.

Namun pada tahun-tahun berikutnya terjadi situasi defisit beras karena permintaan beras lebih besar daripada pasokannya. Peningkatan permintaan ini terutama disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk yang diperkirakan akan mendiami wilayah IKN. Mereka adalah para Aparatur Sipil Negara (ASN) termasuk TNI dan Polisi beserta keluarganya. Ditambah lagi dengan para pekerja yang sedang terus membangun konstruksi fisik di IKN. Penduduk lokal yang sejak semula tinggal di wilayah ini juga termasuk sebagai penduduk wilayah IKN. Karena jumlah penduduk ini meningkat dari tahun ke tahun, maka permintaan beras juga akan meningkat. Peningkatan penduduk ini (mulai pada tahun ketiga) tampaknya sudah tidak sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi pertanian beras di wilayah IKN. Meskipun situasi ini masih tertolong oleh pasokan beras dari wilayah Kecamatan Babulu di Kabupaten Penajam Paser Utara dan kecamatan lain di Kabupaten Kutai Kartanegara.

Defisit pasokan dan permintaan beras di IKN sepanjang tahun 2026 hingga 2033 terjadi karena produktivitas padi relatif tetap, sementara itu lahan yang tersedia berkurang dan ditambah dengan penurunan kualitasnya, sehingga hal ini akan menurunkan produksi padi. Penurunan kondisi ini menyebabkan panenan padi dan juga pasokan beras tidak lagi mampu mendukung meningkatnya permintaan beras oleh pertambahan penduduk.

Situasi defisit beras ini tentu saja akan menjadi fokus bagi para pemangku kepentingan di wilayah IKN maupun Kabupaten Penajam Paser Utara, Kabupaten Kutai Kartanegara, serta Provinsi Kalimantan Timur. Sektor pertanian akan mendapat perhatian untuk dibangun dan dikembangkan melalui ekstensifikasi maupun intensifikasi pertanian padi. Salah satu upaya yang harus dilakukan adalah perbaikan prasarana pertanian di IKN. Dengan diselesaikannya pembangunan Bendungan Semoi di Sepaku, maka masih dibutuhkan tengat waktu untuk dapat digunakan dalam meningkatkan produksi panenan padi. Selang waktu tersebut terjadi karena pembangunan bendungan juga memerlukan dukungan dari pembangunan sarana infrastruktur pengairan lainnya untuk mengalirkan air ke lahan-lahan sawah. Setelah diselesaikannya pembangunan pengairan untuk pertanian dan perbaikan kualitas lahan, maka produksi pertanian pangan (padi) dapat ditingkatkan pada tahun-tahun terakhir sesuai simulasi model ini (Gambar 7). Pada situasi ini diprediksi pasokan beras akan dapat melebihi permintaannya. Selain juga perlindungan lahan melalui penerapan kebijakan Undang-Undang (UU) Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan³² yang turut berperan dalam menjaga persediaan pangan beras di IKN.

Simulasi model ini memperlihatkan bahwa pada tahun 2033 peningkatan produksi padi, gabah kering, dan beras diperkirakan akan sudah dapat mengatasi masalah defisit perberasan. Selain itu kebijakan publik yang mendorong perubahan pola konsumsi beras dan menggantikannya dengan sumber protein lain akan dapat menekan konsumsi beras per kapita dari semula 110 kg/kapita per tahun menjadi lebih rendah lagi. Sampai dengan akhir periode simulasi dalam model, pasokan beras akan mengalami surplus karena produksi lebih besar daripada

permintaannya. Dalam simulasi model (Gambar 7) jumlah pasokan beras pada tahun 2035 diproyeksikan mencapai 465 ribuan ton, sementara itu permintaannya mencapai 424 ribuan ton.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Luaran penelitian berupa jurnal ditulis sebagai bentuk hasil identifikasi potensi lahan pangan beras di IKN. Luaran dalam bentuk publikasi dengan judul artikel ‘Mapping the potential rice field and the feasibility of rice farming business in Ibu Kota Negara (IKN)’ telah tersubmit sesuai dengan target luaran di Jurnal South of Russia: ecology, development yang merupakan jurnal internasional terindex Scopus dengan e-ISSN: 2413-0958 (dokumen manuskrip dan bukti submit terlampir di ‘luaran’ akun Bima) dengan status *awaiting assignment* sejak 1 Oktober 2023.

Adapun hasil rancangan dan proyeksi produksi pangan beras IKN dengan model sistem dinamik telah tersubmit dengan judul artikel ‘Projections and policy on the availability of rice in Ibu Kota Negara (IKN)’ pada jurnal Sustainability in Debate sejak 9 Desember 2023 yang merupakan jurnal internasional terindex Scopus dengan e-ISSN: 2179-9067 (dokumen manuskrip dan bukti submit terlampir di ‘luaran’ akun Bima). Jurnal ini merupakan jurnal yang disubmit tetapi tidak dijanjikan sebagai luaran tambahan oleh penulis.

Tim peneliti juga menyelenggarakan seminar hasil penelitian tahun pertama secara publik khususnya kepada stakeholder terkait (pemangku kepentingan di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kutai Kartanegara) yang dilakukan via *zoom meeting* dan dihadiri setidaknya 107 peserta. Adapun pembicara adalah tim peneliti, perwakilan dari PT. Sang Hyang Seri (SHS) yang merupakan BUMN yang bergerak di sektor pertanian dengan kegiatan bisnis meliputi produksi pertanian, pemasaran komoditi pertanian, distributor pupuk bersubsidi, jasa di bidang pertanian, optimalisasi pemanfaatan sumber daya perseroan, serta penugasan pemerintah. Adapun sebagai penanggap adalah Sekretaris Dinas Ketahanan Pangan Kab. Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur (Gambar 8). Pelaksanaan kegiatan seminar penelitian yang berlangsung pada Kamis, 28 Desember 2023 dapat diakses pada link <https://www.youtube.com/watch?v=0QbecqeZHWE>.



Gambar 8. Kegiatan seminar hasil penelitian “Peta Jalan Ketahanan Pangan Beras IKN”

Kegiatan ini berjalan dengan lancar dan tim memperoleh banyak masukan terutama mengenai hasil penelitian yang nantinya dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah setempat sebagai bentuk mitigasi dari meningkatnya jumlah penduduk IKN yang berimplikasi pada kebutuhan pangan beras. Kegiatan ini juga merupakan wujud kolaborasi antara akademisi, pemerintah, swasta dan masyarakat luas untuk berkerja bersama dalam mempersiapkan pasokan pangan beras bagi penduduk IKN secara khusus maupun Kalimantan Timur secara umum.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Beberapa kendala yang dihadapi selama observasi lapangan dan pengambilan data antara lain adalah aksesibilitas yang belum merata di wilayah kajian dan belum semua akses dapat ditembus oleh kendaraan roda empat, sehingga rencana pengambilan sampel pada area tertentu yang sulit diakses dialihkan ke lokasi lain. Terbatasnya dana memengaruhi jumlah hari kerja di lapangan, jumlah sampel tanah untuk analisis di laboratorium serta jenis analisis esensial untuk mengetahui kesuburan tanah. Selain itu, proses analisis tanah juga merupakan kendala karena membutuhkan waktu yang cukup lama (± 2 bulan) sejak pengiriman sampel dikarenakan antrian yang cukup panjang di laboratorium.

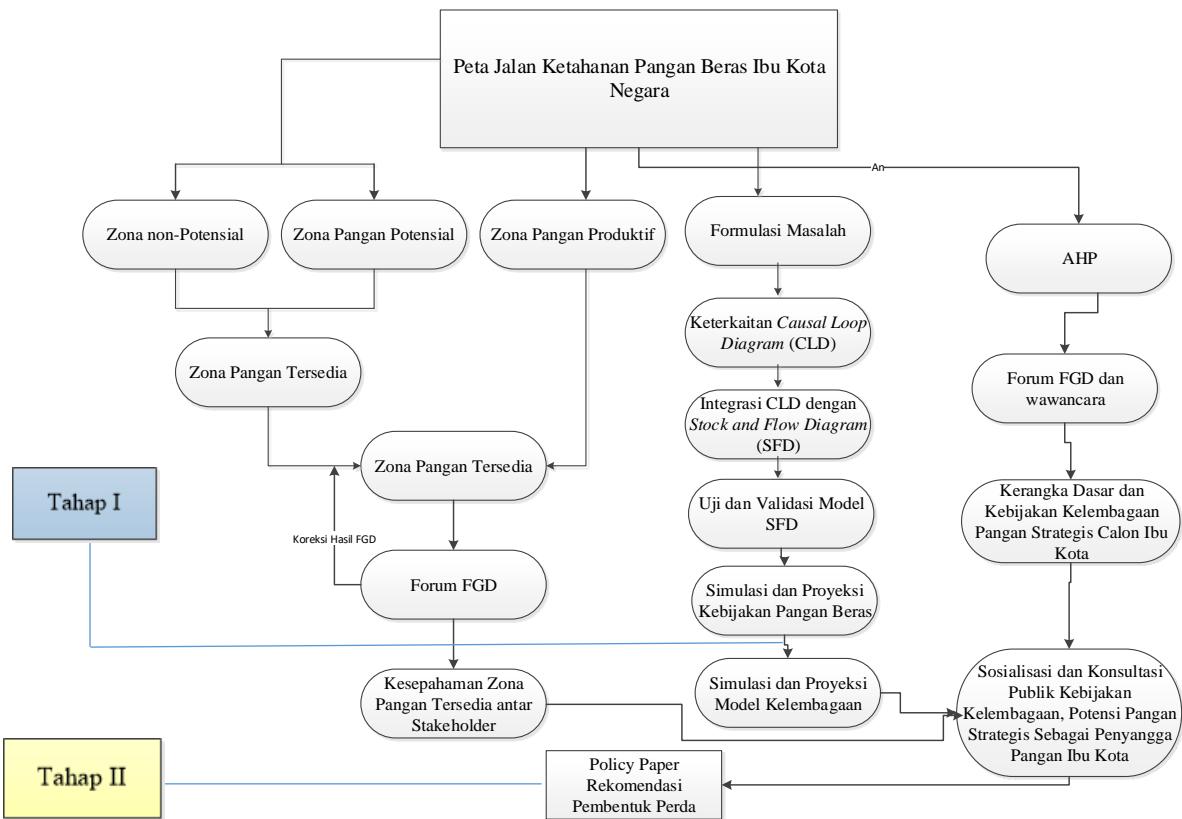
Pelaksanaan FGD yang dilakukan di Dinas Ketahanan Pangan Kabupaten Kutai Kartanegara (Kukar) hanya dihadiri oleh beberapa *stakeholder* pemerintah daerah saja, harapannya dihadiri oleh perwakilan Bappeda Litbang, Dinas Pertanian, Pekerjaan Umum, dll., sehingga informasi yang diperoleh peneliti menjadi lebih komprehensif terkait dengan kebijakan pangan beras di Kabupaten Kutai Kartanegara.

Meskipun target luaran dalam proposal adalah ‘submitted’, namun tim peneliti tetap berusaha agar seluruh publikasi yang telah dimasukkan dalam jurnal internasional terindex scopus dapat terbit sesegera mungkin agar hasil penelitian dapat dibaca dan bermanfaat lebih luas kepada seluruh pihak yang membutuhkan.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana tahap selanjutnya sesuai dengan proposal yang telah diajukan, penelitian ini akan berjalan hingga tahun kedua. Tahun pertama dimaksudkan untuk menjawab tujuan penelitian pada poin satu dan dua yakni mengidentifikasi potensi lahan pangan beras IKN dan merancang serta memproyeksi produksi pangan beras IKN. Kedua poin tersebut telah terlaksana pada tahun pertama. Sementara tujuan ketiga yakni memformulasi kelembagaan dan regulasi yang tepat untuk mendukung kemandirian pangan beras IKN berkelanjutan akan dilakukan pada tahun kedua dengan harapan menghasilkan proyeksi model kelembagaan pangan beras dan *policy paper*.

Sebagaimana yang tertera pada diagram alir penelitian tahap kedua (Gambar 9), rencana penelitian akan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan metode penelitian yang menguraikan masalah dengan beragam faktor dan kriteria yang kompleks ke dalam bentuk hierarki. AHP digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas kebijakan pangan beras dengan memperhatikan dan mempertimbangkan prioritas relatif serta memilih alternatif terbaik terkait kebijakan pangan beras. Metode ini akan dilakukan melalui teknik wawancara dan FGD.



Gambar 9. Diagram alir penelitian pangan beras IKN

Penelitian tersebut akan dimulai dengan kunjungan lapang dan FGD di IKN, dilanjutkan dengan konsultasi publik di DKI Jakarta dengan mengundang *stakeholder* terkait, memproyeksi kelembagaan pangan beras, membuat kerangka dasar terkait kebijakan kelembagaan pangan beras hingga pembuatan *policy paper* sebagai bahan penyusunan peraturan daerah.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Eviati S, Sulaeman M. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 2009. 246 halaman.
2. Balai Penelitian Tanah. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Pusat Penelitian dan Tanah Agroklimat. Bogor. 1995. 215 halaman
3. Culman SW, Brock C, Doohan D, Jackson-Smith D, Herms C, Chaganti VN, Kleinhenz M, Sprunger CD, Spargo J. Base cation saturation ratios vs. sufficiency level of nutrients: A false dichotomy in practice. *Agronomy Journal*. 2021. 113(6), 5623–5634. <https://doi.org/DOI: 10.1002/agj2.20787>
4. Havlin JL, Beaton J, Tisdale S, Nelson W. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 2005. Prentice Hall, New Jersey.
5. Tan KH. Principles of soil chemistry. 2010. CRC press.
6. Ginting RGR, Razali R, Nasution Z. Pemetaan status unsur hara C-organik dan nitrogen di perkebun nanas (*Ananas comosus* L. Merr) rakyat Desa Panribuan Kecamatan Dolok Silau Kabupaten. Agroekoteknologi. 2023. 1(4): 1308-1318.
7. Rahmah S, Yusran Y, Umar H. Sifat kimia tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Jurnal Warta Rimba*. 2014. 2(1): 88-95.
8. Sakti P, Purwanto P, Minardi S, Sutopo S. The availability status of macronutrients (N, P, and K) of paddy soil with technical and rainfed irrigation in Karanganyar industrial area, Central Java. *International Journal of Bonorowo Wetlands*. 2011. 1(1): 8–19.
9. Tomašić M, Zgorelec Ž, Jurišić A, Kisic I. Cation exchange capacity of dominant soil types in the Republic of Croatia. *Journal of Central European Agriculture*. 2013. 14(3): 84–98.

10. Pinatih I, Kusmiyarti TB, Susila KD. Evaluasi status kesuburan tanah pada lahan pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika. 2015. 4(4): 282–292.
11. Setyorini D, Widowati LR, Rochayati S. Teknologi pengelolaan hara lahan sawah intensifikasi. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanah Dan Agroklimat. 2004.
12. Badan Pusat Statistik (BPS) Kutai Kartanegara. Kabupaten Penajam Paser Utara Dalam Angka 2023 [internet]. 2023 [disitasi 1 Agustus 2023]. Tersedia pada <https://ppukab.bps.go.id/publication.html>
13. Badan Pusat Statistik (BPS) Kutai Kartanegara. Kabupaten Kutai Kartanegara Dalam Angka 2023 [internet]. 2023 [disitasi 1 Agustus 2023]. Tersedia pada <https://kukarkab.bps.go.id/publication.html>.
14. Siaran Pers Otorita Ibu Kota Nusantara. ASN Menanti Kehidupan yang Lebih Baik di IKN [internet]. 2022 [disitasi 1 Agustus 2023]. Tersedia pada <https://www.ikn.go.id/storage/press-release/2023/20230325.siaran-pers-asn-menanti-kehidupan-yang-lebih-baik-di-ikn.pdf>.
15. Republika. Jumlah Pekerja IKN Capai 9713 orang [internet]. 2023 [disitasi 1 Agustus 2023]. Tersedia pada <https://news.republika.co.id/berita/rz9yk2383/jumlah-pekerja-ikn-capai-9713-orang>.
16. Badan Pusat Statistik (BPS). Luas Panen. Produksi. dan Produktivitas Padi di Provinsi Kalimantan Timur 2022. Jakarta: BPS RI; 2023.
17. Badan Pusat Statistik. Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Komoditi Makanan dan Golongan Pengeluaran per Kapita Seminggu [internet]. 2022 [disitasi 1 Agustus 2023]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id/statictable/2021/08/10/2157/rata-rata-konsumsi-dan-pengeluaran-perkapita-seminggu-menurut-komoditi-makanan-dan-golongan-pengeluaran-per-kapita-seminggu-di-provinsi-kalimantan-timur-2018-2021.html>
18. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022 [internet]. 2022 [disitasi 2 Agustus 2023]. Tersedia pada https://satadata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buku_Statistik_Konsumsi_2022.pdf.
19. Zaini A. Analisis kebutuhan dan kemampuan penyediaan pangan di Kalimantan Timur. Dalam: Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. 2018. p. 747 – 757.
20. Adi A. Rachmina D. Krisnamurthi YB. Neraca ketersediaan beras di Kalimantan Timur sebagai calon ibu kota baru Indonesia dengan pendekatan sistem dinamik. Analisis Kebijakan Pertanian. 2021;19(2): 207 – 218. <http://dx.doi.org/10.21082/akp.v19n2.2021.207-218>.
21. Somantri AS. Luna P. Arsanti IW. Waryanto B. Analisis sistem dinamik untuk evaluasi pencapaian swasembada beras melalui program upaya khusus. Informatika Pertanian. 2020; 29(2): 95 – 110.
22. Badan Pusat Metereologi. Klimatologi dan Geofisika Samarinda. Buletin Prakiraan Musim Hujan 2022/2023 Provinsi Kalimantan Timur. Samarinda; 2023.
23. Amiri A. Mehrjerdi YZ. Jalalimanesh A. Sadegheih A. Food system sustainability investigation using system dynamics approach. Journal of Cleaner Production. 2020. 277: 1 – 12. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124040>.
24. Tonnang HFZ. Sokame BM. Wamalwa M. Niassy S. Muriithi BW. System dynamics modeling for assessing the impact of COVID-19 on food supply chains: A case study of Kenya and Rwanda. Sustainability. 2023. <https://doi.org/10.3390/su15064717>.
25. Toha HM. Pirngadi K. Permadi K. Fagi AM. Meningkatkan dan memantapkan produktivitas dan produksi padi gogo. Dalam: Daradjat AA. Setyono A. Makarim AK. Hasanuddin A (Eds.). LIPI Press. Jakarta; 2009.
26. Fagi AM. Toha HM. Baharsyah JS. Potensi padi gogo dalam swasembada beras. Dalam: Kasryno F. Pasandaran E. Fagi AM (Eds.). Ekonomi Padi dan Beras Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta; 2004. p.347-372.
27. Doberman A. Fairhurst T. Rice nutrient disorders and nutrient management. Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute. Manila; 2000. p.191.
28. Forrester JW.“The Beginning of System Dynamics”, paper presented at the International meeting of the System Dynamics Society, Stuttgart, Germany, July 13, 1989. Diunduh dari <https://web.mit.edu/sysdyn/sd-intro/D-4165-1.pdf>. Oct, 24, 2020.
29. Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Timur 2023. Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka. [internet]. 2023 [disitasi 1 November 2023]. Tersedia pada: <https://kaltim.bps.go.id/publication/2023/02/28/7a58231d5aa2f5a7b4d5c36a/provinsi-kalimantan-timur-dalam-angka-2023.html>
30. Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Penajam Paser Utara 2022. Kecamatan Sepaku Dalam Angka 2021. [internet]. 2023 [disitasi 1 November 2023]. Tersedia pada: <https://penajamkab.go.id/wp-content/uploads/2022/05/Kecamatan-Sepaku-Dalam-Angka-2021.pdf>
31. Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kutai Kartanegara 2023. Kecamatan Samboja Dalam Angka 2021. [internet]. 2023 [disitasi 1 November 2023]. Tersedia pada: <https://kukarkab.bps.go.id/publication/2021/09/24/9fd724bd54906c94322f9f5a/kecamatan-samboja-dalam-angka-2021.html>

32. Undang-Undang No. 41 Tahun 2009. [internet]. 2023 [disitasi 1 November 2023]. Tersedia pada: https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/UU_2009_41.pdf

Mapping the Potential Rice field and the Feasibility of Rice Farming Business in Ibu kota Negara (IKN)

Arman Arman^{1*}, Boedi Tjahjono², Budhi Purwandaya³ Heny Agustin⁴ P Setia Lenggono⁵, Muhamad Rizal Gojali⁶

^{1,3,4,5} Universitas trilogi, Department of Agribusiness Jl. TMP. Kalibata No.1, RT.4/RW.04, Duren Tiga, Kec. Pancoran, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12760 E-mail address (*corresponding author): arman@universitas-trilogi.ac.id

^{2,6}IPB University/Institut Pertanian Bogor Department of Soil Science and Land Resources Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680 West Java

ABSTRACT

Aim. This study identifies lowland agricultural areas to support rice supplies and assesses the feasibility of lowland rice farming to improve farmers' welfare and the role of the region as a buffer for rice for the Ibu Kota Negara (IKN).

Material and Methods. This study uses the spatial mapping method by overlaying the Spatial Planning maps (RTRW), Forest Area Maps, Land Cover/Use Maps, and qualitative methods (interviews, discussion forums, field visits and quantitative methods (feasibility of farming)).

Results. Results From the overlay process on several maps, showed that the area of potential rice fields in the IKN area is 29,199.63 ha, consisting of 1,725.16 ha of existing paddy fields and 27,474.47 ha of non-paddy fields. It also indicated that to maintain the sustainability or rice supply and increasing farmer welfare, the government need to set up the public policies.

Conclusion. The polices are (1) stability of rice price, (2) incentives and subsidies for farming inputs, (3) overcoming climate change and (4) provide supporting facilities in the form of technology , human resources and superior seeds.

Keywords: feasibility of farming, rice food, mapping

INTRODUCTION

The relocation of the Ibu Kota Negara (IKN)/the nation's new capital does not only consider economic and environmental issues but also the availability of food, especially rice. Currently, 80-90 percent of food needs in East Kalimantan Province depend on other regions. In particular, rice came from outside East Kalimantan was around 98.81 percent and the value of the Trade and Transportation Margin was 25.63 percent [1-2] In general, East Kalimantan has a deficit in the supply of rice. The ability to provide food for rice decreased from 80.08 percent in 2009 to 55.45 percent in 2017 (deficit). However, in general, North Penajam Paser District (PPU) and Kutai Kartanegara District (Kukar), some of which are included in the IKN area, still experience a surplus of rice production [3].

Rice production has increased from 24,505.74 tons in 2021 to 26,268.52 tons in 2022 in PPU District. The rice production in Kukar District has increased from 60,750.49 tons in 2021 to 61,090.11 tons in 2022. Even though East Kalimantan's rice production is in deficit, the rice production of the two regions is a surplus of rice food so that the excess rice production in the region can meet rice needs. population who will come to IKN [4].

Furthermore, based on the results of research by [5], it is estimated that the availability of rice in East Kalimantan is only 44.80% of the total consumption needs. Even though PPU and Kutai Kartanegara Regencies were able to meet the needs for IKN rice, overall East Kalimantan experienced a deficit. The relocation of the national capital

from DKI Jakarta to the Ibu Kota Nusantara (IKN), East Kalimantan brought several challenges, one of which was food availability. The increase in population due to the transfer of government employees has caused the need for food in the IKN also increase, this will threaten the food security of the IKN if it is not followed by an increase in rice production to meet food needs [6]. The projected population of IKN in 2034 is 1.45 million people and in 2045 1.9 million. This is by the carrying capacity which is estimated at 1.9 million people so that the demand for rice food will be even greater [7].

On the other hand, food buffer zones face the issue of commodity conversion and land conversion. Land use change and harvested area have a significant effect on food security in rice food security and production [8-9]. Rice security will be disrupted if the government does not stop the conversion of agricultural land [10]. Furthermore, the local governments insist that they can also have a major role as the main supplier of food in IKN.

In contrast, the national rice buffer zone also face issues of flooding, soil acidity, drought and the brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) pest. This is of course related to climate change which affects the rice supply of IKN. Climate change has an influence on the production and availability of rice to food security so the presence and intervention of the government is needed to overcome climate change [11]. Other strategic issues related to farming are welfare and farming costs. The feasibility of paddy farming is a strategic factor to improve the welfare of farmers and the management of paddy fields in a sustainable manner. Therefore, identification of existing and potential land for rice farming needs to be carried out to predict the ability of IKN rice supplies. rice farming through price certainty and production cost incentives. This is an effort to increase the income and welfare of rice farmers while at the same time preventing the conversion of commodities and land use.

MATERIAL AND METHODS

This study uses a spatial overlay mapping method, in addition to qualitative and quantitative approaches. The qualitative approach is carried out through Focus Group Discussions (FGD), farmer interview forums and field visits (field studies) using direct observation. Primary data was obtained based on the field surveys, including surveys for land physical data (soil sampling in the field), drone images of paddy fields and their surroundings, and interviews with respondents (farmers) for socio-economic data. Meanwhile secondary data was obtained from various agencies, including satellite imagery data, climate data, RTRW (spatial planning) data, Forest Area data, and others. The research locations are in the designated areas of IKN, namely Sepaku District, Samboja District and Muara Jawa District and other buffer areas outside the IKN.

Mapping is done to identify the potential of rice fields. The paddy fields are generally the wetlands. The meaning of potential, includes two things, namely land that is already used as paddy fields (actual) and has the potential to continue to be used as paddy fields in the future and land that is non-rice fields but has the potential to be developed into new paddy fields or rice field expansion).

The scope of identifying the potential for rice land is thus the activity of identifying or detecting land that is paddy fields and existing land in the form of non-rice fields but has the opportunity to be developed into paddy fields. To carry out this activity is approached in two steps, namely (1) mapping land cover/use and (2) sorting land through filtering of several thematic maps, from the RTRW map, Forest Area map, and land cover/use map. land. The first step can be carried out by interpreting satellite imagery

to produce a land cover/use map, where the map resulting from this interpretation can then be observed in the field to validate its correctness. The second step, for filtering the RTRW map can be selected from Cultivation Areas (allocation of space for agricultural areas); for the Forest Area map, the Allocation for Other Uses (APL) area is selected; and on the Land Cover/Use map the type of land cover is selected in the form of shrubs

The analytical method for obtaining potential land for rice farming (paddy and non-paddy fields) in the IKN area is through a spatial analysis of overlap between several maps, such as land cover/use maps, spatial allocation maps of RTRW, maps of forest areas, and maps of landforms. From the overlapping of these maps, it is hoped that it can obtain non-rice fields that clearly and cleanly can be developed as paddy fields in the future. The selected landform maps are fluvial plains and undulating to rolling plain of folded structural landform; This is due to the two types of landform, the slope is relatively light, making it easy to cultivate (for agriculture) besides being easy to get water. In detail, the process of identifying potential rice food fields is presented in Figure 1.

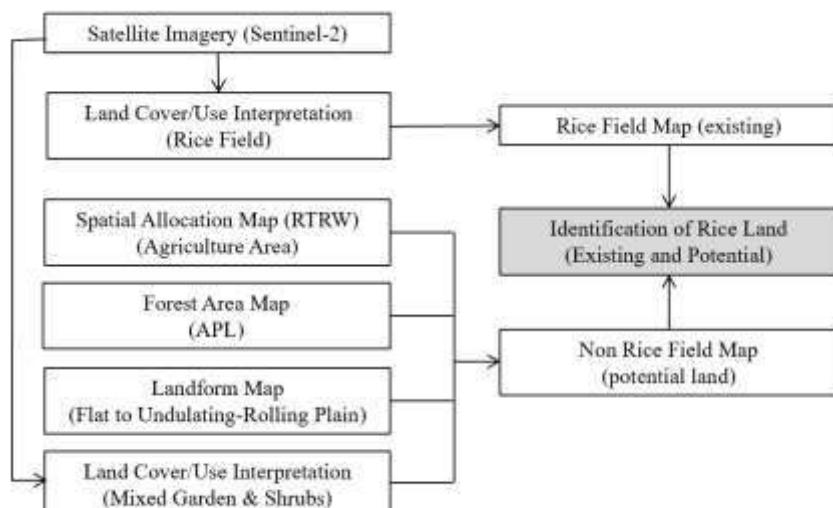


Figure 1. Flowchart of the method for identifying potential rice food fields

The next method is a qualitative method through FGDs, field visits and interviews. FGDs were conducted with local government staff and officials of PPU and Kukar districts. This discussion forum involved several stakeholders directly related to rice food, namely the Regional Development Planning Agency (Bappeda), the Agriculture Office, the Food Security Service, the Public Works Office, the Cooperatives and Small and Medium Enterprises Office and other related agencies. Field visits were carried out in paddy fields and potential paddy fields accompanied by interviews with farmers.

Furthermore, a quantitative approach is carried out by estimating the feasibility of lowland rice farming (2 to 3 planting seasons) and upland rice (1 planting season) using a financial feasibility analysis for lowland rice farming and upland rice farming. This method aims to evaluate appropriate and profitable farming techniques so that farmers can maintain farming and prevent the transfer of commodity farming. Furthermore, maintaining the availability and supply of IKN rice independently and sustainably. According to [12] the feasibility analysis of farming can be estimated by calculating the cost analysis, IRR (Internal Rate Return) and NPV (Net Present Value). The formula used to estimate the NPV is;

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + i)^t}$$

where;

t = span of economic life of the farming system

C_t = farm business costs

B_t = farm profit

i = discount rate

Furthermore, by calculating the IRR with the following formula

$$IRR = i_1 + \frac{NPV^+}{NPV^+ - NPV^-} (i_2 - i_1)$$

where;

i₁ =The discount rate that gives the NPV+

i₁ =The discount rate that yields the NPV-

NPV+ =The net present value is positive

NPV- =The net present value is negative

RESULTS AND DISCUSSION

Identification of potential land for food (rice)

Based on the overlapping process of several predetermined maps, it was found that the area of potential land for rice cultivation (paddy fields) in the IKN area is 29,199.63 ha, consisting of 1,725.16 ha of existing paddy fields and non-paddy fields area of 27,474.47 ha (Table 1). Non-paddy field is land with actual conditions in the form of mixed gardens or shrubs that can be used primarily for future annual rice cultivation. It is hoped that the determination of the area of paddy fields will strengthen the role of the region as a buffer for IKN food needs sustainably. Spatially, the distribution of selected land is presented in Figure 2.

Table 1 potential area of rice fields (paddy fields) IKN

No	Potential land for rice in Landforms, Areas, and Land Use	Area (Ha)
1	Non-paddy field	27,474.47
	Fluvial plains, APL, Mixed Dryland Agriculture	11,935.55
	Undulating plain of folded structure, APL, Mixed Dryland Agriculture	15,538.93
2	Paddy field (Existing)	1,725.16
	Fluvial plains, APL, Paddy fields	660.85
	Fluviomarin plains, APL, Paddy fields	151.00
	Undulating plains to hilly of folded structure, APL, rice fields	303.49
	Undulating plains of folded structure, APL, Paddy fields	420.84
	Denudational hills, APL, Rice fields	5.38
	Fluvial plains, HPT, Paddy fields	8.36
	Undulating plains of folded structure, HPT, Paddy fields	11.00
	Denudational hills, HPT, rice fields	4.84
	Fluvial plains, THR, Rice fields	124.04
	Undulating plains to hilly of folded structure, THR, rice fields	34.98
	Folded structural hills, THR, Rice fields	0.39
	Total Area	29,199.63

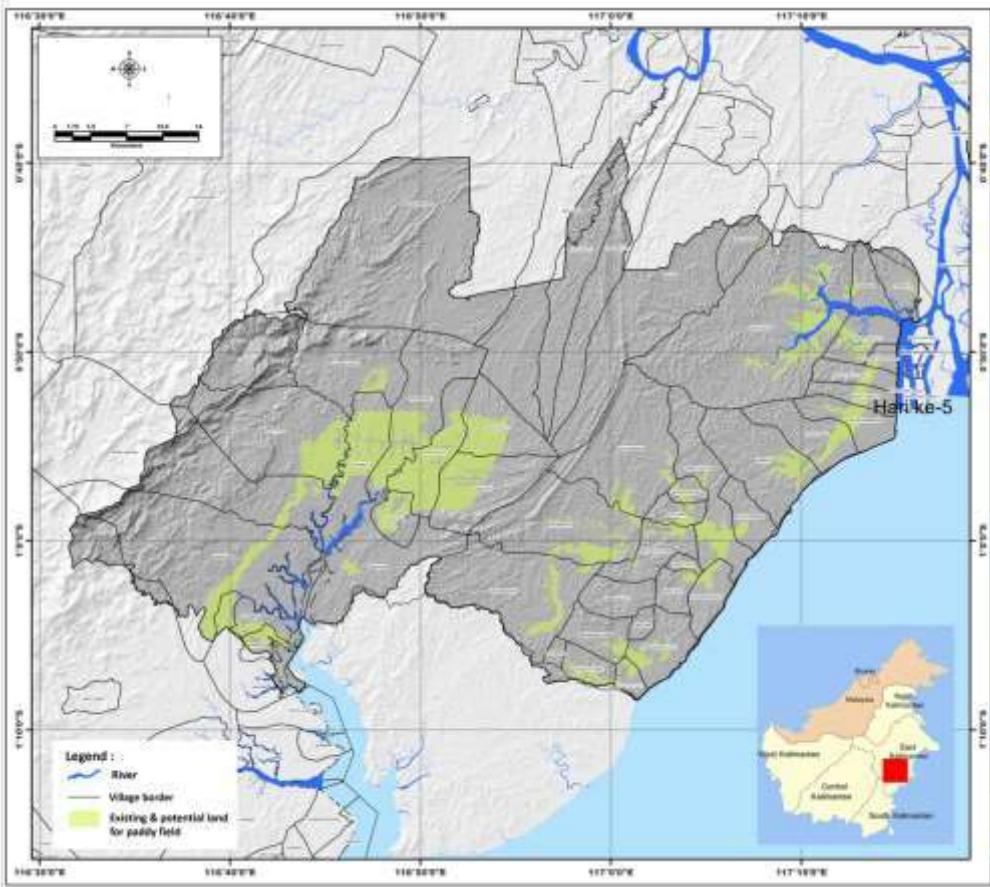


Figure 2 Spatial distribution of potential land for rice cultivation in IKN

a. Non-paddy fields

The non-paddy land referred to here is land which at the time of field observation showed that it was not paddy field, , but used as dry land farming with various commodities, such as cassava, bananas, chilies, and so on, or land that has scrub land cover (Figure 3). This last land cover is the focus of attention, because it is considered the easiest land cover to clear and use as agricultural land. Nevertheless, based on the results of field observations and information from residents, these scrub lands were previously used as agricultural land but now appear to have stopped or have not been used again for agricultural production.



Figure 3. (a) Non paddy fields used as mixed gardens or mixed dry land agriculture; (b) non paddy fields (in the background and on the right side) adjacent to paddy fields (in the front-center)

Non-paddy fields from the slope side have very small slopes or flat relief, but most of them have gentle to slightly sloping slopes (<30%). This land is generally adjacent to paddy fields and is widely found in undulating plains landforms, especially occupying the right or left sides of the river valley. The river valley currently has no water flow because it has long been filled with soil sediment resulting from the previous erosion process. The main soil material that is formed almost entirely comes from the weathering of sandstone interbedded with siltstone (Figure 4). The soil solum formed in this landform is generally quite thin (< 30 cm).



Figure 4. Structural lithology of undulating plain composed of alternating sandstone and siltstone

b. Existing paddy fields

At the time of field observation, the existing paddy fields had various conditions, where some paddy fields had already been planted with rice, but some had not been planted or were still in fallow conditions (uncultivated/unplowed) (Figure 5). In certain cases there are also paddy fields that have turned into shrubs because they have not been cultivated for a long time. The cessation of cultivation could be due to a number of things, including the relatively smaller income earned from rice farming, so they switched to other activities. Paddy fields, especially those located on the side of major roads, have changed their function to become built-up land (Figure 5).



(a)

(b)

Figure 5 (a) Paddy fields owned by transmigrants in the 1980s that were being planted with rice; (b) paddy fields that have undergone a process of conversion from paddy fields to built-up land

Geomorphologically, the existing paddy fields in the research location are all in fluvial landforms, such as alluvial plains or alluvial valleys. The rice fields in PPU District are almost entirely located in infilled valleys. This landform was originally a tributary valley which over time underwent a process of erosion so that it experienced widening and the valley floor was filled with new sediments. This sediment originates from the local area or from other, more distant areas carried by overland flow. The alluvial soil that is formed is generally loose in structure, easy to cultivate, more fertile than the surrounding land, and has a higher water content because the relief position is locally the lowest. This condition makes infilled valleys very good to be used as paddy fields. Some of the problems with rice fields in the infilled valley are that they are easily inundated by floods during the rainy season (according to the farmers' narrative). This phenomenon is quite natural because infilled valleys are basically river valleys or places where water accumulates. If a flood like this lasts more than three days, it will threaten crop failure or puso. Therefore, for mitigation measures, in several rice field locations, farmers make drainage ditches that are used to dispose of flood water so that the duration of the inundation is not too long. Another obstacle experienced by farmers is the relatively high level of soil acidity, because most of the soil formed in the IKN area comes from quartz sandstone as the parent material. As a result, in farming, farmers carry out soil management to normalize soil pH, including through calcification of the soil. For paddy fields located not far from major rivers (estuaries), the threat of flooding is more pronounced because tidal floods last longer and open opportunities for crop failure or decreased rice production.

In terms of location, the spatial distribution of paddy fields in PPU District appears to be more around settlements with an expanse that is not wide in infilled valleys. Most of these rice fields belonged to transmigrants who came from Java around the 1980s. Because all the rice fields are in the infilled valley, the rice fields that are cultivated are rain-fed rice fields and rice cultivation can only be done twice a year.

The government is expected to be able to make a blue print map of the location of the development of the rice field agricultural sector. Rice food supply is one way to expand agricultural land [13]. Furthermore, the government needs to build supporting facilities to increase the processing of paddy fields and support the regional role in optimizing the use of resources to supply rice food to the IKN.

Rice field strategic issues

This study uses primary data and secondary data. Primary data was obtained from Focus Group Discussions (FGD) with stakeholders. The first FGD was conducted at the office of the Regent of North Penajam Paser District on Friday 28 July 2023. The second FGD was held at the Agriculture Service Office of the Kutai Kartanegara District Government Office on 31 July 2023. In addition to the FGD, primary data was also obtained from direct discussions with farmers and agricultural extension workers in Sepaku District (PPU District) and Samboja District and Muara Jawa District in Kukar District. These three districts are the main suppliers of rice food for the IKN region.

Based on the results of the FGDs, direct field observations, discussions with stakeholders, and secondary data obtained from the 2020 Population Census, the local population in Sepaku District, Samboja District, and Muara Jawa District in 2020 numbered 150 thousand people. With a population increase of around 1 percent, it is predicted that this number will increase to around 175 thousand in 2024, when the transfer of the State Civil Apparatus (ASN) to the IKN government center begins. This number will increase again with the arrival of ASN groups in 2024 of 16,990 people. This number is still being added to the workers who are currently completing the physical construction of the IKN, which totals around 7,000 people. Thus in 2024 the population at the IKN center will number around 200 thousand people. This number will continue to increase over time, thus affecting the need for food or the demand for food will be higher, especially for rice in the IKN area. In general, the fulfillment of rice food for the IKN population until 2024 can still be supplied from PPU District and Kutai Kartanegara District

The results of field observations and FGDs show that rice food production and supply from PPU and Kutai Kartanegara Regencies is able to meet the rice food needs of the IKN population because these two areas have a surplus of rice food. The number of civil servants coming to the IKN area until 2024, causes the need for rice to be estimated at 19.5 thousand tons based on the calculation of rice consumption per capita per year according to BPS East Kalimantan or totaling 16.2 tons based on the calculation of the Ministry of Agriculture. Preliminary information based on field survey results estimates that rice production in the IKN area (Football District, Samboja District, and Muara Jawa District) amounts to 40 thousand tons per year. Thus, until 2024, rice production in the IKN area will still experience a surplus compared to the need to meet the food needs of the population of this region. This finding continues to show the trend of a surplus of rice in the two districts, namely that there was a surplus of rice throughout 2009-2015 in both PPU and Kutai Kartanegara Regencies [3], although in the province of East Kalimantan the opposite generally occurred [5]. Thus the buffer for rice needs for the next few years in the IKN area can still be maintained, originating from Babulu District, PPU District and Kutai Kartanegara District. This area is then delineated as a potential rice field to supply the needs of IKN. Furthermore, it becomes the basis for maintaining and maintaining the function of the area as a food area.

However, there are several issues that could affect the district's rice food production and supply. These issues include changes in the conversion of rice commodities into oil palm plantations and conversion of functions into buildings. The results of the FGD with local government stakeholders of the PPU District stated that around 100 ha of 600 ha of land in Swamp Mulia, Babulu District, has converted the function of the commodity from paddy fields to oil palm. The causes of the conversion of commodity functions include (1) better income prospects for oil palm plantations

accompanied by small farming business risks (2) paddy field farming has a risk of crop failure due to flooding and high tides, (3) low productivity and production which affects low farming income. low, (4) additional burden of farming costs to reduce soil acidity, (5) risk of drought farming land due to climate change and natural conditions (6) there is often an increase in fertilizer farming costs due to limited availability of subsidized fertilizers and planthopper pests cocoa (*Nilaparvata lugens*) and (7) seed quality. The increasing rate of land use change in the IKN area greatly affects the rice harvest and rice supply in this area [5 14 3]. The results with extension workers and farmers during field surveys also strengthen the trend of conversion of functions or commodities from rice to oil palm because it is more profitable and less risky.

Apart from the factor of land conversion, the availability of water for rice fields also plays an important role in rice production in East Kalimantan, including in the IKN area. In general, lowland rice in this area is very dependent on the supply of rainwater in addition to the rivers that flow in this area. Rainfall in Samboja District and Muara Jawa District ranges from 104 – 190 mm per month and rain falls on average between 130 - 150 days a year (BPS Kutai Kartanegara, 2023). Meanwhile for Sepaku District in PPU District, the rainfall recorded in 2019 was very varied, namely a minimum of 1 mm per month in September and a maximum of 268 mm per month in March. Reduced rainfall during the growing season will greatly reduce crop yields. Likewise, if the rainfall is very abundant, it will soak agricultural land which can result in crop failure. The role of water and rain in food crop farming affects the success of lowland rice cultivation [15 16 17 18].

To reduce the threat of decreased productivity, the Government needs to prevent the conversion of paddy fields so that local food needs as well as IKN can be met. Policy incentives to address risks include the government providing dam infrastructure to guarantee water needs, providing subsidized fertilizers, increasing farmer resources through assistance with rice cultivation techniques, preventing pests and diseases, balanced use of fertilizers and education and health assistance for rice farming families. This policy instrument is part of increasing the feasibility of farming, reducing farming costs and risks and maintaining the sustainability of paddy farming.

Feasibility of paddy farming business and rice food support for IKN

Paddy fields in Sepaku and Samboja sub-districts generally rely on water from rain-fed systems and streams. Some paddy fields close to river streams can be planted with rice 2 times a year. Meanwhile, rainfed rice fields can only be cultivated and planted with rice once a planting season for 1 year. Lowland rice and upland rice farming is relatively volatile because it is influenced by prices and risks, but in general, lowland rice farming is much better from a farming perspective because it is more profitable and has 2 planting periods every 1 year. The following describes the results of lowland rice and upland rice farming in terms of business feasibility as presented in Table

Table 2. Description of lowland rice and upland rice farming in the IKN area

Description	Paddy field	Upland rice
NPV	Rp 4.686.879 – Rp 10.549.435	Rp (- 344.956) – Rp 1.054.565
B/C	2,72 – 4,89	0,7-1,6
IRR	24% - 37%	9-12,6%
Plant	Plant 2 times a year	Plant 1 times a year

Description	Paddy field	Upland rice
Price of rice area	Rp 9.000 – Rp 12.000 0,5 Ha	Rp 13.000 – Rp 15.000 1 Ha
Rice production	1,7 ton – 1,99 ton	1 ton – 1,1 ton
Survey area	Sepaku Subdistrict	Samboja Subdistrict

Based on paddy rice farming in Sepaku Subdistrict, the results could have an impact on the development of IKN. Initially the price of rice at the farm level was around IDR 8,000 – IDR 9,000 per kg. However, since the construction of the IKN, the demand for rice has increased, especially by development workers, visits from the central and regional governments, and local tours, thus affecting the price of rice for farmers. Currently, the price of rice at the farm level is quite stable at around IDR 12,000 per kg. The interactions between the IKN and the surrounding areas are starting to open, one of which is marked by the flow of people's mobility and the flow of rice from the buffer zones. This has affected the stability of rice prices at Rp 12,000 per kg. Meanwhile, the price of rice in Babulu Subdistrict (buffer area) is not as good as the price of rice in Sepaku Subdistrict, which is around IDR 10,000 per Kg.

Furthermore, lowland rice farming is processed with good treatment, namely through (1) the jajar legowo planting system, (2) the use of balanced farming inputs, (3) prevention of pests and diseases, and (4) optimal use of labor can produce production and optimal productivity. The jajar legowo planting system is the cultivation of lowland rice plants which provides several rows of empty space in each rice field plot which is used for maps in caring for the rice without having to damage the rice plants. Farmers who use the jajar legowo system are able to produce harvested dry grain production of around 3 tons – 3.5 tons per 0.5 ha. The estimated yield is around 57 percent so that the conversion to rice is around 1.71 tons – 1.99 tons.

Economically intensive agricultural farming is feasible in the Sepaku Subdistrict with consideration of the NPV value in the range of IDR 4,686,879 – IDR 10,549,435 and the B/C ratio in the range of 2.72 – 2.89. Furthermore, the IRR value is in the range of 24 percent - 37 percent for 2 growing seasons every year. The estimated price of paddy rice is in the price range of IDR 9,000 – IDR 12,000 in Sepaku Subdistrict. This achievement can be achieved with the assumption that the cultivation process runs smoothly without pests, soil acidity can be controlled, flooding does not last long, and climatic conditions are favorable. However, other farmers (both in Sepaku and Babulu Subdistrict) who have limited capital, knowledge, experience, market access, and minimal assistance cannot fully achieve this kind of achievement. Farmers who have limitations often produce low farming income so that rice cultivation is not feasible. The results of the FGD with various stakeholders found that the conversion of commodity functions from rice field farming to oil palm plantation farming took place in Babulu Subdistrict. This happens because farmers perceive that oil palm plantation farming gives more hope of income and welfare.

If the conversion of agricultural commodity functions cannot be controlled by the government, rice food production will continue to decline. If this happens it will affect the potential area of paddy fields which is decreasing so that in the long term this condition will have an impact on the supply of rice for IKN rice. Paddy field farming must provide economic hope for farmers, in terms of income. Decent farming business

provides hope for farmers to maintain lowland rice farming, while at the same time increasing the role of the region as a buffer for IKN food.

In contrast to lowland rice farming, lowland rice farming has much smaller profits, even at the risk of obtaining economically unfeasible results. Production of dry unhulled rice for upland rice is around 1 ton – 1.1 ton per hectare. The estimated yield is around 50 percent -55 percent so that the conversion to rice is around 1 ton – 1.1 tons. Field rice farming is economically feasible (may not be feasible) to be cultivated in Samboja District with consideration of the NPV value in the range of Rp. range of 9 percent – 12.6 percent during 1 planting season every year. The estimated price of upland rice is IDR 13,000 – IDR 15,000 in Samboja.

Meanwhile, according to [19] approximately 80% of the dry land area used for upland rice production is classified as infertile [19]. This low level of soil fertility is partly due to physico-chemical reactions that take place under aerobic and oxidative conditions which cause soil acidity and the unavailability of nutrients for plants [20]. The nutrients that are often not available on dry land are phosphorus (P), iron (Fe), calcium (Ca), magnesium (Mg), and zinc (Zn) [21 20]. Conditions like these make upland rice farming in the study area inappropriate if land management is not managed properly.

Farmers who can cultivate land well are farmers who have skills and knowledge about upland rice cultivation. Limited knowledge and skills cause upland rice/paddy rice farming to be at risk of being economically infeasible. In this case the farmers have not been able to properly cope with the level of soil acidity. Lime processing techniques to neutralize soil acidity have not been used properly by farmers. Furthermore, the correct fertilizer dosage levels for upland rice were also not carried out by farmers (due to cost constraints). The use of labor to care for upland rice cultivation is also very limited so that maintenance is not optimal, as a result field rice production is not optimal and the scale of farming is not feasible.

Low production and productivity also occur in the IKN and IKN supporting areas (Sepaku, Babulu, Muara Jawa and Samboja). Lowland rice production in the area ranges from 2 tons – 4 tons of grain harvested per hectare. The causes include flooding, drought, soil acidity, brown planthopper pests (*Nilaparvata lugens*) and seed quality. Climate change has a huge impact on production, rice availability and food security [11]. Furthermore, farmers face price risks and farming financing so that they affect self-sufficient production and farming feasibility. Business feasibility and welfare are influenced in terms of price and financing. Providing fertilizer subsidies from a financing standpoint can increase production, then price certainty can increase income and farming feasibility. Furthermore, achieving optimal rice production and self-sufficiency requires cultivation technology, better farming practices, superior seeds and the use of additional fertilizers [22].

Another cause is that the performance of agricultural instructors is not optimal in assisting farmers. Reliable and skilled farmer extension workers together with the government can accompany farmers in the cultivation process, dealing with pests and diseases and price stability. Farmers' complaints are low production, high labor costs and prices. Farmers want to increase labor and fertilizer input with the consequence that farming costs increase. On the other hand, farmers face the risk of failure and crop prices. During the planting season, farmers often face a shortage of subsidized fertilizer (accompanied by an increase in fertilizer prices). This means that farmers in the IKN area face risks in their farming business and therefore need incentives for fertilizer and rice prices. The presence of reliable and skilled agricultural extension workers can help

farmers in cultivating land and production, while the government's presence is to provide and control subsidized fertilizer prices and price stability. Agricultural instructors together with farmers ensure that the nutrient content, namely P, Fe, Ca, Mg and Zn, is available on the land and sufficient for plants. Nutrient deficiencies are overcome by using fertilizer that suits the plant's needs.

The use of technology and farmer resource skills is the key to increasing production and the feasibility of farming. The government should have developed soil testing technology that can be used at any time by farmers and extension workers to determine the level of fertility and suitability of the land. Furthermore, farmers' capacity to use these tools must be well trained so that they can monitor rice fields. Furthermore, extension workers and the government are strengthening farmer groups to carry out pest control in groups. Rice fields that have been affected by pests must be prevented from spreading in groups so that they do not spread to other rice fields.

Another strategic issue faced by farmers around the IKN area is excess water and drought. Most of the rice fields are located around river areas so that during the rainy season some of the rice fields are flooded. Stagnant or flooded water in rice fields can recede quickly or slowly depending on rainfall and the duration of the rain. On the other hand, during the dry season, most of the rice fields far from rivers experience drought, making it difficult for farmers to cultivate. Climate change is very likely to be the cause of this problem so the government needs to implement water control technology (dams). The government does not yet have a water control system for both the rainy and dry seasons, so that in the rainy season there is excess water but in the dry season there is a shortage of water. The construction of a water control system (dam) around the Babulu, Sepaku, Muara Jawa and Samboja areas is urgently needed to overcome water problems and reduce cultivation risks. Furthermore, farmers need superior seeds that are resistant to climate change and pests and diseases.

The issue of conversion of paddy fields to commodity plantations is a strategic issue caused by low incomes and farming risks (both due to climate influences and farming costs). Paddy field management can only continue if the business is feasible and brings prosperity to betani. So that government support is needed in maintaining the feasibility of lowland rice farming. These policy supports are (1) price stability to increase farmers' income, (2) fertilizer incentives and subsidies to reduce the burden of farming costs (3) addressing climate change to prevent the risk of crop failure and (4) technological support, dams, human resources and balanced fertilizer to increase farm productivity. This policy strengthens the feasibility of farming and maintains the sustainability of paddy fields to support IKN rice food.

Regional governments have a strategic role in strengthening rice farming businesses to support IKN. This role includes optimizing the role of agricultural instructors (extension capacity) through assisting rice farmers. Furthermore, local governments need to consistently apply soil testing technology in the rice fields supporting IKN. The government needs to know the land suitability capacity to maintain the sustainability of rice production in the IKN area. Regional governments must also strengthen cooperation with the central government to build dams to overcome water supply problems.

CONCLUSION

This study identified paddy fields to support rice food supplies sourced from IKN and buffer zones. On the other hand, the supply of rice food land faces the issue of conversion of commodity functions and conversion of paddy fields because it is influenced by farming income and farmer welfare. Furthermore, farmers face farming risks caused by floods, acidity and drought. Some regions face production problems that affect the feasibility of farming which affects the income and welfare of farmers.

Identification of paddy fields is an important instrument to support the supply and sustainability of national rice food supplies. Furthermore, local governments need to participate in supporting the instrument. The results of the field work and overlay process from several maps showed that the area of potential rice fields in the IKN area was 29,199.63 ha, consisting of 1,725.16 ha of existing paddy fields and 27,474.47 ha of non-paddy fields.

Furthermore, to keep rice farming (preventing land conversion) from continuing, the government needs to maintain the feasibility of farming and the welfare of farmers. Government policies to maintain the feasibility of farming are (1) stability of food prices for rice, (2) incentives and subsidies for farming inputs, (3) overcoming climate change (drought and floods) and (4) providing educational facilities in the form of technology, human resources and quality seeds.

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank the Ministry of Education, Culture, Research and Technology for the Fundamental Grant received in 2023 in accordance with Decree No. 0536/E5/PG.02.00/2023 with Contract Agreement No. 1439/LL3/AL.04/2023 and 004/TRILOGI/LPPM/KP/VII/2023

REFERENCES

1. Bappenas. Kajian Pemindahan Ibu Kota Negara. Dialog Interaktif "Perpindahan Ibu Kota Negara: Urgensi dan Implementasinya. Balikpapan; 2019.
2. Isnawati I, Fitriyani. Distribusi Perdagangan Komoditas Beras Indonesia 2019 [Internet]. Karmiati M, Suerlianto R, editors. Jakarta, Indonesia; 2019. 1–90 p. Available from: <https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=ZWExNDM5YzM5YWZiNzYyNDU2MDE4Njg3&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmlkL3B1YmxpY2F0aW9uLzIwMjAvMDEvMTMvZWExNDM5YzM5YWZiNzYyNDU2MDE4Njg3L2Rpc3RyaWJ1c2ktcGVyZGFnYW5nYW4ta29tb2RpGFzLWJlcFzLWRpLWluZG9uZXNp>
3. Zaini A. Analisis Kebutuhan dan Kemampuan Penyediaan Pangan di Kalimantan Timur. In: Proseding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia [Internet]. Aceh: Universitas Syah Kuala; 2018. p. 747–57. Available from: <http://fkptpi.usk.ac.id/images/PDF PROSIDING/PDF/pdf SEP/747.pdf>
4. Majid MA, Mardhiah A, Mahdalena, Kusuma DIT. Luas Panen dan Produksi Padi Di Provinsi Kalimantan Timur 2022 [Internet]. Azwar V, Wahyudin Y, Manik B, editors. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur; 2023. 1–162 p. Available from: <https://kaltim.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=OGE2Yjk2ODE0MTE4ZmE0ZjUzZDVmNmMy&xzmn=aHR0cHM6Ly9rYWx0aW0uYnBzLmdvLmlkL3B1YmxpY2F0aW9uLzIwMjMvMDkvMTUvOGE2Yjk2ODE0MTE4Z>

- mE0ZjUzZDVmNmMyL2x1YXMtcGFuZW4tZGFuLXByb2R1a3NpLXBhZGktZGktaHJvdmluc2kta2Fsa
5. Adi A, Rachmina D, Krisnamurthi YB. NERACA KETERSEDIAAN BERAS DI KALIMANTAN TIMUR SEBAGAI CALON IBUKOTA BARU INDONESIA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIKA. Anal Kebijak Pertan [Internet]. 2021 Dec 17;19(2):207. Available from: <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/akp/article/view/13010>
 6. Brillyansyah DF, Susanto S, Fitriana L, Zaki MK, Setyawan C, Ngadisih N. Application of Geographic Information Systems for Analysis of Rice Agricultural Land Resources Potential in Paser Regency as a Supporting Area for the Capital City Nusantara. In 2022. Available from: <https://www.atlantis-press.com/article/125981517>
 7. Sunarharum TM. Aspek Penting Mitigasi Bencana dalam Perencanaan Ibu Kota Nusantara. Universitas Gajah Mada; 2022 p. 1–23.
 8. Santosa IGN, Adnyana GM, Dinata IKK. Dampak Alih Fungsi Lahan Sawah Terhadap Ketahanan Pangan Beras. In: In Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian [Internet]. 2011. p. 1–11. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/35319562.pdf>
 9. Afrianto D. Analisis Pengaruh Stok Beras, Luas Panen, Rata-rata Produksi, Harga Beras, dan Jumlah Konsumsi Beras Terhadap Ketahanan Pangan di Jawa Tengah [Internet]. Universitas Diponegoro; 2010. Available from: http://eprints.undip.ac.id/22602/1/SKRIPSI_DENNY_AFRIANTO.pdf
 10. Mahbubi A. Model dinamis supply chain beras berkelanjutan dalam upaya ketahanan pangan nasional. J Manaj Agribisnis [Internet]. 2013;10(2):81–9. Available from: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmagr/article/view/8479/6637>
 11. Firdaus RBR, Leong Tan M, Rahmat SR, Senevi Gunaratne M. Paddy, rice and food security in Malaysia: A review of climate change impacts. Ricart Casadevall S, editor. Cogent Soc Sci [Internet]. 2020 Jan 1;6(1). Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311886.2020.1818373>
 12. Soekartawi S. Teori ekonomi produksi dengan pokok bahasan analisa fungsi Cobb Douglass. Jakarta, Indonesia: Raja Gafindo Persada; 1991. 1–226 p.
 13. Prabowo R. Kebijakan Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Di Indonesia. Mediagro [Internet]. 2010;6(2):62–73. Available from: <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/Mediagro/article/view/881>
 14. Somantri AS, Luna P, Arsanti IW, Waryanto B. ANALISIS SISTEM DINAMIKA UNTUK EVALUASI PENCAPAIAN SWASEMBADA BERAS MELALUI PROGRAM UPAYA KHUSUS. Inform Pertan [Internet]. 2020 Dec 3;29(2):95. Available from: <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/IP/article/view/10559>
 15. Amiri A, Mehrjerdi YZ, Jalalimanesh A, Sadegheih A. Food system sustainability investigation using system dynamics approach. J Clean Prod [Internet]. 2020 Dec;277:124040. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652620340853>
 16. Tonnang HEZ, Sokame BM, Wamalwa M, Niassy S, Muriithi BW. System Dynamics Modeling for Assessing the Impact of COVID-19 on Food Supply Chains: A Case Study of Kenya and Rwanda. Sustainability [Internet]. 2023 Mar 7;15(6):4717. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/6/4717>
 17. Alzubi E, Shbikat N, Noche B. A system dynamics model to improving

- sustainable performance of the citrus farmers in Jordan Valley. *Clean Prod Lett* [Internet]. 2023 Jun;4:100034. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666791623000076>
18. Gorripati R, Thakur M, Kolagani N. Promoting Climate Resilient Sustainable Agriculture Through Participatory System Dynamics with Crop-Water-Income Dynamics. *Water Resour Manag* [Internet]. 2023 Aug 13;37(10):3935–51. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s11269-023-03533-w>
19. Toha H., Pirngadi K, Permadji K, Fagi AM. Meningkatkan dan memantapkan produktivitas dan produksi padi gogo. In: Daradjat A, Setyono A, Makarim A, Hasanuddin A, editors. *Padi Inovasi Tenologi Produksi*. Jakarta, Indonesia: LIPI Press; 2009.
20. Fagi AM, Baharsyah S., Toha H. Potensi padi gogo dalam swasembada beras. In: Kasryono F, Pasandaran E, Fagi AM, editors. *Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian; 2004. p. 347–72.
21. Doberman A, Fairhurst T. Rice: Nutrients disorder and nutrient management. Potash and Phosphorus Institute of Canada and International Research Institute, Los Baffios, Phillipiness; 2000.
22. Vaghefi N, Shamsudin MN, Radam A, Rahim KA. Impact of climate change on food security in Malaysia: economic and policy adjustments for rice industry. *J Integr Environ Sci* [Internet]. 2016 Jan 2;13(1):19–35. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1943815X.2015.1112292>

Projections and Policy on the availability of Rice in Ibu Kota Negara (IKN)

Arman Arman^{1*}, Boedi Tjahjono², Budhi Purwandaya³ Heny Agustin⁴ P Setia Lenggono⁵,

^{1,3,4,5} Universitas trilogi, Department of Agribusiness Jl. TMP. Kalibata No.1, RT.4/RW.04, Duren Tiga, Kec. Pancoran, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12760 E-mail address (*corresponding author): arman@universitas-trilogi.ac.id <https://orcid.org/0000-0003-4477-3366>

² IPB University/Institut Pertanian Bogor Department of Soil Science and Land Resources Jl. Meranti, Kampus **IPB** Darmaga Bogor 16680 West Java

ABSTRACT

The aims of this study are (1) to predict the demand and supply of rice in Ibu Kota Nusantara or IKN and (2) to formulate a food policy for rice in IKN. This research uses the System Dynamics model. The data obtained through the Focus Group Discussion process, in-depth interviews and rice field visits. In addition, soil samples in the paddy field were taken and tested in the laboratory to determine the quality of the soil. The results of the model simulation show that the IKN region is predicted to have a rice surplus in 2025 but entering 2027, the region will experiencing a rice deficit. The government should implement mitigation policies during the deficit period by improving land quality, expanding rice planting areas, providing water dams, building irrigation, and training as well as educating the farmers.

Keywords ; rice, policy, availability, projections

Introduction

Indonesia is designing and building a new capital city on the island of Kalimantan. It is hoped that the relocation of the capital city will solve social and environmental problems, especially those related to population density, air and environmental pollution in Jakarta. The main trigger for air pollution is motor vehicle congestion which occurs every day. The economic losses are very large, both in terms of costs and time as well as annual flood subscriptions (Bappenas, 2019).

However, there is one thing that is still a question in the development of the archipelago's capital, namely food sources, especially rice. According to (Supriadi, 2021), so far rice production in East Kalimantan is only sufficient to meet 1.32 million

residents, while the population is 3.7 million. Meanwhile, according to Adi et al (2021), rice availability is only 66.57 percent, so the estimated deficit is 33.43 percent. The deficit will increase further if residents enter the new Ibu Kota Negara (IKN) after it has been built and inhabited by government officials and the public. For the 2025 projection, East Kalimantan will only be able to supply around 44.8 percent of rice, the rest will be through imports.

On the other hand, East Kalimantan faces serious challenges, namely (1) the productivity of rice fields is still low (Sadaruddin, 2021) and (2) the rate of land conversion is high (Candra, 2021). So, how can the East Kalimantan government meet food supplies for the future? The aims of this research are (1) to predict the demand and supply of IKN rice and (2) to formulate a food policy for IKN rice.

In general, the area harvested for paddy (rice) crops increased from 2018 – 2020 but decreased from 2020 – 2022. Furthermore, the production of ground dry grain (GKG) from the last 2 years tended to decline accompanied by a reduction in the area harvested. Furthermore, land productivity will relatively decrease in 2022 compared to 2018, namely from 4.05 tonnes/ha to 3.69 tonnes/ha. In detail, the number of harvested areas, GKG production and land productivity in East Kalimantan is presented in Table 1.

Table 1. Number of harvested areas, GKG production and land productivity

Information	2018	2019	2020	2021	2022
Harvested area (Ha)	64,961	69,708	73,568	66,269	64,970
Growth		7.31	5.54	(9.92)	(1.96)
GKG ton rice production	262,774	253,818	262,435	244,678	239,425
Growth		(3.41)	3.39	(6.77)	(2.15)
Productivity tons/ha	4.05	3.64	3.57	3.69	3.69

Source: (Prasetyo et al., 2020), (Prasetyo et al., 2021), (Khasanah et al., 2022), (Khasanah et al., 2023)

At the district level, rice productivity in Penajam Paser Utara (PPU) Regency has decreased from 3.4 tons per hectare in 2020 to 3.2 tons per hectare in 2022. The opposite happened in Kutai Kartanegara Regency which experienced an increase in

productivity from 3.5 tons per hectares in 2020 to 3.8 tons per hectare in 2022. Meanwhile at the sub-district level, based on the results of interviews with farmers, it shows that lowland rice productivity per hectare is around 3-4 tons of GKG. Rice production limitations are influenced by (1) land conversion and (2) land quality. In detail, the number of harvested areas, GKG, and land productivity of areas included in the IKN area in East Kalimantan are presented in Table 2.

Table 2. Number of harvested areas, GKG, and land productivity of areas included in the IKN

Production			
District/Year	2020	2021	2022
Kutai Kartanegara	110,940.44	104,441.33	105,025.70
Penajam Paser Utara	47,018.03	42,130.12	45,160.69
Harvested Area			
District/Year	2020	2021	2022
Kutai Kartanegara	31,952.96	27,635.02	27,981.31
Penajam Paser Utara	13,924.41	13,501.60	13,531.22
Productivity			
District/Year	2020	2021	2022
Kutai Kartanegara	3.47	3.78	3.75
Penajam Paser Utara	3.38	3.12	3.34

Source ;(Majid & Mardhiah, 2022), (Majid et al., 2023)

Based on the results of soil analysis and assessment of soil fertility status referring to (Pusat Penelitian Tanah Bogor, 1995), it shows that the fertility status of paddy and non-rice paddy fields in the IKN area is classified as low. Thus, it is clear that low rice productivity is due to not being supported by adequate soil fertility (research results). In comparison, rice productivity in East Kalimantan is only around 3-3.8 tonnes per hectare, while on the island of Java it reaches 5.6-5.8 tonnes per hectare of GKG.

Seeing conditions like this, the Government needs to optimize rice fields, especially rain-fed land by building water storage areas (dams) and irrigation support along with technology (Thanawong et al., 2014). In this case, water supply is an important factor to support rice production (Li et al., 2018). Low P content and low water availability are limiting factors that affect rice production.

From a demographic perspective, it is estimated that future population growth and arrivals will be greater in IKN, while it is feared that the capacity for food availability of rice will not be able to keep up with supplying its needs. This is what causes the deficit to occur not only in East Kalimantan but can cover the IKN area. In this case, the policy formulation (Russel & Turnpenny, 2009) and regulatory system (Radaelli, 2009) for the provision of rice food should be based on planned future research that is able to maintain the availability and stability of rice food in the long term (Timmer, 1996).

Research methods

This research uses the System Dynamics (SD) model. This model is an analytical tool for studying the interrelationships between elements and the impacts that arise when shocks occur in a system (Forrester, 1989). SD has been widely used in various studies. Studies related to the agricultural sector and its development include analyzing the eco-agricultural system in China (F. J. Li et al., 2012). Queenan used it to study animal husbandry and food systems in South Africa (Queenan et al., 2020). The study of complex global food systems is also approached with the SD model (Monasterolo et al., 2015). Meanwhile, a study of food security for subsistence farmers in the sub-Saharan region was carried out by Oyo and Kalema using System Dynamics as an analysis tool (Oyo & Kalema, 2016). Guma Rwashana and Oyo studied the food security of farming households from an SD perspective in Uganda (Guma et al., 2016). The data sources used in the research were through a focus group discussion (FGD) process with various stakeholders, in-depth interviews with farmers and field visits to rice fields. Other data sources used come from the government and the Central Statistics Agency. This research took soil samples to be tested in the laboratory. The aim is to determine the quality of IKN rice fields.

Results and Discussion

The supply and demand model for food (rice) in IKN is structured in a dynamic systemic form, and is therefore estimated using a System Dynamics approach. This systemic model is composed of three main sub-systems. Each of them is a Rice Demand sub-system, a Rice Supply sub-system and is also equipped with a Rice Supply sub-system. In the Demand sub-system, the rice demanded in the IKN area is closely related to the number of people living in the area and rice consumption per capita. The population used in this model is divided into groups of local residents, migrant State Civil Apparatus (ASN), including the police and TNI (Indonesian National Army) and workers who come to carry out physical construction at IKN.

Meanwhile, in the Supply sub-system, the rice produced is influenced by the area and productivity of the land as well as the yield of dry grain produced from rice production. The rice availability sub-system is closely related to the balance of demand and supply, the supply of rice by the government and the private sector as well as rice imports and exports. This rice import and export includes the movement of rice commodities, both between regions in East Kalimantan Province and between provinces. East Kalimantan generally imports rice from East Java Province and South Sulawesi Province. The relationships between variables in the overall model are shown in Figure 1 the following.

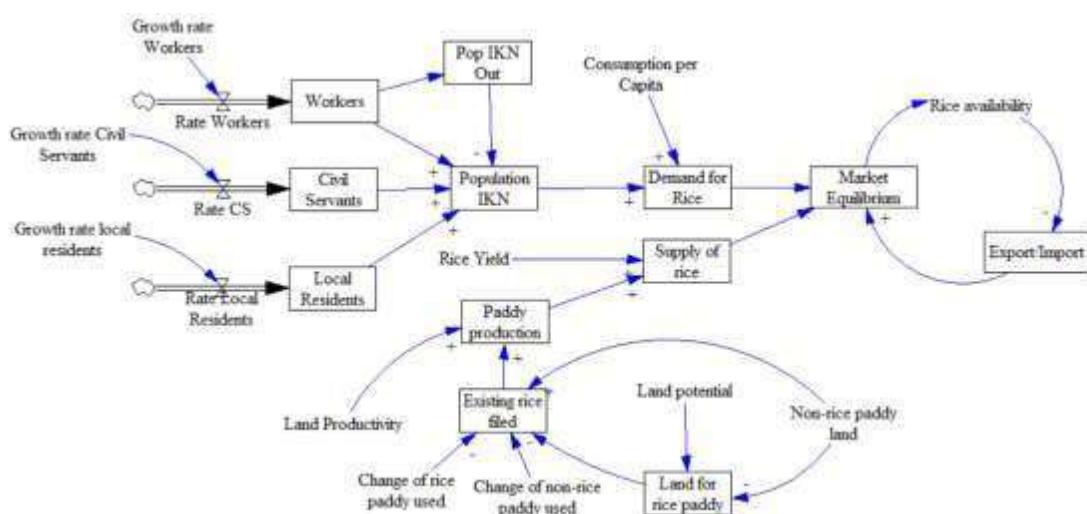


Figure 1. IKN Rice Demand and Supply Model

The results of the dynamic system model simulation in this study predict that the population in the IKN area in 2035 will be around 1.695 million people. This number is slightly larger than estimated by the IKN Authority. The IKN authority estimates that such a large population in the IKN area will only be reached at the end of 2045, while in 2035 the population will only reach 1.0 to 1.2 million people. Meanwhile, from a study by (Adi et al., 2021), it is estimated that the population in the IKN area in 2024 will be around 1.5 million people. The estimated number of IKN residents based on the dynamic model is presented in Figure 2

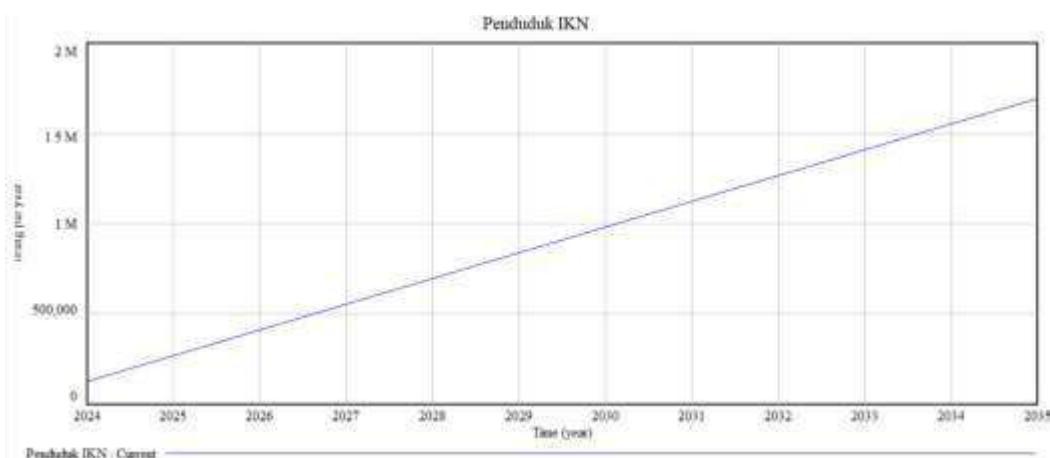


Figure 2 Estimated population of IKN 2024 -2035

The difference between the IKN population projection and the IKN authority is that the projected workforce entering is thought to have increased more than predicted by the government. The government regulates the number of residents who come, especially project workers and government officials, while other workers come with their own wishes and opportunities. City development affects population concentration and spatial expansion, causing a doubling of population concentration (Sato & Yamamoto, 2005). Furthermore, population concentration stimulates agglomeration concentration which requires production efficiency and economic value (Williamson, 1965) The effect of this concentration encourages spillovers (Arman et al., 2017) and expands economic and population concentration (Baldwin & Martin, 2004).

The increase in the number of people living in the IKN area will of course also increase demand for food, especially rice as the staple food. The increase in demand for rice from 2024 to 2035 does not apply linearly. The simulation results show a non-

linear increase, as does rice supply over the same time period. Supply and demand projections are presented in Figure 3.

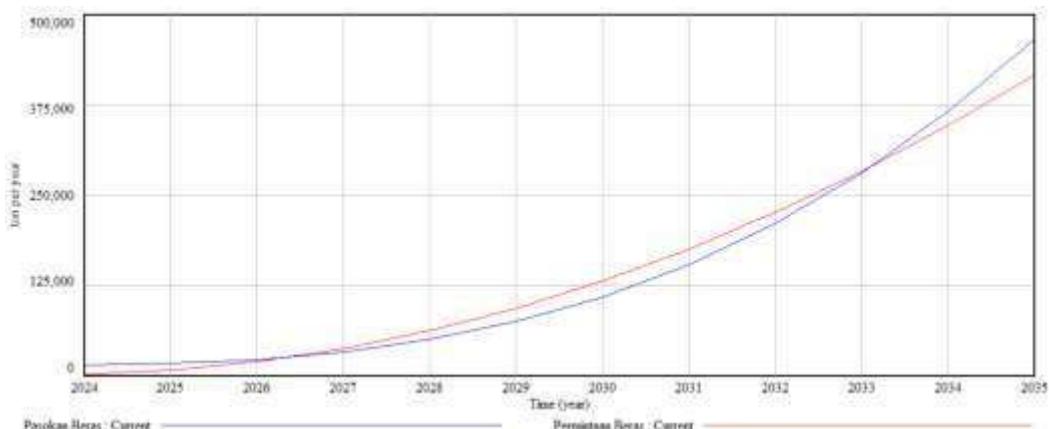


Figure 3. Supply and Demand for Rice in IKN 2024 – 2035

Figure 2 shows an interesting pattern of increasing trends in both demand and supply of rice in IKN. In the first two years, the IKN region still experienced a rice surplus because production exceeded demand. In this case, in 2025 the rice supply is estimated to be 16,755 tons while the demand for rice will be 15,625 tons. This number increased from the previous year when new residents began to arrive in the IKN area.

However, in the following years there was a rice deficit situation because demand for rice was greater than supply. This increase in demand is mainly due to the increasing number of residents who are expected to inhabit the IKN area. Because the population increases from year to year, the demand for rice will also increase. This population increase (starting in the third year) appears to be no longer fully met by rice agricultural production in this region. Although this situation is still helped by the supply of rice from the Babuluh District area in North Penajam Paser Regency and other sub-districts in Kutai Kartanegara Regency.

The deficit in supply and demand for rice in IKN from 2026 to 2033 occurs because rice productivity remains relatively constant, meanwhile the available land decreases and coupled with a decrease in quality, this will reduce rice production. This decline in conditions means that rice harvests and rice supplies are no longer able to support the increasing demand for rice due to population growth.

Bhandari & Mishra (2018) stated that the decline in rice supply was partly due to a demographic transformation which was marked by a reduction in the farmer

population from 20.84 percent to 19.21 percent (Dirmayanti et al., 2023). Another influence based on soil laboratory results shows that soil fertility in East Kalimantan is classified as very low. Most of the rice fields in IKN have low P, high Fe content and low soil pH. On the other hand, P has an important role in producing better rice grains (Wang et al., 2016).

Furthermore, the very high klei (clay) content of 57 percent affects water loss and water efficiency in paddy fields. This is what affects the relatively low productivity of rice fields around IKN. Currently, the productivity of GKG lowland rice is only around 3.7 tonnes/Ha (much smaller compared to Java). Furthermore, water problems cause agricultural costs to tend to be high/increase costs. The water storage area (dam) is still under construction and rice field irrigation is not yet available. Water management is not yet running well, as indicated by rivers often overflowing during the rainy season, while during the dry season the rice fields dry out.

During the deficit period, the IKN authority needs to implement policies to overcome the deficit in the long term by building infrastructure and human resources. This policy is to increase rice production through improving land quality, expanding rice planting areas, providing water dams, building irrigation and increasing farmer education and skills. On the other hand, the government continues to provide incentive policies such as providing fertilizer, superior seeds and protecting rice prices. The government routinely needs to carry out farmer training and education to improve the quality of farmers, especially young farmers. This is important capital to prepare skilled and reliable farmers in the future.

One of the efforts that must be made is to improve agricultural infrastructure in IKN. With the completion of the construction of the Semoi Dam in Sepaku, time is still needed before it can be used to increase rice production. This time lapse occurred because the construction of the dam also required the construction of other irrigation infrastructure facilities to channel water to rice fields. After the completion of irrigation development for agriculture and improvement of land quality, agricultural food (rice) production can be increased in recent years according to this model simulation. In this situation, it is predicted that rice supply will exceed demand.

Based on the calibration of P and K tests for lowland rice, the Soil Research Institute (Setyorini et al., 2004) has prepared recommendations for fertilizing the main macro nutrients P and K for lowland rice with superior varieties. P and K fertilizer dosages are based on the nutrient status of P and K extracted with 25% HCl, namely

low, medium and high. In P and K fertilization, the role of straw in this case is very important, because returning straw to rice fields will reduce the need for P and K fertilizer. Returning straw to rice fields is the right step, because embedding straw into rice fields can increase C levels. -soil organics and other nutrients. The basic principle of P fertilization is the P content in the soil, so that if the P content is relatively high (> 40 mg P₂O₅/100g), P fertilization can use a lower dose because it is intended only to replace the P taken up by the rice plants. However, if the P content is low to medium (<40 mg P₂O₅/100 g), then a higher amount of P fertilizer must be given, because this P fertilization is not only to replace the P taken up by plants but also to increase P levels in the soil. All P levels in the soil at the research location are classified as low to moderate (<40 mg P₂O₅/100 g), so it is recommended to carry out P nutrient fertilization. K fertilization is recommended to be added accompanied by returning harvested straw to the soil, this is because it is dominant K levels in the soil at the research location are low. Thus, in paddy fields that receive straw return, the K fertilizer dose will be lower compared to those without straw return. As for non-rice fields in the study area, it is necessary to provide K fertilizer and organic material.

Another affirmative policy is to protect rice fields through the implementation of Law (Undang Undang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, 2009). This law can be implemented through planning and establishing sustainable food farming areas. The designation of the IKN rice food area is an effort to protect rice fields so that their use is not converted. This law is the basis for developing consistent IKN spatial planning.

The implementation of this policy is part of a model simulation which shows that in 2033 there will be an increase in production of paddy, dry grain and rice so it is estimated that it can overcome the rice deficit problem. Apart from that, public policies that encourage changes in rice consumption patterns and replace it with other protein sources will be able to reduce per capita rice consumption from the original 110 kg/capita per year to even lower. Until the end of the simulation period in the model, rice supply will experience a surplus because production is greater than demand. In the model simulation, the total rice supply in 2035 is projected to reach 465 thousand tons, while demand reaches 424 thousand tons.

Conclusion

The results of the dynamic system model simulation show that the IKN region is still experiencing a rice surplus because production exceeded demand in the first year. In 2025, rice supply is estimated to be 16,755 tons, while rice demand will be 15,625 tons. Entering 2027, IKN will experience a rice deficit because demand for rice is greater than supply. The increase in demand was caused by an increase in the number of residents coming, namely State Civil Apparatus including the TNI and Police and their families as well as the arrival of physical construction workers at IKN. IKN infrastructure development also affects population concentration, thereby accelerating population growth exponentially. In this situation, IKN needs rice supplies from the Babuluh District area in North Penajam Paser Regency and other sub-districts in Kutai Kartanegara Regency (the area around IKN). This region plays a role in supplying rice during the rice deficit period which is estimated to be in 2027-2033.

The government implemented mitigation policies during the deficit process through improving land quality, expanding rice planting areas, providing water dams, building irrigation, protecting food plots and training and educating farmers. The construction of the Semoi Dam in Sepaku and irrigation can increase agricultural food (rice) production. Furthermore, improving land quality through adding organic material to the land to increase the availability of P elements so that the productivity of rice fields can increase. The next long-term effort is to improve soil properties through applying lime or applying organic fertilizer or inorganic synthetic fertilizer wisely according to the dosage. Next is embedding straw into the paddy soil to increase organic C levels. Land protection through the implementation of the policy of Law (UU) Number 41 of 2009 concerning Protection of Sustainable Food Agricultural Land. This policy is an effort to protect rice fields so that their use is not converted. IKN is projected to reach a supply surplus in 2035 if affirmation and mitigation policies are able to be operationalized consistently based on the dynamic system model in this research.

References

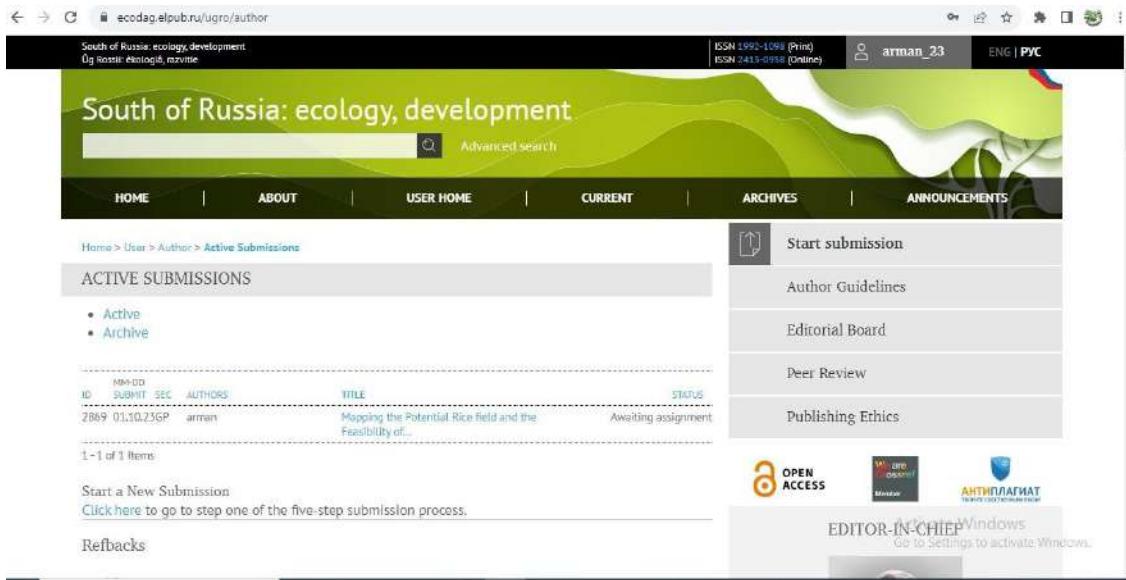
- Adi, A., Rachmina, D., & Krisnamurthi, Y. B. (2021). Neraca Ketersediaan Beras di Kalimantan Timur Sebagai Calon Ibukota Baru Indonesia dengan Pendekatan Sistem Dinamik. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 19(2), 207–218. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082>
- Arman, A., Hadi, S., Achsani, N. A., & Fauzi, A. (2017). Assessing the Effects of Inter-Regional Spillover and Feedback in Indonesia. *International Journal of Environmental Problems*, 3(1). <https://doi.org/10.13187/ijep.2017.1.13>
- Baldwin, R. E., & Martin, P. (2004). *Chapter 60 Agglomeration and regional growth* (pp. 2671–2711). [https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(04\)80017-8](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80017-8)
- Bappenas. (2019). *Kajian Pemindahan Ibu Kota Negara. Dialog Interaktif "Perpindahan Ibu Kota Negara: Urgensi dan Implementasinya.*
- Bhandari, H., & Mishra, A. K. (2018). Impact of demographic transformation on future rice farming in Asia. *Outlook on Agriculture*, 47(2), 125–132. <https://doi.org/10.1177/0030727018769676>
- Candra, K. P. (2021). Pembangunan Pertanian. In B. Saragih & P. A. R.U (Eds.), *Revitalisasi Pertanian Berbasis Ketahanan Pangan Dalam Rangka Optimalisasi Pembangunan Ekonomi Daerah Kalimantan Timur* (Pertama, pp. 130–135). deeppublish.
- Dirmayanti, N. I., Ayuningtyas, I., & Istiqomah, N. (2023). *Laporan Perekonomian Provinsi Kalimantan Timur 2023* (I. Ayuningtyas (ed.)). Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur.
- Forrester, J. W. (1989). Computer-Based Management of Complex Systems. In P. M. Milling & E. O. K. Zahn (Eds.), *Computer-Based Management of Complex Systems*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-74946-9>
- Guma, I. P., Rwashana, A. S., & Oyo, B. (2016). Household Food Security Policy Analysis: A System Dynamics Perspective. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(7), 278–285.
- Khasanah, I. N., Amelia, R. R., Rahmadhani, N., & Astuti, K. (2023). *Paddy Harvested Area and Production in Indonesia* (W. P. Buana, H. Ferdinan, S. Haryanto, & Suwarti (eds.)). Badan Pusat Statistik.
- Khasanah, I. N., Bimarta, Y., Wirawati, I., Astuti, K., & Ramdhani, D. M. (2022). *Paddy Harvested Area and Production in Indonesia 2021* (W. P. Buana, H. Ferdinan, S. Haryanto, & Suwarti (eds.)). Badan Pusat Statistik.

- Li, D., Nanseki, T., Chomei, Y., & Yokota, S. (2018). Production efficiency and effect of water management on rice yield in Japan: two-stage DEA model on 110 paddy fields of a large-scale farm. *Paddy and Water Environment*, 16(4), 643–654. <https://doi.org/10.1007/s10333-018-0652-0>
- Li, F. J., Dong, S. C., & Li, F. (2012). A system dynamics model for analyzing the eco-agriculture system with policy recommendations. *Ecological Modelling*, 227, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.12.005>
- Majid, M. A., Mahdalena, & Kusuma, D. I. T. (2023). *Paddy Harvested Area and Production in Kalimantan Timur Province 2022* (V. Azwar, Y. Wahyudin, & B. Manik (eds.)). Badan Pusat Statistik.
- Majid, M. A., & Mardhiah, A. (2022). *Paddy Harvested Area and Production in Kalimantan Timur 2021* (M. D. Prianto, A. S. Efendi, & E. Maskum (eds.)). Badan Pusat Statistik.
- Monasterolo, I., Pasqualino, R., & Mollona, E. (2015). The role of System Dynamics modelling to understand food chain complexity and address challenges for sustainability policies. *Semantic Scholar*, 1–15.
- Oyo, B., & Kalema, B. M. (2016). A System Dynamics Model for Subsistence Farmers' Food Security Resilience in Sub-Saharan Africa. *International Journal of System Dynamics Applications*, 5(1), 17–30. <https://doi.org/10.4018/IJSDA.2016010102>
- Prasetyo, O. R., Amelia, R. R., Astuti, K., Khasanah, I. N., Rahmadhani, N., & Poerwaningsih, R. (2020). *Paddy Harvested Area and Production in Indonesia 2019* (W. P. Buana, Kadir, D. Drajat, & Suwarti (eds.)). Badan Pusat Statistik.
- Prasetyo, O. R., Khasanah, I. N., Poerwaningsih, R., & Wirawati, I. (2021). *Paddy Harvested Area and Production in Indonesia 2020* (W. Pura Buana, Kadir, S. Haryanto, & Suwarti (eds.)). Badan Pusat Statistik.
- Pusat Penelitian Tanah Bogor. (1995). *Kombinasi Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburanya*. Pusat Penelitian Tanah Bogor.
- Queenan, K., Sobratee, N., Davids, R., Mabhaudhi, T., Chimonyo, M., Slotow, R., Shankar, B., & Häslер, B. (2020). A Systems Analysis and Conceptual System Dynamics Model of the Livestock-derived Food System in South Africa: A Tool for Policy Guidance. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 1–24. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2020.094.021>
- Radaelli, C. M. (2009). Measuring policy learning: regulatory impact assessment in Europe. *Journal of European Public Policy*, 16(8), 1145–1164.

<https://doi.org/10.1080/13501760903332647>

- Russel, D., & Turnpenny, J. (2009). The Politics of Sustainable Development in UK Government: What Role for Integrated Policy Appraisal? *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(2), 340–354.
<https://doi.org/10.1068/c0810j>
- Sadaruddin. (2021). Pembangunan Pertanian. In B. Saragih & P. A. R.U (Eds.), *Peningkatan Produksi Padi Gogo untuk Menunjang Ketahanan Pangan di Provinsi Kalimantan* (pp. 80–88). deepublish.
- Sato, Y., & Yamamoto, K. (2005). Population concentration, urbanization, and demographic transition. *Journal of Urban Economics*, 58(1), 45–61.
<https://doi.org/10.1016/j.jue.2005.01.004>
- Setyorini, D., Widowati, L. ., & Rochayati, S. (2004). *Teknologi pengelolaan hara lahan sawah intensifikasi*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanah Dan Agroklimat.
- Supriadi, A. (2021). Mungkinkah Kalimantan Timur Mencapai Kemandirian Pangan di Tahun 2025?*. *Buletin LOUPE*, 17(1), 15–20.
- Thanawong, K., Perret, S. R., & Basset-Mens, C. (2014). Eco-efficiency of paddy rice production in Northeastern Thailand: a comparison of rain-fed and irrigated cropping systems. *Journal of Cleaner Production*, 73, 204–217.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.067>
- Timmer, C. P. (1996). Does Bulog Stabilise Rice Prices in Indonesia? Should It Try? *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 32(2), 45–74.
<https://doi.org/10.1080/00074919612331336938>
- Undang Undang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, 1 (2009).
https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/UU_2009_41.pdf
- Wang, F., Rose, T., Jeong, K., Kretzschmar, T., & Wissuwa, M. (2016). The knowns and unknowns of phosphorus loading into grains, and implications for phosphorus efficiency in cropping systems. *Journal of Experimental Botany*, 67(5), 1221–1229. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv517>
- Williamson, J. G. (1965). Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of the Patterns. *Economic Development and Cultural Change*, 13(4, Part 2), 1–84. <https://doi.org/10.1086/450136>

1. Bukti Submit Jurnal South of Russia: ecology, development (Scopus). Judul: Mapping the Potential Rice Field and The Feasibility of Rice Farming Business in Ibu kota Negara (IKN).
https://ecodag.elpub.ru/ugro?locale=en_US

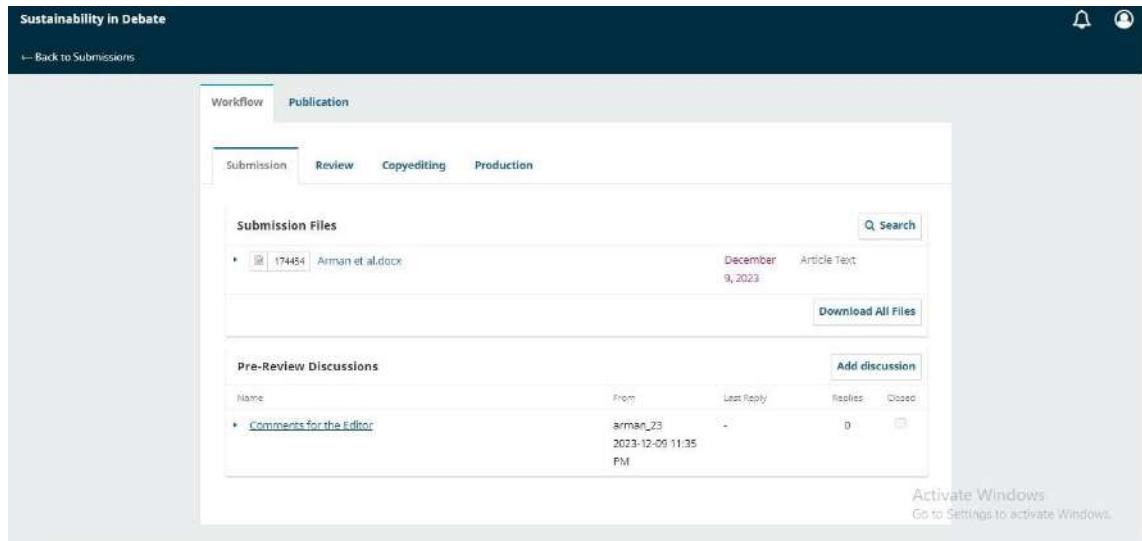


The screenshot shows the homepage of the journal "South of Russia: ecology, development". The top navigation bar includes links for HOME, ABOUT, USER HOME, CURRENT, ARCHIVES, and ANNOUNCEMENTS. A sidebar on the right provides links for Start submission, Author Guidelines, Editorial Board, Peer Review, and Publishing Ethics. The main content area displays a table for an active submission:

ID	MM-DD	BEST SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
2889	01.10.23GP		arman	Mapping the Potential Rice field and the Feasibility of...	Awaiting assignment

Below the table, it says "1-1 of 1 items". There is a link to "Start a New Submission" and a note: "Click [here](#) to go to step one of the five-step submission process." The footer features logos for OPEN ACCESS, Wiley Online Library, and ANTRALAFAT, along with a message about activating Windows.

2. Bukti Submit Jurnal Sustainability in Debate (Scopus). Judul: Projections and Policy on The Availability of Rice in Ibu Kota Negara (IKN). <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/about>



The screenshot shows the "Workflow" tab of the "Sustainability in Debate" journal submission page. It displays the following sections:

- Submission Files:** A table showing a single file: "174454 Arman et al.docx" uploaded on December 9, 2023, with a "Download All Files" button.
- Pre-Review Discussions:** A table showing a single discussion titled "Comments for the Editor" from user "arman_23" on December 09, 2023, at 11:35 PM. The status is "Closed".

The footer of the page includes a message: "Activate Windows Go to Settings to activate Windows."



PETA JALAN KETAHANAN PANGAN BERAS IBU KOTA NEGARA IKN, Kalimantan Timur (*Penelitian Fundamental Tahun ke-1*)

Dr. Arman – Universitas Trilogi
Heny Agustin, SP, M.Si – Universitas Trilogi
Dr. P. Setia Lenggono – Universitas Trilogi
Dr. Boedi Tjahjono – IPB University



Latar Belakang

- Perpindahan ibu kota negara membawa tantangan khususnya ketersediaan pangan beras.
- Saat ini produksi pangan beras di wilayah IKN tercatat surplus (BPS, 2023) tetapi peningkatan jumlah penduduk akan menyebabkan kebutuhan pangan di IKN juga ikut meningkat.
- Kawasan penyangga pangan menghadapi isu alih fungsi komoditi, alih fungsi lahan, isu banjir, kemasaman tanah, kekeringan, hama penyakit dsb yang mengancam ketahanan pangan (Santoso et al. 2011; Afrianto dan Santoso 2010; Firdaus, 2020)



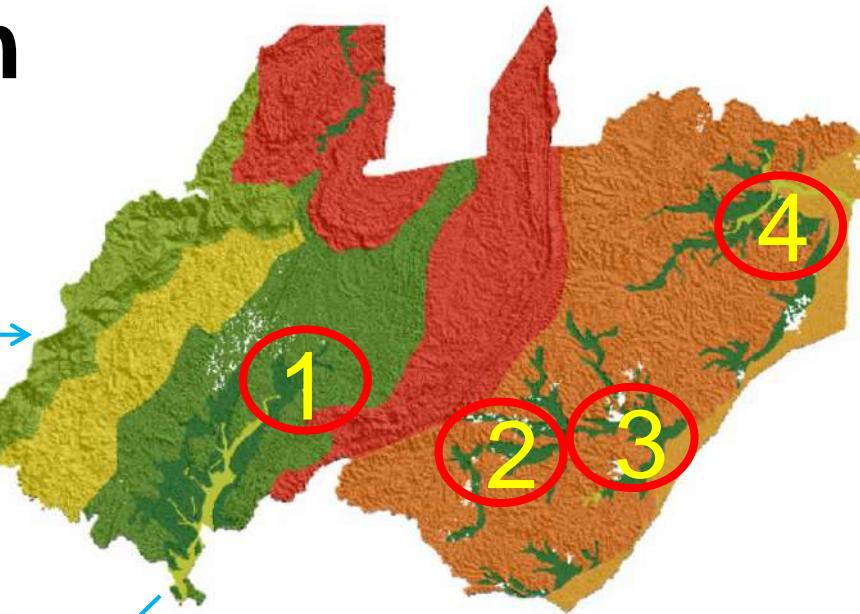
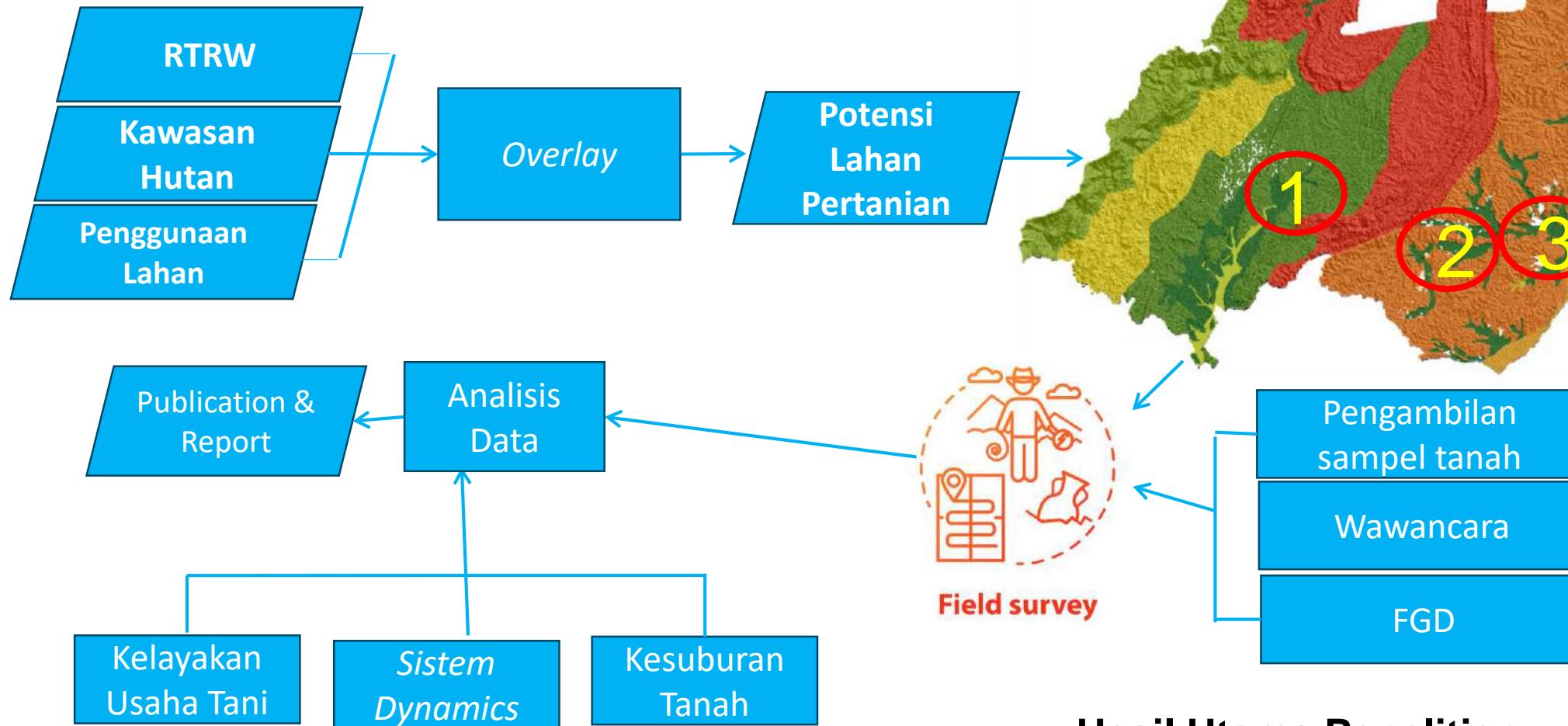
Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi potensi lahan pangan beras IKN;
2. Merancang dan memproyeksi produksi pangan beras IKN;
3. Memformulasi kelembagaan dan regulasi yang tepat untuk mendukung kemandirian pangan beras IKN berkelanjutan.

Novelty Penelitian

“Merancang persediaan dan *road map* pangan beras yang terintegrasi rantai pasok untuk menjamin ketersediaan pangan beras sesuai *carrying capacity* IKN”.

Metode Penelitian



Hasil Utama Penelitian:

1. Potensi lahan pertanian dan tingkat kesuburan tanah IKN
2. Proyeksi pasokan pangan beras IKN

Capaian Luaran

1. Mapping the potential rice field and the feasibility of rice farming business in Ibu Kota Negara (IKN), *Submitted* (awaiting assignment), South of Russia: ecology, development (Scopus).

https://ecodag.elpub.ru/ugro?locale=en_US

2. Projections and policy on the availability of rice in Ibu Kota Negara (IKN), *Submitted*, Sustainability in Debate (Scopus).

<https://periodicos.unb.br/index.php/sust/about>



(Bukti jurnal 1)



(Bukti jurnal 2)

3. Menyelenggarakan Seminar Hasil Penelitian dengan turut mengundang pembicara dari PT. SHS dan penanggap dari Dinas Ketahanan Pangan PPU, Kaltim

<https://www.youtube.com/watch?v=0QbecqeZHWE>



Hasil:

- Hasil *overlay* → (sawah eksisting 1,725.16 ha; non sawah = 27,474.47 ha). Karakteristik tanah di IKN: pH masam, kandungan Fe & Mn tinggi, N total rendah, P tersedia rendah (status kesuburan dikategorikan : rendah)
- IKN mengalami defisit sepanjang tahun 2027-2033 berdasarkan simulasi model *System Dynamic*.

Kesimpulan:

- Luas potensi lahan pertanian di IKN = 29,199.63 ha, tetapi memiliki tingkat kesuburan yang rendah sehingga perlu pengelolaan tanah untuk meningkatkan kualitas lahan.
- IKN mengalami defisit sepanjang tahun 2027-2033 dan diperkirakan kembali surplus setelah 2033

Saran:

- Perlunya penambahan parameter/indikator untuk memproyeksi kebutuhan pangan beras di IKN, seperti aspek mortalitas (kematian), faktor lingkungan/bencana alam, serta faktor kebijakan.

Rekomendasi:

- Pemerintah perlu peta jalan ketahanan pangan beras dengan menerapkan kebijakan melalui perbaikan kualitas lahan
- Perlu penambahan P, K, pengembalian jerami dan pengapuruan untuk meningkatkan kesuburan lahan
- Perluasan areal tanam padi
- Diversifikasi pangan non beras
- Penyediaan bendungan air dan pembangunan irigasi
- Perlindungan lahan pangan (LP2B)

Dokumentasi Penelitian di IKN



Wawancara dengan kelompok tani



Pengambilan data dengan drone



Pengambilan sampel tanah di IKN



FGD di Kab. Penajam Paser Utara



Audiensi dengan Dinas Ketahanan Pangan, Kutai Kartanegara



Kegiatan Pemaparan Hasil Penelitian ke Publik

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. ARMAN S.P, M.S.I

Alamat : pakuan regency cluster linggabuana

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 0536/E5/PG.02.00/2023 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 1439/LL3/AL.04/2023, 004/TRILOGI/LPPM/KP/VII/2023 mendapatkan Anggaran Penelitian Peta Jalan Ketahanan Pangan Beras Ibu Kota Negara Sebesar 113,200,000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan ATK (Notebook, Pulpen, Spidol, Map, Lakban, Flip Chart, Label, Tali Rafia, Pembolong Kertas), Spanduk FGD, Plastik, Karung, Peta Tanah.	9,302,592
02	Pengumpulan Data Konsumsi Snack dan Makan Besar FGD, Uang Harian Perjalanan Dinas, Tiket Pulang-Berangkat Jakarta-Balikpapan, Sewa Mobil di Lokasi Penelitian, Penginapan di Lokasi Penelitian, HR Petugas Survei Lapangan, HR Sekretariat Peneliti.	50,953,646
03	Analisis Data(Termasuk Sewa Peralatan Sewa Bor Tanah, Sewa GPS, Sewa Drone, HR Pengolah Data Kuantitatif, HR Pengolah Data Spasial, HR Pengolah Data Digital, Biaya Uji Tanah di Laboratorium, Biaya Konsumsi Rapat.	38,148,125
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Biaya Konsumsi Rapat Pembuatan Laporan dan Luaran, Biaya Publikasi Jurnal Internasional.	14,795,637
05	Lain-lain	0
	Jumlah	113,200,000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19-12-2023

Ketua,



(Dr. ARMAN S.P, M.S.I)
NIP/NIK 3201292304790004