PETUNJUK TEKNIS

PENENTUAN METODE ANALISIS BERBASIS SAINTEK

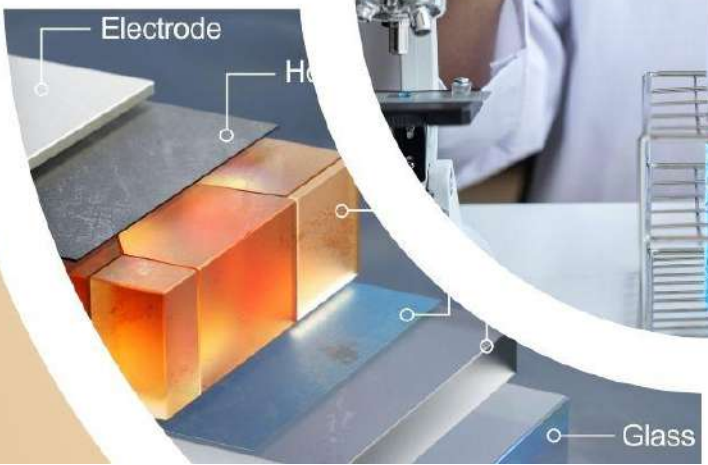
BADAN RISET DAN INOVASI DAERAH
KABUPATEN KUTAI TIMUR

TAHUN 2026











PETUNJUK TEKNIS PENENTUAN METODE ANALISIS BERBASIS SAINTEK BADAN RISET DAN INOVASI KABUPATEN KUTAI TIMUR

Penyusun
Aveni Christy Keintjem

Instansi
Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA)
Kabupaten Kutai Timur

Tahun Penyusunan
2026

Dokumen ini disusun untuk
Keperluan internal BRIDA Kabupaten Kutai Timur sebagai acuan dalam penentuan metode analisis berbasis saintek.

© Hak Cipta Milik Badan Riset dan Inovasi Daerah
Kabupaten Kutai Timur
2026
Hak Cipta dilindungi

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari Badan Riset dan Inovasi Daerah Kabupaten Kutai Timur, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, fotocopy, microfilm, dan sebagainya.

RINGKASAN

Petunjuk Teknis (Juknis) Penentuan Metode Analisis Berbasis Saintek ini disusun sebagai acuan bagi periset dan tenaga fungsional di lingkungan BRIDA Kabupaten Kutai Timur dalam menentukan metode analisis saintek yang tepat sesuai dengan objek dan tujuan kajian.

Latar belakang penyusunan juknis ini adalah beragamnya latar belakang pendidikan periset di BRIDA, serta meningkatnya kebutuhan kajian berbasis saintek seiring dengan arah pembangunan daerah yang tertuang dalam RPJMD 2025-2029 dan RIPJ PID, termasuk di dalamnya pendaftaran Indikasi Geografis (IG) untuk produk unggulan daerah seperti Gula Aren Genjah.

Juknis ini mengklasifikasikan objek analisis saintek ke dalam sembilan klaster, yaitu: (A) Pangan & Produk Olahan Pangan, (B) Oleokimia & Turunan Lemak/Minyak, (C) Biomaterial & Serat Alami, (D) Bioenergi & Turunan Fermentasi, (E) Pupuk, Pakan, & Produk Lingkungan, (F) Tanah & Lingkungan Tumbuh, (G) Energi Terbarukan (Sel Surya), (H) Indikasi Geografis (IG), (I) Benih/Bibit & Bahan Tanam, dan (J) Kualitas Udara & Emisi.

Setiap klaster dilengkapi dengan daftar metode uji yang disusun berdasarkan format baku: Tujuan Analisis → Parameter → Metode Uji → Deskripsi Singkat & Pertimbangan → Relevansi dengan Turunan. Juknis ini juga dilengkapi dengan panduan alur pikir pemilihan metode yang sederhana dan mudah diikuti.

Dengan adanya juknis ini, diharapkan proses penyusunan kajian berbasis saintek di lingkungan BRIDA menjadi lebih terstruktur, konsisten, dan efisien, serta dapat menjadi acuan bagi tim pengendali mutu dalam melakukan evaluasi.

PRAKATA

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga Petunjuk Teknis Panduan Penentuan Metode Analisis Berbasis Saintek ini dapat diselesaikan.

Juknis ini disusun untuk menjawab kebutuhan akan panduan praktis dalam menentukan metode analisis saintek yang tepat, relevan, dan sesuai dengan tujuan kajian di lingkungan BRIDA Kabupaten Kutai Timur. Kami menyadari bahwa tidak semua periset memiliki latar belakang yang sama dalam hal metodologi pengujian laboratorium. Oleh karena itu, juknis ini hadir sebagai acuan bersama yang dapat digunakan oleh seluruh periset, baik yang berlatar belakang saintek maupun sosial humaniora.

Kami berharap juknis ini dapat bermanfaat bagi peningkatan kualitas kajian berbasis saintek di lingkungan BRIDA Kabupaten Kutai Timur, serta pada akhirnya dapat berkontribusi pada pembangunan daerah yang lebih baik, berkelanjutan, dan berbasis ilmu pengetahuan.

Sangatta, 23 April 2026
Kepada Badan Riset dan Inovasi Daerah
Kabupaten Kutai Timur



Juliansyah, S.Hut
Pembina Utama Muda (VI/c)
NIP 197307092001121001

DAFTAR ISI

RINGKASAN ii
PRAKATA iii
DAFTAR ISI iv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Juknis 2
1.3 Ruang Lingkup 3
1.4 Cara Penggunaan Juknis 3
BAB II KLASIFIKASI OBJEK ANALISIS SAINTEK 5
2.1 Prinsip Klasifikasi Objek Analisis 5
2.2 Sepuluh Klaster Objek Analisis 5
2.3 Matriks Kesesuaian: Komoditas Unggulan dan Program Prioritas ke dalam Klaster 7
2.4 Cara Menggunakan Klasifikasi Ini 9
2.5 Pengembangan Klaster ke Depan 10
BAB III PANDUAN PEMILIHAN METODE ANALISIS SAINTEK 11
3.1 Diagram Alur Penentuan Metode 11
3.2 Contoh Penerapan Alur 11
3.3 Kriteria Pemilihan Laboratorium Eksternal 12
3.4 Langkah-langkah Kerja Sama dengan Pihak Ketiga 12
BAB IV DAFTAR METODE PER KLASTER 14
4.1 Klaster A: Pangan & Produk Olahan Pangan 14
4.2 Klaster B: Oleokimia & Turunan Lemak/Minyak 23
4.3 Klaster C: Biomaterial & Serat Alami 27
4.4 Klaster D: Bioenergi & Turunan Fermentasi 30
4.5 Klaster E: Pupuk, Pakan, & Produk Lingkungan 33
4.6 Klaster F: Tanah & Lingkungan Tumbuh 36
4.7 Klaster G: Energi Terbarukan (Sel Surya / Modul Fotovoltaik) 41
4.8 Klaster H: Indikasi Geografis (IG) 46
4.9 Klaster I: Benih/Bibit & Bahan Tanam 53
4.10 Klaster J: Kualitas Udara & Emisi 57
BAB V PENUTUP 65
5.1 Kesimpulan 65

5.2 Saran dan Rekomendasi 65
5.2.1 Bagi Pengguna Juknis 65
5.2.2 Bagi Tim Pengendali Mutu 66
5.2.3 Bagi Pengembangan Juknis ke Depan 66
DAFTAR PUSTAKA 67

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) sebagai unsur pendukung riset dan inovasi di lingkungan Pemerintah Kabupaten Kutai Timur memiliki peran strategis dalam menghasilkan kajian-kajian yang berbasis ilmiah untuk mendukung pembangunan daerah. Tugas dan fungsi BRIDA tidak hanya terbatas pada pelaksanaan penelitian, tetapi juga mencakup fasilitasi, koordinasi, dan pengendalian mutu terhadap berbagai kegiatan riset dan inovasi yang dilakukan baik oleh internal BRIDA maupun oleh perangkat daerah lainnya.

Seiring dengan arah pembangunan Kabupaten Kutai Timur yang tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2025-2029 serta Rencana Induk dan Peta Jalan Pemajuan IPTEK di Daerah (RIPJ PID), pendekatan berbasis sains dan teknologi (saintek) menjadi semakin penting. RIPJ PID menekankan pentingnya penguatan riset dan inovasi yang responsif terhadap kebutuhan daerah, serta pemajuan IPTEK sebagai fondasi pembangunan berkelanjutan. Berbagai program prioritas dalam RPJMD, seperti hilirisasi komoditas unggulan, diversifikasi energi, ketahanan pangan, dan pengembangan ekonomi berbasis sumber daya lokal, memerlukan kajian yang didukung oleh data dan analisis yang akurat, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Salah satu program yang semakin relevan dan membutuhkan pendekatan saintek adalah pendaftaran Indikasi Geografis (IG) untuk produk-produk unggulan daerah, seperti Gula Aren Genjah. Proses pendaftaran IG memerlukan dokumen deskripsi yang antara lain memuat bukti-bukti ilmiah tentang keunikan produk yang terkait dengan faktor alam (tanah, iklim) dan faktor manusia (proses produksi tradisional). Bukti-bukti ini diperoleh melalui berbagai uji laboratorium, seperti uji tanah, uji profil mineral produk, uji senyawa volatil, serta uji cita rasa. Ketidaktahuan tentang parameter dan metode uji yang tepat menjadi kendala serius dalam penyusunan dokumen IG, yang berpotensi menghambat proses pendaftaran dan pengakuan atas kekhasan produk daerah.

Namun demikian, tidak semua periset dan tenaga fungsional di lingkungan BRIDA memiliki latar belakang pendidikan saintek. Sebagian berlatar belakang sosial humaniora (soshum), sehingga ketika berhadapan dengan tugas kajian yang memerlukan metode analisis saintek — seperti uji laboratorium terhadap tanah, produk pangan, bahan baku industri, material energi terbarukan, atau uji keaslian produk untuk dokumen IG — sering mengalami kesulitan dalam menentukan metode uji yang tepat dan relevan. Di sisi lain, meskipun sebagian periset berlatar belakang saintek, variasi bidang keilmuan yang beragam (fisika, kimia, biologi, pertanian, dll) menyebabkan tidak semua orang memiliki pengetahuan yang cukup tentang metode uji di luar bidang keahliannya.

Kondisi ini menimbulkan beberapa permasalahan konkret di lapangan. Pertama, bagi anggota tim yang bertugas menyusun dokumen teknis berbasis saintek — baik untuk keperluan IG, kajian mutu produk, maupun penelitian komoditas unggulan — seringkali mereka mengetahui bahwa perlu dilakukan uji, tetapi tidak mengetahui parameter apa yang harus diuji dan metode apa yang paling sesuai. Akibatnya, proses penyusunan dokumen menjadi tidak efisien, rawan kesalahan, dan sangat bergantung pada "mencontoh dokumen lain" tanpa pemahaman yang memadai. Kedua, bagi tim pengendali mutu yang bertugas mengevaluasi usulan kajian atau dokumen teknis yang diajukan, perbedaan latar belakang pendidikan sering menjadi kendala dalam memastikan apakah parameter dan metode uji yang dipilih sudah tepat dan memenuhi standar ilmiah.

Oleh karena itu, diperlukan suatu dokumen panduan yang dapat menjadi acuan bersama bagi seluruh periset di BRIDA — baik yang berlatar belakang saintek maupun soshum — dalam menentukan metode analisis saintek yang tepat sesuai dengan objek kajian yang dihadapi. Dokumen panduan ini juga diharapkan menjadi alat bantu bagi tim pengendali mutu dalam melakukan evaluasi, dengan menyediakan parameter baku dan metode standar yang dapat dirujuk. Dengan adanya Juknis Penentuan Metode Analisis Berbasis Saintek ini, diharapkan setiap kajian yang dilakukan oleh BRIDA — baik yang berkaitan dengan komoditas unggulan, pendaftaran Indikasi Geografis, diversifikasi energi, program prioritas daerah, maupun isu strategis lainnya — dapat dilaksanakan dengan pendekatan metodologis yang lebih terstruktur, konsisten, dan berkualitas, sejalan dengan amanat RPJMD dan RIPJ PID.

1.2 Tujuan Juknis

Juknis ini disusun dengan tujuan sebagai berikut:

1. Memberikan panduan bagi periset dan tenaga fungsional di lingkungan BRIDA dalam menentukan metode analisis saintek yang tepat sesuai dengan objek dan tujuan kajian, termasuk untuk keperluan penyusunan dokumen teknis seperti pendaftaran Indikasi Geografis.
2. Menjadi acuan bagi tim pengendali mutu dalam mengevaluasi usulan kajian yang menggunakan pendekatan saintek, sehingga tercipta konsistensi dan standar mutu yang sama.
3. Menyediakan referensi parameter dan metode standar untuk berbagai jenis uji yang paling sering dibutuhkan dalam kajian-kajian BRIDA, termasuk uji untuk keperluan Indikasi Geografis yang memiliki karakteristik khusus (seperti uji keunikan produk, uji korelasi tanah-produk, dan uji sensori).
4. Meningkatkan kualitas hasil kajian yang dihasilkan oleh BRIDA, khususnya kajian-kajian yang berkaitan dengan program prioritas daerah yang memerlukan data dan analisis berbasis saintek.
5. Memfasilitasi kolaborasi antara periset dengan latar belakang yang beragam (saintek dan soshum) dengan menyediakan bahasa yang sama dalam merancang kebutuhan analisis saintek.

1.3 Ruang Lingkup

Juknis ini mencakup panduan penentuan metode analisis saintek untuk objek-objek kajian yang relevan dengan tugas dan fungsi BRIDA. Ruang lingkup juknis ini adalah sebagai berikut:

1. Fokus awal juknis ini adalah pada metode analisis untuk komoditas unggulan Kabupaten Kutai Timur beserta turunannya, yang meliputi kelapa sawit, kakao, nenas, pisang, dan aren. Pemilihan fokus ini didasarkan pada arah kebijakan hilirisasi dan pengembangan ekonomi berbasis sumber daya lokal sebagaimana tertuang dalam RPJMD, dan Produk Unggulan Daerah (PUD) pada RIPJ PID.
2. Selain komoditas unggulan, juknis ini juga membuka kemungkinan perluasan untuk objek kajian lain yang sesuai dengan 50 Program Unggulan Bupati Kutai Timur Tahun 2025-2029 serta permasalahan prioritas dalam RPJMD dan RIPJ PID yang memerlukan pendekatan analisis berbasis saintek.
3. Klaster khusus Indikasi Geografis ditambahkan sebagai klaster tersendiri (Klaster H) untuk mengakomodir kebutuhan uji yang spesifik dalam proses pendaftaran IG, seperti uji korelasi tanah-produk, uji keunikan produk, uji cita rasa, dan uji profil mineral. Pemisahan ini dilakukan karena uji untuk keperluan IG memiliki karakteristik yang berbeda dengan uji pangan pada umumnya, terutama dalam hal tujuan pembuktian keunikan dan kaitan dengan faktor alam serta faktor manusia.
4. Juknis ini disusun dengan pendekatan klasifikasi berbasis klaster objek analisis (sebagaimana diuraikan dalam Bab 2), sehingga pengguna dapat dengan mudah menyesuaikan panduan ini untuk objek kajian lain yang mungkin muncul di masa mendatang, sepanjang objek tersebut masuk ke dalam salah satu klaster yang telah tersedia atau dapat ditambahkan sebagai klaster baru dalam pengembangan selanjutnya.
5. Juknis ini berfokus pada panduan pemilihan metode analisis, bukan pada petunjuk teknis pelaksanaan uji di laboratorium. Untuk metode yang memerlukan pelaksanaan teknis secara detail, pengguna disarankan merujuk pada standar metode (SNI, ISO, ASTM, AOAC, dll) yang disebutkan dalam juknis ini.
6. Juknis ini tidak mencakup metode analisis untuk objek kajian di luar klaster yang telah ditetapkan, namun dapat dikembangkan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan organisasi dan prioritas pembangunan daerah.

1.4 Cara Penggunaan Juknis

Agar juknis ini dapat digunakan secara optimal, pengguna disarankan untuk mengikuti langkah-langkah berikut:

Tahap 1: Identifikasi Objek dan Tujuan Kajian

- Tentukan secara jelas objek kajian yang akan dianalisis (misal: gula aren, tanah perkebunan sawit, serat nenas, modul sel surya, dll).
- Rumuskan tujuan analisis: apa yang ingin diketahui dari objek tersebut? (misal: kadar gula reduksi, karakteristik kesuburan tanah, kekuatan tarik serat, efisiensi konversi sel surya, dll).

Tahap 2: Cocokkan dengan Klaster yang Tersedia

- Lihat Bab 2 untuk memahami klasifikasi klaster objek analisis.
- Tentukan klaster mana yang paling sesuai dengan objek kajian Anda (misal: produk gula aren masuk ke Klaster A: Pangan; uji tanah masuk ke Klaster F: Tanah; sel surya masuk ke Klaster G: Energi Terbarukan).

Tahap 3: Tentukan Tujuan Analisis dan Parameter yang Relevan

- Buka Bab 4 sesuai dengan klaster yang telah ditentukan.
- Pada bab klaster tersebut, pilih Tujuan Analisis yang paling sesuai dengan kebutuhan kajian Anda (misal: untuk gula aren, Anda mungkin memerlukan Tujuan 2: Komposisi Gizi dan Mutu, serta Tujuan 5: Karakteristik Sensori dan Cita Rasa).
- Dari tujuan yang dipilih, identifikasi parameter apa saja yang perlu diuji.
- Perhatikan kolom Relevansi dengan Turunan untuk memastikan parameter yang dipilih memang sesuai dengan objek kajian Anda.

Tahap 4: Tentukan Metode Uji dan Rencanakan Pelaksanaan

- Dari parameter yang telah ditentukan, lihat metode uji yang direkomendasikan.
- Identifikasi apakah metode tersebut dapat dilaksanakan dengan peralatan dan sumber daya yang tersedia di internal BRIDA.
- Jika diperlukan kerja sama dengan laboratorium eksternal (universitas, lembaga riset, laboratorium komersial), siapkan rencana koordinasi dan anggaran yang diperlukan.

BAB II
KLASIFIKASI OBJEK ANALISIS SAINTEK

2.1 Prinsip Klasifikasi Objek Analisis

Sebelum masuk ke dalam klasifikasi, perlu dipahami bahwa juknis ini menggunakan pendekatan **klasifikasi berbasis karakteristik objek**, bukan berbasis sektor atau komoditas. Pendekatan ini dipilih karena:

1. **Lebih fleksibel** — objek kajian yang berbeda (misal: gula aren dari komoditas unggulan vs sel surya dari program energi) dapat masuk ke dalam klaster yang berbeda sesuai dengan karakteristik fisik, kimia, atau biologinya, bukan berdasarkan asal usul programnya.
2. **Lebih mudah diperluas** — ketika di masa depan muncul objek kajian baru (misal: uji kualitas air sungai, uji emisi kendaraan, uji material bangunan), pengguna dapat dengan mudah menentukan klaster mana yang relevan berdasarkan karakteristik objeknya.
3. **Lebih ramah bagi pengguna non-saintek** — karena klasifikasi didasarkan pada "objek apa yang sedang diuji" (pangan, tanah, serat, dll) yang relatif mudah dikenali, bukan pada sektor atau program yang mungkin tidak familiar.

Dengan prinsip ini, **komoditas unggulan dan turunannya** tetap menjadi salah satu sumber utama objek kajian, tetapi tidak menjadi satu-satunya penentu klasifikasi. Selain itu, kebutuhan khusus untuk **pendaftaran Indikasi Geografis (IG)** yang memiliki karakteristik uji lintas-klaster juga diakomodir dalam klaster tersendiri.

2.2 Sepuluh Klaster Objek Analisis

Berdasarkan karakteristik objek dan jenis analisis yang umum dilakukan dalam kajian-kajian di BRIDA, objek-objek analisis saintek dikelompokkan ke dalam **sepuluh klaster** berikut:

Kode	Klaster	Deskripsi Singkat	Contoh Objek Kajian
A	Pangan & Produk Olahan Pangan	Produk yang dikonsumsi langsung atau digunakan sebagai bahan pangan	Gula aren, tepung pisang, dodol, selai nenas, susu kental manis, yogurt, anggur palma
B	Oleokimia & Turunan Lemak/Minyak	Produk turunan dari minyak/lemak untuk industri non-pangan	CPO, minyak inti sawit, biodiesel, asam lemak

Kode	Klaster	Deskripsi Singkat	Contoh Objek Kajian
			sawit, fatty alcohol, kosmetik, farmasi
C	Biomaterial & Serat Alami	Material berbasis biomassa untuk bahan baku industri	Serat nenas, serat pisang, kayu aren, anyaman, plastik filler
D	Bioenergi & Turunan Fermentasi	Produk dari proses fermentasi atau konversi biomassa menjadi energi	Bioetanol dari aren, biodiesel, biogas, enzim dari nenas
E	Pupuk, Pakan, & Produk Lingkungan	Produk untuk pertanian, peternakan, dan perbaikan lingkungan	Pupuk organik dari kakao shell, pakan ternak dari ampas aren, kompos
F	Tanah & Lingkungan Tumbuh	Media tumbuh tanaman dan karakteristik lingkungan yang mempengaruhi produk	Tanah perkebunan sawit, tanah aren, tanah kakao
G	Energi Terbarukan (Sel Surya)	Perangkat dan material untuk konversi energi surya menjadi listrik	Modul sel surya, panel fotovoltaik, material semikonduktor
H	Indikasi Geografis (IG)	Uji khusus untuk keperluan pendaftaran IG (lintas-klaster)	Dokumen deskripsi IG Gula Aren Genjah, IG kakao, IG kopi
I	Benih/Bibit & Bahan Tanam	Bibit tanaman dan media tanam untuk budidaya	Bibit sawit lokal, bibit kakao, bibit aren, media tanam polybag
J	Kualitas Udara & Emisi	Udara ambien serta emisi dari berbagai sumber pencemar	Transportasi, industri, pembangkit listrik, pembakaran terbuka

Kesepuluh klaster di atas bersifat dinamis dan dapat ditambahkan di masa mendatang sesuai dengan kebutuhan kajian baru. Klaster H (IG) bersifat lintas-klaster — artinya metode yang tercantum di dalamnya merujuk pada metode dari klaster A, F, atau lainnya,

tetapi dengan penekanan pada tujuan pembuktian keunikan dan kaitan dengan daerah asal. Jika Anda menghadapi objek kajian yang tidak masuk ke dalam kesembilan klaster ini, silakan berkonsultasi dengan tim pengendali mutu untuk kemungkinan penambahan klaster baru.

2.3 Matriks Kesesuaian: Komoditas Unggulan dan Program Prioritas ke dalam Klaster

Matriks ini berfungsi untuk menunjukkan bahwa objek kajian dari berbagai sumber (komoditas unggulan, program prioritas bupati, permasalahan RPJMD, RIPJ PID serta kebutuhan IG) dapat dimasukkan ke dalam klaster yang telah ditentukan. Matriks ini juga memudahkan pengguna yang berasal dari latar belakang program atau komoditas tertentu untuk menemukan klaster yang relevan.

Sumber Objek Kajian	Contoh Objek	Klaster yang Relevan
Komoditas Unggulan: Sawit	CPO, minyak goreng, margarin, shortening	A (Pangan), B (Oleokimia)
	Biodiesel, pelumas, asam lemak sawit	B (Oleokimia), D (Bioenergi)
	Kosmetik, farmasi	B (Oleokimia)
	Limbah sawit untuk kompos	E (Pupuk, Pakan)
Komoditas Unggulan: Kakao	Bubuk kakao, paste, concentrate	A (Pangan)
	Cocoa butter, fatty acid	B (Oleokimia)
	Pupuk hijau dari shell, single cell protein	E (Pupuk, Pakan)
	Biogas dari pulp	D (Bioenergi)
Komoditas Unggulan: Nenas	Selai, dodol, fruit leather, bubuk instan	A (Pangan)

Sumber Objek Kajian	Contoh Objek	Klaster yang Relevan
	Serat nenas	C (Biomaterial)
	Enzim bromelain	D (Bioenergi)
	Nata de pina	A (Pangan)
Komoditas Unggulan: Pisang	Tepung pisang, selai, keripik	A (Pangan)
	Serat pisang untuk tekstil	C (Biomaterial)
Komoditas Unggulan: Aren	Gula aren (semua bentuk), kolang kaling, anggur palma	A (Pangan)
	Kayu aren, anyaman, sapu lidi	C (Biomaterial)
	Pakan ternak, pupuk organik dari ampas	E (Pupuk, Pakan)
	Bioetanol	D (Bioenergi)
Program Diversifikasi Energi	Sel surya, panel fotovoltaik	G (Energi Terbarukan)
Kebutuhan Indikasi Geografis (IG)	Gula Aren Genjah, kakao IG	H (IG) — merujuk ke A, F
Pengembangan Bibit Unggul Lokal	Bibit sawit lokal, bibit kakao adaptif	I (Benih/Bibit & Bahan Tanam)
Transportasi pelajar	Uji emisi kendaraan	J (Kualitas Udara & Emisi)

Sumber Objek Kajian	Contoh Objek	Klaster yang Relevan
Program Lain (potensi ke depan)	Uji kualitas air sungai	(Klaster baru: Air & Lingkungan)
	Uji material bangunan	(Klaster baru: Material Konstruksi)

Penjelasan Matriks:

- Baris-baris pertama menunjukkan bahwa komoditas unggulan (sawit, kakao, nenas, pisang, aren) beserta turunannya telah terpetakan ke dalam klaster A, B, C, D, E.
- Baris Program Diversifikasi Energi menunjukkan bahwa sel surya (yang bukan berasal dari komoditas unggulan) masuk ke klaster G.
- Baris Kebutuhan Indikasi Geografis (IG) menunjukkan bahwa untuk keperluan pendaftaran IG, pengguna sebaiknya merujuk ke Klaster H yang kemudian akan mengarahkan ke metode-metode di klaster A dan F.
- Baris Pengembangan Bibit Unggul Lokal menunjukkan bahwa kajian bibit (seperti bibit sawit lokal) masuk ke Klaster I.
- Baris Program Lain (potensi ke depan) menunjukkan bahwa juknis ini terbuka untuk penambahan klaster baru. Kolom "Klaster yang Relevan" diisi dengan tanda "(Klaster baru: ...)" untuk menunjukkan bahwa saat ini belum tersedia, tetapi dapat dikembangkan.

2.4 Cara Menggunakan Klasifikasi Ini

Bagi pengguna juknis, langkah-langkah menggunakan klasifikasi ini adalah:

1. Identifikasi objek kajian Anda (misal: Anda sedang mengkaji gula aren dari komoditas aren, atau Anda sedang mengkaji sel surya untuk program energi terbarukan, atau Anda sedang menyusun dokumen deskripsi IG Gula Aren Genjah).
2. Lihat Matriks Kesesuaian (sub-bab 2.3) untuk menemukan klaster yang relevan:
    - Jika objek Anda berasal dari komoditas unggulan, cari pada baris komoditas tersebut.
    - Jika objek Anda adalah untuk keperluan pendaftaran IG, langsung menuju ke Klaster H.
    - Jika objek Anda adalah kajian bibit tanaman, langsung menuju ke Klaster I.

- Jika objek Anda berasal dari program prioritas lain, cari pada baris program terkait.
- Jika objek Anda belum tercantum dalam matriks, konsultasikan dengan tim pengendali mutu.

3. Buka Bab 4 sesuai dengan klaster yang telah ditentukan (A, B, C, D, E, F, G, H, atau I) untuk melihat daftar metode uji yang tersedia.
    - Khusus untuk Klaster H (IG), metode yang disajikan bersifat rujukan ke klaster A dan F, karena uji untuk IG pada dasarnya menggunakan metode yang sama dengan uji pangan dan tanah, tetapi dengan tujuan dan interpretasi yang berbeda.
    - Khusus untuk Klaster I (Benih/Bibit), beberapa metode merujuk ke klaster F (untuk media tanam) dan klaster A (untuk analisis jaringan tanaman), ditambah dengan metode spesifik untuk parameter morfologi bibit.
4. Jika objek Anda belum memiliki klaster, maka Anda sedang mengidentifikasi kebutuhan untuk penambahan klaster baru. Dokumentasikan objek dan jenis analisis yang diperlukan, lalu usulkan kepada tim pengendali mutu untuk pengembangan juknis selanjutnya.

2.5 Pengembangan Klaster ke Depan

Juknis ini disusun dengan kesadaran bahwa tidak semua objek kajian yang akan dihadapi BRIDA di masa depan dapat diantisipasi saat ini. Oleh karena itu, struktur klaster dalam juknis ini bersifat terbuka untuk dikembangkan.

Beberapa klaster yang berpotensi ditambahkan di masa mendatang antara lain:

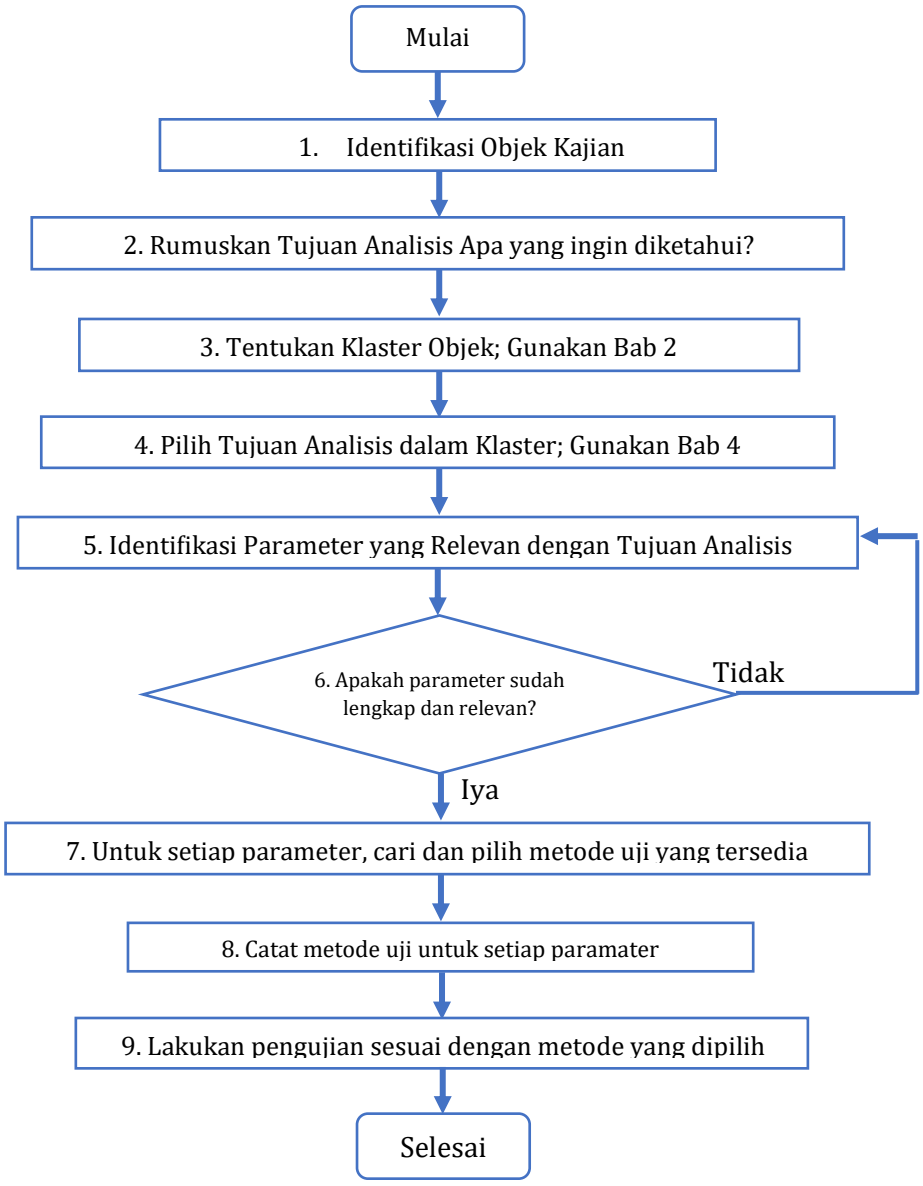
Potensi Klaster Baru	Deskripsi	Contoh Objek
Air & Lingkungan	Analisis kualitas air untuk konsumsi, irigasi, atau budidaya	Air sungai, air tanah, air limbah industri
Material Konstruksi	Analisis sifat fisik dan mekanik material bangunan	Pasir, batu, batako, kayu olahan
Kesehatan & Farmasi	Analisis produk kesehatan dan obat-obatan herbal	Ekstrak tanaman obat, produk herbal unggulan

Penambahan klaster baru akan dilakukan melalui proses revisi juknis yang melibatkan tim pengendali mutu dan pemangku kepentingan terkait, serta disesuaikan dengan arah RPJMD dan RIPJ PID.

BAB III
PANDUAN PEMILIHAN METODE ANALISIS SAINTEK

3.1 Diagram Alur Penentuan Metode

Berikut adalah diagram alir yang memandu pengguna dari identifikasi kebutuhan hingga penetapan metode uji.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penentuan Metode

3.2 Contoh Penerapan Alur

Untuk memudahkan pemahaman, berikut adalah contoh penerapan alur pada kasus fiktif:

Kasus: Seorang periset di BRIDA ingin menguji kadar logam berat (Pb, Cd) pada sampel dodol nenas yang akan dipasarkan secara luas.

Langkah	Aktivitas	Hasil
1	Identifikasi objek	Dodol nenas
2	Tujuan analisis	Menjamin keamanan pangan — memastikan dodol bebas dari cemaran logam berat berbahaya
3	Tentukan klaster	Klaster A (Pangan)
4	Pilih tujuan analisis	Tujuan A.1: Menjamin Keamanan Pangan
5	Identifikasi parameter	Pb (timbal), Cd (kadmium) — juga bisa ditambah Hg, As jika diperlukan
6	Verifikasi kelengkapan	Parameter sudah cukup untuk tujuan keamanan pangan
7	Cari metode	Lihat tabel A.1: metode AAS atau ICP-MS
8 & 9	Catat metode uji dan lakukan pengujian	Pb dan Cd menggunakan AAS atau ICP-MS

3.3 Kriteria Pemilihan Laboratorium Eksternal

Dalam memilih pihak ketiga untuk pelaksanaan uji, perhatikan kriteria berikut:

1) Akreditasi — Laboratorium sebaiknya terakreditasi KAN (Komite Akreditasi Nasional) atau setara, terutama jika hasil uji akan digunakan untuk dokumen resmi seperti pendaftaran IG, sertifikasi produk, atau perizinan.
2) Cakupan uji — Pastikan laboratorium memiliki ruang lingkup uji yang mencakup parameter dan metode yang Anda butuhkan.
3) Pengalaman — Laboratorium yang pernah menangani uji serupa (misal: uji produk pangan untuk IG) akan lebih memahami kebutuhan Anda.
4) Biaya dan waktu — Bandingkan penawaran dari beberapa laboratorium, perhatikan juga lama waktu pengerjaan dan lokasi laboratorium (untuk pengiriman sampel).

3.4 Langkah-langkah Kerja Sama dengan Pihak Ketiga

1) Identifikasi kebutuhan uji — Parameter, metode, jumlah sampel, tingkat akurasi yang dibutuhkan.
2) Cari laboratorium yang sesuai dengan kriteria di atas.
3) Lakukan konsultasi teknis dengan laboratorium — tanyakan apakah metode yang Anda rencanakan dapat dilaksanakan, bagaimana prosedur pengiriman sampel, dan dokumen apa saja yang diperlukan.

4) Siapkan rencana pengambilan sampel — Pastikan sampel diambil, dikemas, dan dikirim sesuai persyaratan laboratorium (suhu, pengawet, waktu pengiriman, dll).
5) Laksanakan kerja sama sesuai mekanisme yang berlaku di BRIDA.
6) Terima dan verifikasi hasil uji — Pastikan laporan hasil uji mencakup semua parameter yang diminta, metode yang digunakan, dan informasi lain yang diperlukan (misal: ketidakpastian pengukuran).

BAB IV
DAFTAR METODE PER KLASTER

Bab ini berisi kumpulan metode analisis saintek yang dikelompokkan berdasarkan sepuluh objek yang telah diidentifikasi pada Bab 2. Setiap klaster disajikan dengan format yang terdiri dari Tujuan Analisis (mengapa uji dilakukan), Parameter (apa yang diukur), Metode Uji (bagaimana cara mengukurnya), Deskripsi Singkat & Pertimbangan, dan Relevansi dengan Turunan (pada komoditas atau program apa metode ini lazim digunakan). Pengguna diharapkan tidak membaca bab ini secara berurutan dari awal hingga akhir, melainkan langsung menuju klaster yang sesuai dengan objek kajiannya (berdasarkan matriks kesesuaian di Bab 2), kemudian memilih tujuan analisis yang relevan, dan akhirnya menentukan parameter serta metode yang dibutuhkan.

4.1 Klaster A: Pangan & Produk Olahan Pangan

Tujuan A.1: Menjamin Keamanan Pangan

Memastikan produk aman dikonsumsi, bebas dari kontaminasi mikroba berbahaya dan cemaran kimia yang membahayakan kesehatan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Total Plate Count (TPC)	Pilihan 1: SNI 2897:2008 (metode cawan tuang/pour plate)	Mengukur jumlah total bakteri yang tumbuh pada media agar. Semakin tinggi angka, semakin banyak mikroba. Hasil memerlukan waktu 24-48 jam. Tidak membedakan bakteri baik dan jahat — hanya memberi gambaran kebersihan proses produksi. Wajib untuk semua produk pangan yang mudah rusak.	Es krim, susu kental manis, yogurt, dodol, selai, manisan
Escherichia coli	Pilihan 1: SNI 2897:2008 (metode MPN/Most Probable Number)	Mendeteksi keberadaan E. coli — bakteri tinja yang menandakan sanitasi buruk. Pilihan 1 (MPN): Lebih sensitif untuk sampel dengan jumlah bakteri rendah (air, produk pasteurisasi). Hasil berupa "angka kemungkinan". Pengerjaan 2-3 hari.	Susu kental manis, yogurt, anggur palma
	Pilihan 2: SNI 2897:2008 (metode hitung cawan/pour plate)	Pilihan 2 (Cawan): Lebih cepat (24 jam), hasil hitungan pasti	

		(koloni/gram). Kurang sensitif untuk cemaran sangat rendah. Jika hasil positif, produk TIDAK LAYAK konsumsi.	
Kapang dan Khamir	SNI 01-2891-1992 (metode cawan)	Mengukur jumlah jamur (kapang) dan ragi (khamir). Sangat penting untuk produk manis karena jamur tumbuh baik di lingkungan manis dan kadar air sedang. Kapang dapat memproduksi mikotoksin (racun). Inkubasi lebih lama (3-5 hari) karena jamur tumbuh lebih lambat dari bakteri.	Gula aren (semua bentuk), selai, dodol, manisan
Logam Berat (Pb, Cd, Hg, As)	Pilihan 1: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) - SNI atau metode setara	Mendeteksi dan mengukur kadar logam berbahaya dalam produk. Pilihan 1 (AAS): Lebih umum tersedia di laboratorium, biaya lebih rendah, tetapi umumnya hanya bisa mengukur satu unsur per pengukuran.	Semua produk pangan
	Pilihan 2: ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)	Pilihan 2 (ICP-MS): Lebih mahal, peralatan lebih jarang, tetapi bisa mengukur banyak unsur sekaligus (multielement) dalam satu kali pengukuran dengan sensitivitas sangat tinggi. Wajib untuk produk yang akan disertifikasi atau didaftarkan (termasuk IG).	

Tujuan A.2: Menentukan Komposisi Gizi dan Mutu

Memberikan informasi nilai gizi produk dan memastikan produk memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Air	Pilihan 1: SNI 01-2891-1992 (gravimetri oven suhu 105°C)	Mengukur kandungan air dalam produk. Pilihan 1 (Gravimetri): Metode standar paling umum, murah, akurat. Waktu 3-6 jam. Tidak cocok untuk produk dengan senyawa volatil (menguap bersama air).	Gula aren (semua bentuk), tepung pisang, bubuk instan, dodol, manisan
	Pilihan 2: Karl Fischer titration	Pilihan 2 (Karl Fischer): Sangat akurat, cepat (menit), spesifik untuk air. Peralatan mahal, reagen mahal. Cocok untuk produk dengan kadar air sangat rendah (<1%) atau mengandung senyawa volatil.	
	Pilihan 3: Moisture balance	Pilihan 3 (Moisture balance): Cepat (10-30 menit), mudah digunakan, tetapi akurasi lebih rendah. Cocok untuk QC harian di pabrik. Semakin rendah kadar air, produk semakin tahan lama.	
Kadar Abu	SNI 01-2891-1992 (gravimetri tanur suhu 550-600°C)	Membakar sampel pada suhu tinggi hingga semua bahan organik habis, menyisakan mineral (abu). Abu tinggi bisa berarti produk mengandung pasir/tanah atau memang kaya mineral (misal: gula aren vs gula tebu). Tidak membedakan mineral baik vs buruk — hanya total.	Gula aren, tepung pisang, bubuk kakao
Kadar Protein	Pilihan 1: SNI 01-2891-1992 (metode Kjeldahl)	Mengukur kandungan protein total (berdasarkan nitrogen). Pilihan 1 (Kjeldahl): Metode klasik, murah, banyak laboratorium bisa. Waktu 2-4 jam. Menggunakan bahan kimia berbahaya (asam sulfat pekat).	Susu kental manis, yogurt, tepung pisang, bubuk instan

	Pilihan 2: Metode Dumas (pembakaran)	Pilihan 2 (Dumas): Lebih cepat (5-10 menit), tanpa bahan kimia berbahaya, peralatan mahal. Hasil sedikit lebih tinggi karena mengukur semua nitrogen (termasuk non-protein). Metode ini mengukur total nitrogen, lalu dikalikan faktor konversi (6,25 untuk pangan). Tidak membedakan protein berkualitas tinggi vs rendah.	
Kadar Lemak	Pilihan 1: SNI 01-2891-1992 (metode Soxhlet)	Mengukur kandungan lemak total. Pilihan 1 (Soxhlet): Metode standar, akurat, banyak digunakan. Waktu 4-8 jam, menggunakan pelarut organik (heksana/petroleum eter).	Susu kental manis, es krim, yogurt, margarin, shortening, cocoa butter
	Pilihan 2: Metode Babcock (khusus susu)	Pilihan 2 (Babcock): Khusus untuk produk susu, lebih cepat (30-60 menit).	
	Pilihan 3: Metode NMR (non-destructive)	Pilihan 3 (NMR): Sangat cepat (menit), tidak merusak sampel, tidak menggunakan pelarut. Peralatan mahal.	
Kadar Karbohidrat (by difference)	Perhitungan: 100% - (kadar air + kadar abu + kadar protein + kadar lemak)	BUKAN metode pengukuran langsung. Menghitung kadar karbohidrat total sebagai sisa setelah komponen lain diukur. Akurasinya tergantung akurasi semua pengukuran lain. Termasuk serat dalam perhitungan (kecuali diukur terpisah). Metode ini umum diterima untuk label gizi.	Semua produk pangan
Kadar Gula Reduksi / Sukrosa	Pilihan 1: SNI 01-2891-1992 (metode Luff-Schoorl)	Mengukur kandungan gula pereduksi (glukosa, fruktosa) atau sukrosa. Pilihan 1 (Luff-Schoorl): Metode titrasi, murah, peralatan sederhana. Waktu 1-2 jam. Tidak membedakan jenis gula (hanya total gula pereduksi).	Gula aren (gula semut, gula kristal, gula cair), selai, dodol, manisan
	Pilihan 2: HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Pilihan 2 (HPLC): Dapat membedakan dan mengukur masing-masing jenis gula (sukrosa, glukosa, fruktosa) sekaligus.	

		Peralatan mahal, waktu relatif cepat.	
		Sangat kritis untuk produk berbasis gula. Pilih HPLC jika perlu mengetahui komposisi gula spesifik (misal: untuk IG atau riset).	
Serat Pangan	AOAC 985.29 (metode enzimatik-gravimetri)	Mengukur kandungan serat pangan total. Metode ini menggunakan enzim untuk mencerna protein dan pati, menyisakan serat yang kemudian ditimbang. Peralatan khusus diperlukan. Waktu 1-2 hari. Tidak membedakan serat larut dan tidak larut (kecuali menggunakan metode tambahan).	Tepung pisang, fruit leather, dodol

Tujuan A.3: Menentukan Karakteristik Fisik Produk

Memastikan konsistensi produk dan kemudahan penggunaan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
pH	pH meter (elektrometri)	Mengukur tingkat keasaman/kebasaan produk. Pastikan pH meter dikalibrasi sebelum digunakan (biasanya dengan buffer pH 4, 7, dan 10). Untuk produk padatan/semi-padat, perlu dilarutkan atau gunakan pH meter tipe tusuk (penetration probe). Suhu sampel mempengaruhi hasil — catat suhu pengukuran.	Yogurt, anggur palma, selai, dodol
Aktivitas Air (Aw)	Aw meter (instrument)	Mengukur air bebas yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba (nilai 0-1). BUKAN kadar air! Kadar air tinggi belum tentu Aw tinggi (misal: selai kadar air tinggi tapi Aw rendah karena gula mengikat air). Semakin rendah Aw (<0,85), semakin tahan produk terhadap mikroba. Kunci untuk prediksi masa simpan. Pengukuran cepat (5-15 menit) jika alat tersedia.	Dodol, fruit leather, manisan, bubuk instan

Viskositas	Pilihan 1: Viskometer Brookfield (rotational)	Mengukur kekentalan atau ketahanan suatu cairan untuk mengalir. Pilihan 1 (Brookfield): Cocok untuk produk kental (saus, dodol, selai, susu kental). Dapat mengukur pada berbagai kecepatan putaran (shear rate).	Susu kental manis, dodol, selai, bubuk instan saat diseduh
	Pilihan 2: Viskometer Ostwald/Fenske (kapiler)	Pilihan 2 (Kapiler): Cocok untuk cairan encer (sirup, minyak). Mengukur waktu alir melalui pipa kapiler. Viskositas tergantung suhu — harus diukur pada suhu standar atau catat suhu pengukuran.	
Warna	Pilihan 1: Colorimeter (Hunter Lab, CIELAB)	Mengukur warna secara objektif. Pilihan 1 (Colorimeter): Memberikan nilai numerik (L, a, b*) yang dapat dibandingkan secara statistik. Cepat, non-destruktif. Cocok untuk kontrol mutu.	Gula aren, tepung pisang, bubuk kakao
	Pilihan 2: Spektrofotometer UV-Vis (untuk larutan)	Pilihan 2 (Spektrofotometer): Untuk produk cair/jernih. Mengukur transmitansi/absorbansi pada panjang gelombang tertentu.	
	Pilihan 3: Perbandingan visual dengan kartu warna standar	Pilihan 3 (Visual): Subjektif, tergantung pencahayaan dan pengamat. Hanya untuk estimasi kasar jika tidak ada alat.	
		Warna sering menjadi indikator mutu oleh konsumen — warna gula aren yang terlalu pucat atau terlalu gelap bisa menurunkan penerimaan.	
Tekstur (objektif)	Pilihan 1: Texture Analyzer (compression test, penetration test)	Mengukur sifat fisik seperti kekerasan, kelengketan, kekenyalan. Pilihan 1 (Texture Analyzer): Objektif, terukur, dapat diulang (reproducible). Peralatan mahal. Memberikan kurva gaya vs waktu yang dapat dianalisis.	Gula semut aren, dodol, manisan
	Pilihan 2: Uji sensori dengan panelis terlatih	Pilihan 2 (Sensori): Subjektif, memerlukan panelis terlatih. Lebih murah, tetapi hasil antar panelis bisa bervariasi. Untuk gula semut, tekstur yang tidak menggumpal dan mudah larut adalah parameter mutu penting.	

Tujuan A.4: Menentukan Keaslian dan Kekhasan Produk

Membuktikan bahwa produk memiliki karakteristik unik yang terkait dengan daerah asal.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Profil Asam Lemak	Pilihan 1: GC-FID (Gas Chromatography - Flame Ionization Detector)	Mengidentifikasi dan mengukur komposisi asam lemak (palmitat, oleat, linoleat, dll) dalam lemak/minyak. Pilihan 1 (GC-FID): Standar untuk analisis asam lemak. Lebih murah dari GC-MS. Tidak dapat identifikasi senyawa tidak dikenal (hanya cocok dengan standar yang diketahui).	Cocoa butter, CPO, minyak inti sawit
	Pilihan 2: GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry)	Pilihan 2 (GC-MS): Dapat mengidentifikasi senyawa tidak dikenal (pencocokan dengan database spektrum massa). Lebih mahal, lebih lama. Setiap jenis lemak/minyak memiliki profil asam lemak yang khas — dapat digunakan untuk mendeteksi pemalsuan (misal: cocoa butter dicampur lemak sawit).	
Komposisi Mineral	Pilihan 1: ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)	Mengukur kandungan unsur mineral (K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, dll). Pilihan 1 (ICP-MS): Dapat mengukur banyak unsur sekaligus, sensitivitas sangat tinggi (hingga ppt). Peralatan sangat mahal, jarang tersedia.	IG Gula Aren Genjah, kakao dari daerah tertentu
	Pilihan 2: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)	Pilihan 2 (AAS): Lebih umum tersedia, lebih murah. Umumnya hanya satu unsur per pengukuran. Sangat relevan untuk IG — komposisi mineral produk sering mencerminkan komposisi mineral tanah daerah asal.	

Isotop Stabil ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$)	IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry)	Mengukur rasio isotop stabil dalam suatu sampel. Peralatan sangat khusus dan mahal. Hanya laboratorium tertentu yang memiliki. Hasil sangat kuat untuk membuktikan asal-usul produk. Gula aren (tanaman C3) memiliki nilai $\delta^{13}C$ sekitar -25‰ hingga -27‰, sedangkan gula tebu (tanaman C4) sekitar -10‰ hingga -12‰. Perbedaan ini dapat mendeteksi pemalsuan gula aren dengan gula tebu.	IG Gula Aren
Senyawa Volatil / Aroma Khas	GC-MS dengan SPME (Solid Phase Microextraction)	Mengidentifikasi senyawa kimia yang memberikan aroma khas pada produk. SPME digunakan untuk menangkap senyawa volatil dari ruang kepala (headspace) sampel tanpa perlakuan rumit. Senyawa volatil yang teridentifikasi (misal: senyawa karamel, piranzin, furan) dapat menjadi "sidik jari" aroma produk. Aroma sering menjadi penanda kekhasan daerah — produk dari daerah berbeda bisa memiliki profil senyawa volatil yang berbeda meskipun secara kimia dasar sama.	Gula aren, anggur palma, bubuk kakao
Kadar Antioksidan (Total Phenolic)	Spektrofotometri (metode Folin-Ciocalteu)	Mengukur total senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan. Metode kolorimetri — sampel direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu, menghasilkan warna biru yang diukur dengan spektrofotometer. Hasil dinyatakan dalam ekuivalen asam galat (GAE). Relatif sederhana dan murah. Kadar antioksidan yang tinggi dapat menjadi nilai	Gula aren, bubuk kakao

		tambah produk dan klaim kesehatan.	

Tujuan A.5: Menentukan Karakteristik Sensori dan Cita Rasa

Mengukur penerimaan konsumen dan membuktikan keunikan sensori produk.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Profil Sensori (QDA)	Quantitative Descriptive Analysis dengan panelis terlatih (8-12 orang)	Panelis terlatih memberikan skor intensitas untuk atribut sensori tertentu (manis, pahit, aroma karamel, tekstur, dll). Panelis harus direkrut dari masyarakat lokal yang terbiasa dengan produk, kemudian dilatih 5-10 sesi sampai konsisten. Hasil disajikan sebagai diagram laba-laba (spider chart) atau histogram. Wajib untuk dokumen IG — merupakan bukti ilmiah bahwa produk memiliki profil sensori yang khas. Biaya relatif tinggi karena memerlukan panelis terlatih dan waktu pelatihan.	Semua produk pangan untuk IG
Tingkat Kesukaan Konsumen	Pilihan 1: Uji Hedonik dengan panelis tidak terlatih (minimal 30-50 orang)	Konsumen biasa memberikan skor kesukaan (suka, netral, tidak suka). Panelis tidak perlu dilatih — cukup orang awam yang mewakili target konsumen. Jumlah panelis minimal 30-50 orang untuk hasil statistik yang bermakna. Lebih murah dan cepat dari QDA.	Semua produk pangan
	Pilihan 2: Uji Hedonik skala 1-5 atau 1-9	Uji ini tidak memberikan informasi "mengapa" produk disukai — hanya "seberapa suka". Cocok untuk uji penerimaan pasar sebelum peluncuran produk.	
Kemampuan Membedakan Produk	Pilihan 1: Uji Triangle Test (panelis 12-20 orang)	Menguji apakah dua produk berbeda secara sensori. Pilihan 1 (Triangle): Panelis disajikan 3 sampel (2 sama, 1 berbeda), diminta menunjukkan yang berbeda. Probabilitas kebetulan = 1/3. Uji statistik digunakan untuk menentukan signifikansi.	IG Gula Aren Genjah, IG kakao
	Pilihan 2: Uji Duo-Trio	Pilihan 2 (Duo-Trio): Panelis disajikan 1 sampel referensi + 2 sampel uji, diminta mencocokkan dengan referensi.	

		Uji ini hanya menjawab "apakah berbeda?" bukan "bagaimana perbedaannya?". Kuat untuk keperluan IG karena hasilnya dapat diuji statistik. Tidak memerlukan panelis terlatih (bisa orang awam), tetapi pelatihan singkat membantu konsistensi.	
Aroma Khas	Pilihan 1: Aroma Profile Analysis (panelis terlatih) + konfirmasi GC-MS	Mengidentifikasi dan mengukur intensitas deskriptor aroma (karamel, smoky, floral, fruity, nutty, dll). Pilihan 1: Panelis terlatih mengidentifikasi deskriptor dan memberi skor intensitas. GC-MS kemudian digunakan untuk mengkonfirmasi senyawa volatil penyebab aroma tersebut. Kombinasi ini paling kuat untuk IG.	Gula aren, kakao, anggur palma
	Pilihan 2: GC-MS saja (tanpa panelis)	Pilihan 2: Hanya GC-MS, tanpa panelis. Memberikan daftar senyawa volatil, tetapi tidak memberi informasi tentang "aroma seperti apa" yang dirasakan manusia. Aroma adalah salah satu atribut paling khas untuk produk IG — sering menjadi faktor pembeda utama.	
Tekstur (sensori)	Uji Skoring Tekstur dengan panelis terlatih	Panelis terlatih memberikan skor untuk atribut tekstur seperti kekerasan, kelengketan, kekenyalan, kelarutan. Sama seperti QDA, panelis perlu dilatih untuk memberikan skor yang konsisten. Alternatif dari Texture Analyzer (metode objektif) jika peralatan tidak tersedia. Untuk gula semut, kelarutan adalah parameter mutu utama — gula semut bermutu tinggi larut cepat dalam air hangat tanpa menggumpal.	Gula semut aren, dodol, manisan, selai

4.2 Klaster B: Oleokimia & Turunan Lemak/Minyak

Tujuan B.1: Menentukan Mutu Minyak/Lemak Mentah dan Olahan

Memastikan minyak/lemak memenuhi standar untuk diproses lebih lanjut atau digunakan sebagai bahan baku industri.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan

Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)	Pilihan 1: SNI 01-3555-1998 (titrasi)	Mengukur kadar asam lemak bebas dalam minyak/lemak. Semakin tinggi FFA, mutu semakin rendah. FFA tinggi dapat disebabkan oleh kerusakan hidrolitik (kelembaban, enzim, atau pemanasan). Indikator utama mutu CPO dan minyak inti sawit.	CPO, minyak inti sawit, minyak goreng
	Pilihan 2: AOCS Ca 5a-40	Wajib untuk CPO, minyak inti sawit, dan minyak goreng.	
Bilangan Peroksida	Pilihan 1: SNI 01-3555-1998 (titrasi iodometri)	Mengukur tingkat ketengikan awal akibat oksidasi. Semakin tinggi bilangan peroksida, semakin lanjut proses oksidasi. Indikator kerusakan oksidatif. Nilai yang sangat tinggi menandakan minyak sudah tengik.	Minyak goreng, margarin, shortening, biodiesel
	Pilihan 2: AOCS Cd 8-53	Kritis untuk minyak goreng, margarin, shortening, biodiesel.	
Kadar Air dan Kotoran	SNI 01-3555-1998 (gravimetri)	Mengukur kadar air dan kotoran tidak larut dalam minyak. Air mempercepat hidrolisis (meningkatkan FFA) dan oksidasi. Kotoran dapat menjadi katalis reaksi degradasi. Indikator kemurnian minyak.	Semua produk lemak/minyak
		Relevan untuk semua produk lemak/minyak.	
Bilangan Asam	Pilihan 1: SNI 01-3555-1998 (titrasi)	Mengukur total asam lemak bebas dan asam organik lain. Mirip dengan FFA tetapi dalam satuan berbeda (mg KOH/g). Indikator mutu untuk produk oleokimia.	Asam lemak sawit, fatty alcohol, kosmetik, farmasi
	Pilihan 2: AOCS Cd 3d-63	Relevan untuk asam lemak sawit, fatty alcohol, kosmetik.	

Tujuan B.2: Menentukan Karakteristik Kimia untuk Aplikasi Industri

Memastikan minyak/lemak memiliki sifat yang sesuai untuk aplikasi spesifik.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Bilangan Iod	Pilihan 1: SNI 01-3555-1998 (titrasi Wijs)	Mengukur derajat ketidakjenuhan ikatan rangkap dalam minyak/lemak. Semakin tinggi bilangan iod, semakin tidak jenuh (cenderung cair pada suhu kamar). Menentukan sifat fisik dan aplikasi.	Margarin, shortening, biodiesel, pelumas
	Pilihan 2: AOCS Cd 1-25	Relevan untuk margarin, shortening, biodiesel, pelumas.	

Bilangan Penyabunan	Pilihan 1: SNI 01-3555-1998 (titrasi)	Mengukur berat molekul rata-rata trigliserida. Semakin pendek rantai asam lemak, semakin tinggi bilangan penyabunan. Penting untuk industri sabun, kosmetik, dan farmasi.	Sabun, kosmetik, farmasi
	Pilihan 2: AOCS Cd 3-25		
Komposisi Asam Lemak	Pilihan 1: GC-FID (AOCS Ce 1-62)	Mengidentifikasi dan mengukur jenis dan kadar masing-masing asam lemak (palmitat, oleat, linoleat, stearat, dll). Pilihan 1 (GC-FID): Standar industri untuk analisis asam lemak. Lebih murah dan cepat dari GC-MS.	Semua turunan lemak/minyak
	Pilihan 2: GC-MS	Pilihan 2 (GC-MS): Dapat mengidentifikasi senyawa tidak dikenal, lebih mahal.	
		Kunci untuk semua turunan lemak/minyak karena komposisi asam lemak menentukan sifat dan aplikasi.	
Titik Leleh	Pilihan 1: Metode kapiler (AOCS Cc 1-25)	Menentukan suhu di mana lemak berubah dari padat menjadi cair. Pilihan 1 (Kapiler): Metode sederhana, murah, cukup akurat untuk kontrol mutu rutin.	Margarin, shortening, cocoa butter, lilin sawit
	Pilihan 2: DSC (Differential Scanning Calorimetry)	Pilihan 2 (DSC): Lebih akurat, memberikan informasi tambahan tentang perilaku termal (enthalpi peleburan), peralatan mahal.	
		Menentukan tekstur dan aplikasi pada suhu ruang.	
Viskositas Kinematik	Viscometer kapiler (ASTM D445)	Mengukur kekentalan minyak/cairan pada suhu tertentu. Semakin tinggi viskositas, semakin kental. Waktu alir sampel melalui pipa kapiler diukur dan dibandingkan dengan cairan standar. Kritis untuk biodiesel dan pelumas — viskositas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat merusak mesin.	Biodiesel, pelumas, kosmetik emulsi
Stabilitas Oksidasi (OSI)	Metode Rancimat (AOCS Cd 12b-92)	Mengukur ketahanan minyak terhadap oksidasi pada suhu tinggi. Sampel dialiri udara pada suhu tinggi (biasanya 110-120°C), senyawa volatil hasil oksidasi ditangkap dan diukur konduktivitasnya. Waktu hingga terjadi peningkatan konduktivitas yang tajam adalah "induction time".	Biodiesel, minyak goreng

		Semakin lama induction time, semakin stabil minyak terhadap oksidasi. Kunci untuk menentukan umur simpan biodiesel dan minyak goreng.	

Tujuan B.3: Menentukan Kemurnian dan Komposisi Senyawa Spesifik

Memastikan produk turunan memiliki kemurnian yang sesuai untuk aplikasi industri.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Gliserol	Pilihan 1: HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Mengukur kadar gliserol total atau gliserol bebas. Pilihan 1 (HPLC): Dapat membedakan gliserol total dan bebas, lebih akurat, peralatan mahal. Pilihan 2 (Titrasi): Metode kimia basah, lebih sederhana dan murah, tetapi tidak membedakan jenis gliserol. Penting untuk biodiesel (sisa gliserol dapat merusak mesin) dan produk oleokimia.	Biodiesel, oleokimia
	Pilihan 2: Titrasi periodat		
Kadar Ester (Biodiesel)	GC (Gas Chromatography) - EN 14103	Mengukur kadar metil ester dalam biodiesel (kemurnian biodiesel). Sampal dilarutkan dalam pelarut, diinjeksikan ke GC, puncak metil ester diintegrasi dan dibandingkan dengan standar internal. Wajib untuk sertifikasi biodiesel — standar internasional mensyaratkan kadar ester minimal 96,5%.	Biodiesel dari CPO atau minyak inti sawit
Kandungan Logam (Na, K, Ca, Mg)	Pilihan 1: ICP-OES (Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy)	Mengukur kadar logam alkali dan alkali tanah dalam biodiesel atau produk kosmetik. Pilihan 1 (ICP-OES): Dapat mengukur banyak unsur sekaligus, lebih cepat, peralatan mahal. Pilihan 2 (AAS): Lebih murah, umumnya satu unsur per pengukuran. Logam dalam biodiesel dapat mengendap dan merusak mesin. Wajib untuk standar biodiesel internasional.	Biodiesel, kosmetik
	Pilihan 2: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)		
Kemurnian Senyawa (asam lemak, fatty alcohol, epoksi)	Pilihan 1: GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry)	Mengidentifikasi senyawa target dan kontaminan. Pilihan 1 (GC-MS): Terbaik untuk senyawa volatil dan semi-volatil. Dapat mengidentifikasi senyawa tidak dikenal.	Asam lemak sawit, fatty alcohol, fatty amine, senyawa epoksi, senyawa hidroksi

	Pilihan 2: HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Pilihan 2 (HPLC): Cocok untuk senyawa yang tidak mudah menguap atau termal labil.	
	Pilihan 3: FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)	Pilihan 3 (FTIR): Cepat, non-destruktif, cocok untuk QC cepat (identifikasi gugus fungsi), tetapi tidak separinci GC-MS atau HPLC. Relevan untuk semua turunan oleokimia tingkat lanjut.	
Kadar Senyawa Bioaktif (Karotenoid, Tokoferol, Fitosterol)	Pilihan 1: HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Mengukur kandungan senyawa bernilai tinggi dalam minyak. Pilihan 1 (HPLC): Dapat memisahkan dan mengukur masing-masing senyawa (misal: α-tokoferol, β-karoten). Peralatan mahal.	Minyak makan merah (karotenoid tinggi), kosmetik, farmasi (tokoferol sebagai antioksidan alami)
	Pilihan 2: Spektrofotometri UV-Vis	Pilihan 2 (Spektrofotometri): Mengukur total karotenoid (absorbansi pada 450 nm) atau total tokoferol (reaksi warna dengan reagen tertentu). Lebih sederhana dan murah, tetapi tidak memberikan profil individu. Nilai tambah untuk produk premium.	

4.3 Klaster C: Biomaterial & Serat Alami

Tujuan C.1: Menentukan Kualitas Serat untuk Bahan Tekstil dan Komposit

Memastikan serat memiliki kekuatan dan karakteristik yang sesuai untuk aplikasi tekstil atau bahan penguat komposit.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kekuatan Tarik (Tensile Strength)	Universal Testing Machine (UTM) - ASTM D3822	Mengukur beban maksimum yang dapat ditahan serat sebelum putus. Serat dijepit pada kedua ujung, ditarik dengan kecepatan konstan, gaya dan perpanjangan dicatat hingga putus. Hasil dinyatakan dalam gaya per luas penampang (MPa) atau per denier (g/denier).	Serat nenas, serat pisang
		Kritis untuk serat nenas dan pisang — menentukan kualitas untuk tekstil dan komposit. Kekuatan tarik serat alami bervariasi tergantung jenis, umur panen, dan proses ekstraksi.	

Perpanjangan Putus (Elongation)	Universal Testing Machine (UTM) - ASTM D3822	Mengukur seberapa elastis serat sebelum putus. Dinyatakan sebagai persen pertambahan panjang dari panjang awal. Serat dengan elongasi tinggi lebih mudah diproses dalam tekstil (tidak mudah putus saat ditenun).	Serat nenas, serat pisang
		Penting untuk serat nenas dan pisang — menentukan karakteristik kain dan kemudahan pemrosesan.	
Kadar Air Serat	Gravimetri (oven suhu 105°C)	Mengukur kadar air alami serat. Serat ditimbang basah, dikeringkan dalam oven, ditimbang kering. Kadar air dihitung dari selisih berat. Kadar air mempengaruhi kekuatan, kelenturan, dan pengolahan serat (misal: serat kering lebih kaku).	Semua serat alami
		Relevan untuk semua serat alami.	

Tujuan C.2: Menentukan Komposisi Kimia Serat

Memahami kandungan selulosa, lignin, dan hemiselulosa untuk menentukan kesesuaian aplikasi.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Selulosa	Metode Chesson-Datta (gravimetri)	Mengukur kandungan selulosa — komponen utama yang memberikan kekuatan pada serat. Sampel diekstraksi bertahap dengan pelarut untuk menghilangkan lignin, hemiselulosa, dan komponen lain, menyisakan selulosa yang kemudian ditimbang.	Serat nenas, serat pisang, kayu aren
		Semakin tinggi kadar selulosa, semakin baik serat untuk tekstil dan komposit. Serat nenas umumnya memiliki kadar selulosa lebih tinggi dari serat pisang.	
Kadar Lignin	Metode Klason (gravimetri)	Mengukur kandungan lignin — pengikat antar serat yang memberikan kekakuan dan warna kecoklatan. Sampel dihidrolisis dengan asam sulfat pekat, lignin yang tidak larut disaring, dikeringkan, dan ditimbang.	Serat nenas, serat pisang, kayu aren
		Lignin tinggi menyulitkan pemutihan tekstil dan mengurangi fleksibilitas serat. Untuk bahan bangunan, lignin dapat bermanfaat sebagai perekat alami.	

Kadar Hemiselulosa	Gravimetri (fraksinasi bertahap)	Mengukur kandungan hemiselulosa — komponen serat yang mudah menyerap air dan larut dalam alkali encer. Dihitung dari selisih berat setelah ekstraksi dengan alkali. Hemiselulosa tinggi membuat serat lebih higroskopis (mudah menyerap air).	Serat nenas, serat pisang
Analisis Gugus Fungsi	FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)	Mengidentifikasi gugus kimia pada permukaan serat (misal: -OH, C=O, C-O-C). Sampel serat ditekan menjadi pelet bersama KBr atau diukur langsung dengan ATR (Attenuated Total Reflectance). Spektrum inframerah yang dihasilkan menunjukkan puncak-puncak khas untuk selulosa, lignin, dan hemiselulosa.	Serat nenas, serat pisang, plastik filler
		Penting untuk menentukan kompatibilitas serat dengan matriks polimer dalam pembuatan komposit. Gugus -OH pada serat dapat berikatan dengan matriks hidrofilik; untuk matriks hidrofobik, perlu modifikasi permukaan serat.	

Tujuan C.3: Menentukan Karakteristik Fisik untuk Bahan Bangunan dan Produk Anyaman

Memastikan kayu, ampas pati, dan anyaman memiliki kekuatan dan ketahanan yang sesuai.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kerapatan (Densitas)	Pilihan 1: ASTM D792 (piknometer)	Mengukur massa per satuan volume. Pilihan 1 (Piknometer): Untuk serbuk atau partikel kecil. Menggunakan piknometer untuk mengukur volume secara akurat.	Kayu aren, bahan bangunan dari ampas pati aren
	Pilihan 2: Metode apung (untuk kayu)	Pilihan 2 (Metode apung): Untuk kayu atau serat kasar. Benda dicelupkan dalam air, volume air yang terdesak diukur.	
		Kerapatan mempengaruhi kekuatan dan berat produk. Kayu aren dengan kerapatan tinggi lebih kuat untuk bahan bangunan.	
Daya Serap Air (Water Absorption)	ASTM D570	Mengukur kemampuan menyerap air. Sampel direndam dalam air untuk jangka waktu tertentu (biasanya 24 jam), ditimbang sebelum dan sesudah perendaman. Daya serap dinyatakan sebagai persen kenaikan berat.	Anyaman pembungkus, bahan bangunan, plastik filler

		Mempengaruhi ketahanan terhadap kelembaban. Daya serap tinggi baik untuk bahan yang memerlukan penyerapan air, tetapi buruk untuk bahan yang akan digunakan di lingkungan lembab.	
Biodegradabilitas	Pilihan 1: Uji tanah terkontrol (ASTM D5338)	Mengukur kemampuan terurai secara alami oleh mikroorganisme. Sampel dikubur dalam tanah atau kompos yang diinokulasi mikroba, diinkubasi pada suhu dan kelembaban terkontrol, penurunan berat diukur setelah periode tertentu (minggu hingga bulan).	Plastik filler, bahan bangunan dari biomassa
	Pilihan 2: Uji kompos skala laboratorium	Nilai tambah untuk produk ramah lingkungan. Produk dengan biodegradabilitas tinggi lebih disukai untuk aplikasi yang menghasilkan limbah (misal: plastik filler, kemasan sekali pakai).	

4.4 Klaster D: Bioenergi & Turunan Fermentasi

Tujuan D.1: Menentukan Kadar Etanol dan Mutu Bioetanol

Memastikan bioetanol memiliki kadar dan kemurnian yang sesuai untuk bahan bakar atau bahan baku industri.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Etanol	Pilihan 1: GC-FID (Gas Chromatography - Flame Ionization Detector)	Mengukur kadar alkohol dalam sampel. Pilihan 1 (GC-FID): Paling akurat, dapat membedakan etanol dari metanol atau alkohol lain. Peralatan mahal.	Bioetanol dari aren, anggur palma
	Pilihan 2: Piknometer (destilasi)	Pilihan 2 (Piknometer + destilasi): Metode klasik, murah. Sampel didestilasi, distilat diukur berat jenisnya dengan piknometer, kadar alkohol dibaca dari tabel. Waktu lebih lama.	
	Pilihan 3: Refraktometer (untuk estimasi cepat)	Pilihan 3 (Refraktometer): Sangat cepat, hanya untuk estimasi, kurang akurat pada kadar etanol tinggi (>20%).	
		Kritis untuk bioetanol (bahan bakar) dan anggur palma (minuman).	
Kadar Air dalam Bioetanol	Pilihan 1: Karl Fischer titration	Mengukur kadar air dalam bioetanol. Pilihan 1 (Karl Fischer): Metode standar, akurat, spesifik untuk air. Peralatan dan reagen mahal.	Bioetanol

	Pilihan 2: GC (Gas Chromatography)	Pilihan 2 (GC): Dapat mengukur air dan etanol sekaligus, memerlukan kolom khusus untuk air.	
		Air dalam bioetanol dapat merusak mesin jika digunakan sebagai bahan bakar. Standar bioetanol mensyaratkan kadar air maksimal tertentu (misal: <1% untuk campuran bahan bakar).	
Nilai Kalor (Heating Value)	Bom kalorimeter (ASTM D4809)	Mengukur energi yang dihasilkan saat pembakaran sempurna. Sampel dibakar dalam bom kalorimeter bertekanan oksigen, kenaikan suhu air di sekitarnya diukur. Nilai kalor dihitung dari kenaikan suhu dikalikan kapasitas panas kalorimeter.	Bioetanol, biodiesel, biogas
		Kritis untuk bioetanol, biodiesel, dan biogas — menentukan efisiensi sebagai bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor, semakin banyak energi yang dihasilkan per satuan volume/berat.	

Tujuan D.2: Menentukan Efisiensi Proses Fermentasi

Memastikan bahan baku memiliki potensi yang baik untuk menghasilkan etanol atau produk fermentasi lainnya.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Gula Reduksi (sebelum fermentasi)	Pilihan 1: SNI 01-2891-1992 (Luff-Schoorl)	Mengukur kandungan gula yang dapat difermentasi oleh mikroba. Pilihan 1 (Luff-Schoorl): Metode titrasi, murah, peralatan sederhana. Mengukur total gula pereduksi (glukosa, fruktosa).	Bioetanol dari aren, anggur palma
	Pilihan 2: HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Pilihan 2 (HPLC): Dapat membedakan jenis gula (glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa). Peralatan mahal.	
		Menentukan potensi rendemen etanol. Semakin tinggi kadar gula reduksi, semakin tinggi potensi etanol yang dihasilkan.	
pH (medium fermentasi)	pH meter (elektrometri)	Mengukur keasaman medium fermentasi. pH mempengaruhi aktivitas mikroba (ragi, bakteri). Ragi fermentasi etanol bekerja optimal pada pH 4-6. pH terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat fermentasi atau	Anggur palma, nata de pina, bioetanol

		menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan. Relevan untuk anggur palma, nata de pina, bioetanol.	
Kadar Alkohol (setelah fermentasi)	Pilihan 1: Destilasi + piknometer	Mengukur kadar alkohol setelah fermentasi. Pilihan 1 (Destilasi + piknometer): Metode klasik, murah. Sampel didestilasi, distilat diukur berat jenisnya.	Anggur palma
	Pilihan 2: GC-FID	Pilihan 2 (GC-FID): Lebih akurat, cepat, dapat mendeteksi alkohol lain (metanol, propanol). Peralatan mahal. Kritis untuk anggur palma — menentukan mutu produk.	

Tujuan D.3: Menentukan Aktivitas dan Kadar Enzim

Memastikan enzim yang dihasilkan memiliki aktivitas yang sesuai untuk aplikasi industri.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Aktivitas Enzim (Bromelain)	Spektrofotometri (metode kasein atau gelatin)	Mengukur kemampuan enzim memecah protein. Sampel enzim dicampur dengan substrat protein (kasein atau gelatin), diinkubasi pada suhu optimal (biasanya 37-50°C). Protein yang tidak terpecah diendapkan, sisanya diukur dengan spektrofotometer. Aktivitas dinyatakan dalam unit per gram atau per mL. Kritis untuk enzim dari nenas — menentukan nilai jual untuk industri pangan (pengempuk daging) dan kosmetik (eksfolian).	Enzim dari nenas (bromelain)
Kadar Protein Enzim	Pilihan 1: Bradford (spektrofotometri)	Mengukur kandungan protein total dalam sediaan enzim. Pilihan 1 (Bradford): Cepat, sensitif, reagen Coomassie Blue berubah warna saat berikatan dengan protein. Diukur dengan spektrofotometer pada 595 nm.	Enzim dari nenas
	Pilihan 2: Lowry	Pilihan 2 (Lowry): Lebih sensitif dari Bradford, tetapi lebih lama dan lebih banyak gangguan dari zat lain.	
	Pilihan 3: Biuret	Pilihan 3 (Biuret): Lebih sederhana, kurang sensitif, cocok untuk kadar protein tinggi.	

		Indikator kemurnian sediaan enzim. Aktivitas spesifik (aktivitas per mg protein) adalah ukuran kemurnian yang lebih baik daripada aktivitas mentah.	

4.5 Klaster E: Pupuk, Pakan, & Produk Lingkungan

Tujuan E.1: Menentukan Kandungan Hara Pupuk Organik

Memastikan pupuk memiliki kandungan unsur hara yang memadai untuk menyuburkan tanaman.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar N Total	Kjeldahl	Mengukur kandungan nitrogen total dalam pupuk. Sampel didestruksi dengan asam sulfat pekat, nitrogen diubah menjadi amonium sulfat. Destilat ditampung dalam asam borat, dititrasi untuk menentukan kadar nitrogen. Waktu 2-4 jam.	Pupuk hijau (kakao shell), pupuk organik (ampas aren), kompos
		Nitrogen adalah unsur hara makro utama untuk pertumbuhan vegetatif tanaman.	
Kadar P_2O_5	Spektrofotometri UV-Vis (metode vanadomolibdofosfat) - SNI 02-2801-1998	Mengukur kandungan fosfor (dinyatakan sebagai P_2O_5). Sampel diekstraksi, direaksikan dengan reagen vanadomolibdat, menghasilkan warna kuning yang diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 400-470 nm. Intensitas warna sebanding dengan kadar fosfor.	Pupuk organik, pupuk hijau
		Fosfor penting untuk pertumbuhan akar, bunga, dan buah.	
Kadar K_2O	Pilihan 1: Flame fotometri	Mengukur kandungan kalium (dinyatakan sebagai K_2O). Sampel diekstraksi, larutan disemprotkan ke api (flame fotometer), atom kalium tereksitasi dan memancarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu (766,5 nm). Intensitas cahaya sebanding dengan kadar kalium.	Pupuk organik, pupuk hijau
	Pilihan 2: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)	Kalium penting untuk ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, dan kualitas buah.	

C-Organik	Walkley & Black (oksidasi dikromat)	Mengukur kandungan karbon organik dalam pupuk. Sampel dioksidasi dengan kalium dikromat dalam asam sulfat, kelebihan dikromat dititrasi dengan ferrous sulfat. Kadar C-organik dihitung dari jumlah dikromat yang bereaksi.	Pupuk organik, kompos
		Indikator kualitas bahan organik. Pupuk dengan C-organik tinggi baik untuk memperbaiki struktur tanah.	
Rasio C/N	Perhitungan (C-Organik ÷ N total)	Menentukan kematangan pupuk organik. Rasio C/N dihitung dari kadar C-organik dibagi kadar N total. Rasio C/N rendah (<20) menandakan pupuk matang dan siap pakai. Rasio C/N tinggi (>30) menandakan pupuk masih mentah, penggunaannya dapat mengikat nitrogen tanah (menghambat pertumbuhan tanaman).	Pupuk organik, kompos

Tujuan E.2: Menentukan Kandungan Nutrisi Pakan Ternak

Memastikan pakan memiliki kandungan nutrisi yang cukup untuk kebutuhan ternak.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Kadar Protein Kasar	Kjeldahl (SNI 01-2891-1992)	Mengukur kandungan protein total dalam pakan (berdasarkan nitrogen). Sama seperti metode pada Klaster A. Hasil dikalikan faktor konversi 6,25 untuk pakan umum, atau 5,7 untuk pakan berbasis biji-bijian.	Single cell protein, pakan ternak dari ampas aren, kakao shell
		Protein penting untuk pertumbuhan ternak. Kritis untuk single cell protein dan pakan ternak dari ampas aren.	
Kadar Serat Kasar	Gravimetri (SNI 01-2891-1992)	Mengukur kandungan serat yang tidak larut dalam asam dan basa encer. Sampel dididihkan berturut-turut dengan asam sulfat encer dan natrium hidroksida encer, residu disaring, dikeringkan, dan ditimbang. Serat kasar adalah selisih berat setelah pengabuan.	Pakan ternak dari ampas aren, kakao shell
		Serat diperlukan untuk pencernaan ternak ruminansia (sapi, kambing). Untuk ternak non-ruminansia (ayam, babi),	

		serat terlalu tinggi justru menurunkan kecernaan.	
Kadar Lemak Kasar	SNI 01-2891-1992 (Soxhlet)	Mengukur kandungan lemak total dalam pakan. Sama seperti metode pada Klaster A. Lemak diekstraksi dengan pelarut organik (heksana/petroleum eter), pelarut diuapkan, lemak ditimbang.	Pakan ternak
		Lemak sebagai sumber energi (2,25 kali lebih padat energi dari karbohidrat atau protein). Penting untuk pakan ternak yang membutuhkan energi tinggi (ayam broiler, sapi perah).	
Kadar Air	Gravimetri (oven)	Mengukur kadar air dalam pakan. Sama seperti metode pada Klaster A. Kadar air tinggi menyebabkan jamur dan menurunkan daya simpan pakan. Standar pakan biasanya mensyaratkan kadar air <12-14%.	Pakan ternak

Tujuan E.3: Menjamin Keamanan Pupuk dan Pakan

Memastikan pupuk dan pakan bebas dari kontaminasi berbahaya.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Logam Berat (Pb, Cd, Hg, As)	Pilihan 1: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)	Mendeteksi dan mengukur kadar logam berbahaya. Sama seperti metode pada Klaster A.	Pupuk organik, pakan ternak
	Pilihan 2: ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)	Logam berat dalam pupuk dapat terakumulasi dalam tanah dan tanaman, akhirnya masuk ke rantai pangan. Wajib untuk pupuk organik dan pakan yang akan disertifikasi.	
Uji Fitotoksisitas	Uji perkecambahan (metode OECD 208)	Menguji apakah pupuk dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Benih (biasanya selada atau kangkung) ditanam dalam media yang mengandung pupuk uji pada berbagai konsentrasi. Perkecambahan dan pertumbuhan akar diamati setelah 3-7 hari, dibandingkan dengan kontrol (tanpa pupuk).	Pupuk organik, kompos
		Pupuk yang belum matang (immature) dapat mengandung senyawa fitotoksik yang menghambat perkecambahan.	

Komposisi Gas Bio (CH_4, CO_2)	Pilihan 1: GC-TCD (Gas Chromatography - Thermal Conductivity Detector)	Mengukur kandungan metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) dalam biogas. Sampel gas diinjeksikan ke GC, komponen gas dipisahkan dalam kolom, dideteksi oleh detektor. CH_4 dideteksi dengan FID (sensitif untuk senyawa organik), CO_2 dengan TCD (universal).	Biogas dari kakao shell & pulp
	Pilihan 2: GC-FID (untuk CH_4) + GC-TCD (untuk CO_2)	Semakin tinggi kadar CH_4 (biasanya 50-70%), semakin baik kualitas biogas untuk bahan bakar.	

4.6 Klaster F: Tanah & Lingkungan Tumbuh

Tujuan F.1: Menentukan Karakteristik Kimia Tanah

Memahami kandungan unsur hara, pH, dan sifat kimia tanah yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan / IG
pH Tanah	pH meter (metode elektrometri, perbandingan tanah:air 1:2,5 atau 1:5)	Mengukur tingkat keasaman/kebasaan tanah. Sampel tanah dikeringkan, diayak, dicampur air suling (perbandingan 1:2,5 atau 1:5), diaduk, didiamkan, pH diukur dengan elektroda pH meter. Metode 1:2,5 lebih umum untuk tanah mineral.	Aren, kakao, sawit, semua komoditas unggulan
		pH mempengaruhi ketersediaan unsur hara. pH optimal untuk aren: 6,5-7,5; kakao: 6-7; sawit: 5,5-6,5. Untuk IG Gula Aren, pH tanah yang khas dapat menjadi salah satu faktor pembeda.	
C-Organik	Walkley & Black (oksidasi dikromat)	Mengukur kandungan karbon organik dalam tanah. Sama seperti metode pada Klaster E. Bahan organik mempengaruhi retensi air, ketersediaan unsur hara, dan struktur tanah. Tanah dengan C-organik rendah (<1%) umumnya kurang subur.	Semua komoditas unggulan
N-Total	Kjeldahl	Mengukur kandungan nitrogen total dalam tanah. Sama seperti metode pada Klaster E. Nitrogen adalah unsur hara makro utama untuk pertumbuhan vegetatif.	Sawit, kakao, aren

P-Tersedia (P_2O_5)	Pilihan 1: Spektrofotometri UV-Vis (metode Bray-1 untuk tanah masam, metode Olsen untuk tanah netral-alkalin)	Mengukur fosfor yang tersedia bagi tanaman. Pilihan 1: Metode Bray-1 (ekstraktan NH_4F + HCl) cocok untuk tanah masam (pH <6,5); metode Olsen (ekstraktan $NaHCO_3$) cocok untuk tanah netral-alkalin.	Semua komoditas unggulan
	Pilihan 2: Spektrofotometri UV-Vis (metode HCl 25% untuk tanah masam)	Pilihan 2: Metode HCl 25% lebih sederhana, cocok untuk tanah masam dengan P rendah. Fosfor penting untuk pembentukan buah dan akar. P-tersedia rendah (<10 ppm) perlu pemupukan fosfat.	
K-Tersedia (K_2O)	Pilihan 1: Flame fotometri (ekstraktan NH_4OAc pH 7)	Mengukur kalium yang tersedia bagi tanaman. Sampel tanah diekstraksi dengan amonium asetat pH 7, filtrat diukur dengan flame fotometer atau AAS. Kalium penting untuk kualitas buah (rasa manis, ukuran) dan ketahanan terhadap kekeringan.	Aren, sawit, kakao, pisang, nenas
	Pilihan 2: AAS		
Kation Basa (Ca, Mg, Na, K)	AAS atau ICP-OES	Mengukur kation basa yang dapat dipertukarkan. Sampel tanah diekstraksi dengan amonium asetat pH 7, filtrat diukur dengan AAS atau ICP-OES.	Semua komoditas, terutama untuk IG
		Kation basa mempengaruhi pH tanah dan kesuburan. Untuk IG Gula Aren, profil kation basa dalam tanah dapat berkorelasi dengan komposisi mineral dalam nira dan produk gula.	
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	Metode pencucian amonium asetat pH 7	Mengukur kemampuan tanah menahan kation unsur hara. Tanah dicuci berulang dengan amonium asetat untuk mengganti semua kation basa dengan NH_4^+, kemudian NH_4^+ yang terjerap diukur. KTK dinyatakan dalam cmol/kg atau me/100g.	Semua komoditas unggulan
		Tanah dengan KTK tinggi (>20 cmol/kg) mampu menahan lebih banyak unsur hara (lebih subur). Tanah berpasir umumnya memiliki KTK rendah (<10 cmol/kg).	

Kejenuhan Basa	Perhitungan: (jumlah kation basa ÷ KTK) × 100%	Menunjukkan persentase ruang tukar kation yang ditempati oleh kation basa (Ca, Mg, K, Na) dibandingkan kation asam (H, Al). Semakin tinggi kejenuhan basa, semakin tinggi pH tanah. Kejenuhan basa <50% menandakan tanah masam yang perlu pengapuran.	Semua komoditas unggulan

Tujuan F.2: Menentukan Karakteristik Fisik Tanah

Memahami sifat fisik tanah yang mempengaruhi drainase, aerasi, dan perkembangan akar.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan / IG
Tekstur Tanah	Pilihan 1: Metode pipet (Bouyoucos hydrometer)	Menentukan proporsi pasir, debu, dan liat. Pilihan 1 (Hydrometer): Sampel tanah didispersikan dalam air, hidrometer dicelupkan, pembacaan pada waktu tertentu (40 detik untuk pasir, 2 jam untuk liat). Dilanjutkan dengan ayakan basah untuk memisahkan pasir.	Aren, kakao, sawit
	Pilihan 2: Metode feel (manual, estimasi)	Pilihan 2 (Feel): Tanah dibasahi, diremas di antara jari, tekstur ditentukan berdasarkan rasa kasar (pasir), halus (debu), atau lengket (liat). Hanya untuk estimasi kasar di lapangan. Tekstur mempengaruhi drainase dan retensi air. Aren tumbuh baik di tanah dengan drainase baik (tekstur lempung berpasir).	
Berat Volume (Bulk Density)	Metode ring sampel (gravimetri)	Mengukur kepadatan tanah. Ring sampler (cincin logam volume diketahui) ditekan ke dalam tanah, tanah diambil, dikeringkan dalam oven, ditimbang. Berat volume = berat kering ÷ volume ring.	Semua komoditas unggulan
		Tanah padat (bulk density >1,4 g/cm^3 untuk tanah liat, >1,6 untuk tanah pasir) menghambat pertumbuhan akar.	
Porositas Tanah	Perhitungan: (1 - (Bulk Density / Particle Density)) × 100%	Menentukan ruang pori untuk air dan udara. Particle Density (kerapatan partikel) biasanya 2,65 g/cm^3 untuk mineral tanah. Porositas dihitung dari	Semua komoditas unggulan

		bulk density dan particle density.	
		Porositas ideal untuk pertumbuhan akar adalah 40-60%. Porositas rendah (<40%) menandakan tanah padat, drainase buruk.	
Kadar Air Tanah	Gravimetri (oven)	Mengukur kadar air saat pengambilan sampel. Sampel tanah basah ditimbang, dikeringkan dalam oven 105°C, ditimbang kering. Kadar air = (berat basah - berat kering) ÷ berat kering × 100%.	Semua komoditas unggulan
		Penting untuk interpretasi hasil analisis kimia (kadar unsur hara sering dinyatakan dalam basis kering).	

Tujuan F.3: Menentukan Kandungan Unsur Mikro dan Logam Berat

Memastikan tanah tidak tercemar dan unsur mikro tersedia untuk tanaman.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan / IG
Unsur Mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, B)	Pilihan 1: ICP-OES atau ICP-MS	Mengukur unsur mikro yang diperlukan tanaman dalam jumlah kecil (ppm atau ppb). Ekstraksi dengan DTPA (untuk Fe, Cu, Zn, Mn) atau air panas (untuk B).	Semua komoditas unggulan, terutama untuk IG
	Pilihan 2: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)	Kekurangan atau kelebihan unsur mikro dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Untuk IG Gula Aren, profil unsur mikro dalam tanah dapat mempengaruhi komposisi mineral gula dan menjadi penanda geografis.	
Logam Berat (Pb, Cd, Hg, As)	Pilihan 1: AAS	Mendeteksi cemaran logam berat dalam tanah. Sampel tanah didestruksi dengan asam kuat (aqua regia atau HNO_3 + HCl), filtrat diukur dengan AAS atau ICP-MS.	Lahan untuk produk ekspor, lahan organik
	Pilihan 2: ICP-MS	Wajib untuk lahan yang akan disertifikasi organik atau untuk produk yang akan diekspor. Tanaman dapat menyerap logam berat dari tanah, yang kemudian masuk ke rantai pangan.	

Aluminium Dapat Ditukar (Al-dd)	Pilihan 1: Ekstraksi KCl 1N + titrasi (metode basa) Pilihan 2: Ekstraksi KCl 1N + AAS/ICP	Mengukur kandungan aluminium yang dapat dipertukarkan pada kompleks jerapan tanah. Al-dd bersifat toksik bagi tanaman pada kadar tinggi (> 2-5 me/100g), menghambat pertumbuhan akar dan menurunkan serapan unsur hara. Pilihan 1 (Titrasi): Metode klasik, murah, cocok untuk tanah masam dengan Al-dd sedang-tinggi. Pilihan 2 (AAS/ICP): Lebih akurat, dapat mendeteksi Al-dd rendah, peralatan mahal. Parameter kunci untuk tanah masam (Ultisol, Oxisol) yang banyak dijumpai di Kutai Timur.	Lahan sawit, aren, kakao (terutama untuk IG — Al-dd rendah dapat menjadi salah satu faktor keunikan lahan yang cocok untuk tanaman tertentu)

Tujuan F.4: Menentukan Hubungan Tanah dengan Keunikan Produk (untuk IG)

Membuktikan bahwa karakteristik tanah di wilayah IG berkontribusi terhadap keunikan produk.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan / IG
Profil Mineral Tanah (Fingerprint)	ICP-MS atau XRF (X-Ray Fluorescence)	Mengukur komposisi unsur secara lengkap (makro dan mikro). Sampel tanah dipreparasi (dihaluskan, ditekan menjadi pelet untuk XRF, atau didestruksi dengan asam untuk ICP). Untuk IG, data profil mineral tanah dari wilayah produksi dibandingkan dengan wilayah di luar IG. Perbedaan yang signifikan secara statistik menjadi salah satu bukti keunikan geografis.	IG Gula Aren Genjah, IG kakao
Korelasi Tanah-Produk (Multivariate Analysis)	Pilihan 1: PCA (Principal Component Analysis) Pilihan 2: Analisis Klaster Pilihan 3: Korelasi Pearson	Metode statistik untuk membuktikan hubungan antara karakteristik tanah dan karakteristik produk. Data profil mineral tanah dan profil mineral produk (dari Klaster A, Tujuan 4) dianalisis bersama. PCA digunakan untuk melihat pengelompokan sampel berdasarkan asal geografis. Korelasi Pearson digunakan untuk menguji apakah unsur tertentu dalam tanah	IG Gula Aren Genjah, IG kakao

		berkorelasi dengan unsur yang sama dalam produk.	
		Ini adalah analisis paling penting untuk IG. Korelasi yang signifikan menjadi bukti ilmiah bahwa tanah di wilayah IG mempengaruhi komposisi produk.	

4.7 Klaster G: Energi Terbarukan (Sel Surya / Modul Fotovoltaik)

Tujuan G.1: Menentukan Karakteristik Listrik Sel Surya

Mengukur kinerja listrik sel surya/modul untuk mengetahui efisiensi dan kesesuaian aplikasi.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
I-V Curve (Kurva Arus-Tegangan)	Solar Simulator + I-V Tracer (IEC 60904-1)	Mengukur karakteristik listrik sel surya. Sel surya disinari dengan solar simulator (cahaya dengan spektrum mendekati matahari, intensitas 1000 W/m^2). I-V tracer mengukur arus (I) dan tegangan (V) pada berbagai beban. Diperoleh: arus hubung singkat (Isc), tegangan terbuka (Voc), daya maksimum (Pmax), dan faktor pengisian (FF).	Semua sel surya/modul
		Ini adalah uji paling fundamental untuk semua sel surya. Wajib dilakukan untuk mengevaluasi kualitas dan efisiensi sel.	
Efisiensi Konversi	Perhitungan: Pmax ÷ (iradiansi × luas aktif) × 100%	Mengukur seberapa efektif sel surya mengubah energi cahaya menjadi listrik. Dihitung dari Pmax (dari I-V curve) dibagi dengan daya cahaya yang datang (iradiansi × luas aktif sel). Iradiansi standar = 1000 W/m^2.	Semua sel surya
		Efisiensi adalah parameter utama kualitas sel surya. Sel silikon monokristalin: 18-24%, polikristalin: 15-20%, perovskit riset: hingga 25%+.	
Daya Maksimum (Pmax)	Dari I-V curve	Menentukan kapasitas output sel/modul pada kondisi standar (STC: 1000 W/m^2, 25°C). Pmax adalah titik pada kurva I-V di mana produk arus × tegangan mencapai nilai tertinggi.	Semua modul surya

		Digunakan untuk memberi rating daya modul (misal: modul 100 Wp = 100 Watt peak pada kondisi standar).	
Faktor Pengisian (Fill Factor)	Perhitungan: Pmax ÷ (Voc × Isc)	Mengukur kualitas sambungan p-n dan resistansi internal sel. FF = 1 adalah ideal (tidak tercapai). Nilai FF yang baik: 0,70-0,85 untuk sel surya komersial. FF rendah (<0,6) menandakan masalah pada sel (resistansi seri tinggi atau resistansi shunt rendah).	Semua sel surya
		Indikator kualitas manufaktur sel surya.	
Resistansi Seri dan Shunt	Dari I-V curve (metode derivatif atau fitting kurva)	Mengukur kerugian internal sel. Resistansi seri (Rs) berasal dari kontak logam, lapisan TCO, dan bahan semikonduktor. Resistansi shunt (Rsh) berasal dari kebocoran arus melalui jalur alternatif (cacat pada sel). Rs tinggi menurunkan daya pada arus tinggi; Rsh rendah menurunkan daya pada tegangan rendah (menyebabkan Voc rendah).	Semua sel surya

Tujuan G.2: Menentukan Respons terhadap Spektrum Cahaya

Memahami bagaimana sel surya merespons berbagai panjang gelombang cahaya.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
External Quantum Efficiency (EQE)	EQE measurement system (IEC 60904-8)	Mengukur rasio elektron yang dihasilkan terhadap jumlah foton yang datang pada setiap panjang gelombang. Sel disinari dengan cahaya monokromatik (satu panjang gelombang per pengukuran), arus yang dihasilkan diukur. Diulang untuk berbagai panjang gelombang (300-1200 nm).	Sel surya untuk aplikasi tropis
		Menunjukkan panjang gelombang mana yang paling efektif dikonversi sel. Berguna untuk optimasi sel sesuai kondisi cahaya tropis (di mana spektrum matahari bergeser ke infrared).	

Respons Spektral	EQE system (sama seperti EQE)	Menentukan sensitivitas sel terhadap cahaya merah, biru, infrared. Data respons spektral adalah EQE atau versi lain (misal: A/W). Sel surya lapisan tunggal hanya sensitif pada rentang panjang gelombang tertentu; sel tandem (multi-junction) dapat menangkap rentang lebih luas.	Sel surya riset dan pengembangan

Tujuan G.3: Menentukan Ketahanan terhadap Lingkungan Tropis

Menguji ketahanan sel/modul terhadap kondisi lingkungan di Kutai Timur (suhu tinggi, kelembaban, paparan sinar UV).

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Koefisien Suhu (Pmax, Voc, Isc)	Temperature chamber + solar simulator (IEC 60891)	Mengukur bagaimana kinerja sel berubah terhadap suhu. Sel diukur I-V curve-nya pada berbagai suhu (biasanya 25°C, 50°C, 75°C), koefisien suhu dihitung dari perubahan parameter terhadap suhu.	Modul surya untuk instalasi di Kutai Timur
		Di daerah tropis, suhu modul dapat mencapai 60-70°C. Koefisien suhu yang rendah (nilai negatif kecil) adalah yang terbaik. Silikon memiliki koefisien suhu Pmax sekitar -0,4%/°C (daya turun 0,4% setiap kenaikan 1°C).	
Dampak Kelembaban (Damp Heat Test)	Climate chamber (85°C, 85% RH, 1000 jam) - IEC 61215	Menguji ketahanan modul terhadap kondisi panas dan lembab. Modul ditempatkan dalam climate chamber pada suhu 85°C dan kelembaban relatif 85% selama 1000 jam. Setelah uji, modul diperiksa secara visual dan diukur I-V curve-nya untuk melihat degradasi.	Modul surya
		Sangat relevan untuk iklim Kutai Timur yang lembab. Degradasi dapat terjadi pada encapsulant (EVA menguning), sambungan sel, atau korosi pada kontak.	

Paparan UV (UV Preconditioning)	UV chamber (IEC 61215)	Menguji ketahanan material encapsulant dan backsheet terhadap degradasi akibat sinar UV. Modul disinari dengan lampu UV (panjang gelombang 280-400 nm) dengan dosis tertentu (setara dengan paparan UV luar ruangan selama beberapa tahun).	Modul surya
		Degradasi akibat UV menyebabkan menguningnya encapsulant (menurunkan transmitansi cahaya) dan kerapuhan backsheet.	
Thermal Cycling	Temperature cycling chamber (-40°C hingga 85°C, 200 siklus) - IEC 61215	Menguji ketahanan terhadap perubahan suhu ekstrem. Modul ditempatkan dalam chamber, suhu diubah dari -40°C menjadi +85°C dan sebaliknya (1 siklus = beberapa jam). Diulang 200 kali. Setelah uji, diperiksa sambungan sel, solder, dan sel. Termal cycling menyebabkan tegangan mekanik pada sambungan (thermal stress), dapat menyebabkan retak sel, putusnya sambungan solder (interconnect), atau delaminasi.	Modul surya

Tujuan G.4: Menentukan Ketahanan Mekanik dan Keandalan

Menguji ketahanan fisik modul terhadap beban mekanik dan dampak lingkungan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Mechanical Load Test	Uniform load test (2400 Pa atau 5400 Pa) - IEC 61215	Menguji ketahanan modul terhadap beban angin dan salju. Modul diletakkan pada dua penyangga (simulasi struktur mounting), beban merata (misal: karung pasir atau alat tekanan) diberikan pada permukaan depan (5400 Pa = setara tekanan angin 216 km/jam). Setelah uji, modul diperiksa secara visual dan diukur I-V curve-nya.	Modul surya untuk instalasi di area terbuka
		Relevan untuk instalasi di area terbuka. Modul harus dapat menahan beban angin yang mungkin terjadi di Kutai Timur (angin kencang saat musim tertentu).	

Hail Impact Test	Ice ball impact (diameter 25 mm atau 35 mm, kecepatan 23 m/s) - IEC 61215	Menguji ketahanan kaca terhadap hujan es. Bola es ditembakkan dari meriam pneumatik ke modul pada beberapa titik (termasuk sel dan tepi). Kecepatan tembakan diatur (23 m/s ≈ 83 km/jam). Setelah uji, modul diperiksa apakah ada kaca pecah atau sel retak.	Modul surya
		Relevan untuk kondisi cuaca ekstrem. Modul yang lulus uji ini memiliki kaca tempered yang cukup kuat.	
PID (Potential Induced Degradation) Test	High voltage stress (1000V, 85°C, 85% RH, 96 jam) - IEC 62804	Menguji degradasi akibat tegangan tinggi. Modul diberi tegangan negatif 1000V antara sel dan frame (atau antara sel dan kaca) pada kondisi panas-lembab. Setelah uji, I-V curve diukur untuk melihat penurunan daya.	Modul surya untuk sistem skala besar (PLTS)
		Degradasi PID terjadi karena migrasi ion natrium dari kaca ke sel, menurunkan shunt resistance. PID dapat menurunkan daya hingga 30% dalam beberapa bulan. Kritis untuk sistem surya tegangan tinggi (string >600V).	

Tujuan G.5: Menentukan Karakterisasi Material Sel Surya

Memahami komposisi dan kualitas material yang digunakan dalam sel surya.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Ketebalan Lapisan	Pilihan 1: Profilometer (kontak mekanik)	Mengukur ketebalan lapisan aktif, anti-reflective coating, lapisan kontak, dll. Pilihan 1 (Profilometer): Jarum berlian menyentuh permukaan, bergerak melintasi sampel, perbedaan ketinggian direkam. Cocok untuk lapisan tebal (>100 nm).	Sel surya riset dan pengembangan
	Pilihan 2: SEM (Scanning Electron Microscope) - tampilan potongan melintang	Pilihan 2 (SEM cross-section): Sampel dipotong, diamati dengan SEM pada perbesaran tinggi. Dapat mengukur lapisan sangat tipis (nm). Peralatan mahal, persiapan sampel rumit.	

		Relevan untuk riset sel surya berbasis material lokal (misal: perovskit, dye-sensitized).	
Struktur Kristal	XRD (X-Ray Diffraction)	Menentukan struktur kristal material (amorf, polikristalin, monokristalin). Sampel disinari dengan sinar-X, pola difraksi yang dihasilkan (puncak pada sudut tertentu) dibandingkan dengan database untuk identifikasi fase kristal.	Riset material sel surya
		Relevan untuk riset material. Sel surya silikon monokristalin memiliki puncak XRD tunggal; polikristalin memiliki puncak tajam tetapi banyak; amorf tidak memiliki puncak tajam.	
Komposisi Unsur	Pilihan 1: EDX (Energy Dispersive X-ray) pada SEM	Mengidentifikasi unsur-unsur penyusun sel surya. Pilihan 1 (EDX): Elektron berenergi tinggi dari SEM mengenai sampel, menghasilkan sinar-X karakteristik untuk setiap unsur. Dapat memetakan distribusi unsur pada permukaan. Deteksi dari Na hingga U.	Sel surya riset dan pengembangan, analisis kegagalan
	Pilihan 2: XRF (X-Ray Fluorescence)	Pilihan 2 (XRF): Sampel disinari sinar-X, sinar-X fluoresensi yang dipancarkan diukur. Cepat, non-destruktif, deteksi dari Na hingga U. Relevan untuk identifikasi material (misal: apakah sel menggunakan perak atau aluminium untuk kontak, apakah ada dopan seperti boron atau fosfor).	
Transmitansi / Reflektansi	UV-Vis-NIR Spektrofotometer (dengan integrating sphere)	Mengukur kemampuan lapisan anti-reflektif dan transmisi cahaya ke lapisan aktif. Sampel disinari dengan cahaya (300-1200 nm), cahaya yang ditransmisikan (transmitansi) atau dipantulkan (reflektansi) diukur dengan detektor. Semakin tinggi transmitansi dan semakin rendah reflektansi, semakin banyak cahaya yang mencapai lapisan aktif (semakin tinggi arus yang dihasilkan).	Lapisan anti-reflektif, kaca modul, riset material

4.8 Klaster H: Indikasi Geografis (IG)

Indikasi Geografis (IG) adalah tanda yang menunjukkan daerah asal suatu produk yang karena faktor lingkungan geografis (alam) dan faktor manusia (proses produksi tradisional) memberikan karakteristik, reputasi, dan kualitas tertentu pada produk tersebut. Untuk mendaftarkan suatu produk sebagai IG, diperlukan dokumen deskripsi yang antara lain memuat bukti-bukti ilmiah tentang keunikan produk yang terkait dengan daerah asalnya.

Tujuan H.1: Membuktikan Keunikan Produk yang Terkait dengan Faktor Alam (Tanah, Iklim)

Untuk menunjukkan bahwa produk IG memiliki karakteristik unik yang dipengaruhi oleh kondisi alam di daerah asal.

Parameter	Metode Uji yang Relevan	Keterangan untuk Dokumen IG	Relevansi dengan Turunan
Profil mineral tanah (unsur makro dan mikro)	Pilihan 1: ICP-MS	Data profil mineral tanah dari wilayah produksi IG dibandingkan dengan wilayah di luar IG (wilayah pembanding). Perbedaan yang signifikan secara statistik (dengan uji PCA atau analisis klaster) menjadi salah satu bukti keunikan geografis. Pengambilan sampel tanah harus dilakukan minimal 5-10 titik di wilayah IG dan 3-5 titik di wilayah pembanding.	
	Pilihan 2: XRF (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.4)		
Profil mineral produk (gula, biji kakao, dll)	Pilihan 1: ICP-MS	Data profil mineral produk harus menunjukkan korelasi dengan profil mineral tanah (korelasi tanah-produk). Jika suatu unsur (misal: K, Ca, Mg) tinggi dalam tanah dan juga tinggi dalam produk, ini menjadi bukti bahwa tanah mempengaruhi komposisi produk. Analisis statistik korelasi Pearson atau regresi diperlukan untuk membuktikan hubungan ini.	
	Pilihan 2: AAS (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.4)		
Komposisi isotop stabil ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$)	IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry) (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.4)	Berguna untuk membedakan produk dari daerah asal dengan produk dari daerah lain atau produk palsu. Sangat kuat untuk produk seperti gula aren (membedakan dari gula tebu) karena gula aren (tanaman C3) memiliki nilai $\delta^{13}C$ sekitar -25‰ hingga -27‰, sedangkan gula tebu (tanaman C4) sekitar -10‰ hingga -12‰.	

Senyawa volatil / aroma khas	GC-MS dengan SPME (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.4)	Aroma khas sering menjadi penanda keunikan IG. Data senyawa volatil harus menunjukkan profil yang berbeda dengan produk dari daerah lain. Analisis PCA (Principal Component Analysis) dapat digunakan untuk memvisualisasikan perbedaan profil senyawa volatil antar daerah.	Gula aren, kakao, anggur palma
Aluminium Dapat Ditukar (Al-dd)	Ekstraksi KCl 1N + titrasi atau AAS/ICP (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.3)	Pada tanah masam, Al-dd yang tinggi dapat mempengaruhi morfologi akar, serapan hara, dan akumulasi senyawa sekunder pada tanaman. Untuk IG, perbandingan kadar Al-dd antara wilayah IG dan wilayah pembanding dapat menjadi salah satu pembeda karakteristik tanah. Tanaman aren diketahui cukup toleran terhadap Al, tetapi kehadiran Al-dd dapat mempengaruhi rasa dan komposisi nira.	
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	Metode pencucian amonium asetat pH 7 (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.1)	KTK menggambarkan kemampuan tanah menyimpan dan menyediakan unsur hara. Tanah dengan KTK tinggi (>20 cmol/kg) umumnya lebih subur. Untuk IG, perbedaan nilai KTK antara wilayah IG dan wilayah pembanding dapat menjadi salah satu bukti karakteristik tanah yang khas.	
Kejenuhan Basa (KB)	Perhitungan: (jumlah kation basa ÷ KTK) × 100% (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.1)	KB menunjukkan persentase ruang tukar yang ditempati kation basa. KB tinggi (>50%) menandakan tanah netral hingga alkalin; KB rendah (<50%) menandakan tanah masam. Untuk IG Gula Aren Genjah, KB yang khas di wilayah produksi dapat mempengaruhi ketersediaan hara dan pada akhirnya mempengaruhi rasa nira.	

Tujuan H.2: Membuktikan Keunikan Produk yang Terkait dengan Faktor Manusia (Proses Produksi Tradisional)

Untuk menunjukkan bahwa karakteristik unik produk juga dipengaruhi oleh cara pengolahan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun.

Parameter	Metode Uji yang Relevan	Keterangan untuk Dokumen IG	Relevansi dengan Turunan

Profil sensori produk (rasa, aroma, warna, tekstur)	Quantitative Descriptive Analysis (QDA) - panelis terlatih (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	Harus dilakukan dengan panelis yang memahami produk tradisional daerah asal (panelis direkrut dari masyarakat lokal yang terbiasa dengan produk). Hasil uji menjadi bukti bahwa proses produksi tradisional menghasilkan profil sensori yang khas. Hasil disajikan dalam bentuk diagram laba-laba (spider chart) yang membandingkan produk IG dengan produk dari daerah lain.	
Perbedaan sensori dengan produk dari daerah lain	Pilihan 1: Uji Triangle Test	Digunakan untuk membuktikan secara statistik bahwa produk IG berbeda secara sensori dari produk sejenis dari daerah lain. Uji Triangle Test adalah yang paling umum digunakan untuk keperluan IG karena probabilitas kebetulan rendah (1/3) dan hasil dapat diuji statistik dengan tabel binomial.	
	Pilihan 2: Uji Duo-Trio	(Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	
Parameter fisik yang dipengaruhi proses produksi (warna, tekstur, kadar air, dll)	Warna: Colorimeter	Parameter ini harus dikaitkan dengan tahapan spesifik dalam proses produksi tradisional. Misalnya: "Warna coklat kemerahan pada gula aren Genjah dihasilkan dari proses pemasakan nira selama X jam menggunakan wajan besi." Dokumentasi proses produksi tradisional harus dilampirkan sebagai pendukung data uji.	Gula aren, kakao, anggur palma
	Tekstur: Texture Analyzer		
	Kadar air: Gravimetri	(Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.3)	

Tujuan H.3: Menentukan Parameter Mutu Spesifik Produk IG

Untuk menetapkan standar mutu produk IG yang menjadi pembeda dengan produk sejenis di pasaran.

Parameter	Metode Uji yang Relevan	Keterangan untuk Dokumen IG	Relevansi dengan Turunan

Kadar gula reduksi / sukrosa (untuk gula aren, madu, dll)	Pilihan 1: HPLC	Nilai kadar gula spesifik dapat menjadi salah satu parameter mutu yang membedakan produk IG. Misalnya: gula aren Genjah memiliki kadar sukrosa 85-90% dan kadar glukosa 5-8%, berbeda dengan gula aren dari daerah lain. Data harus disajikan dalam bentuk rentang (min-max) berdasarkan minimal 10 sampel dari berbagai titik produksi.	Gula aren, madu
	Pilihan 2: Luff-Schoorl	(Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.2)	
Kadar air	Gravimetri (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.2)	Produk IG sering memiliki kadar air tertentu yang dipengaruhi oleh proses produksi tradisional. Misalnya: gula aren cetak memiliki kadar air 5-8%, lebih tinggi dari gula kristal (2-4%). Kadar air mempengaruhi masa simpan dan tekstur produk.	Gula aren, dodol, manisan
pH	pH meter (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.3)	Relevan untuk produk fermentasi (anggur palma) atau produk yang melalui proses pemasakan. pH dapat menjadi indikator konsistensi proses produksi.	Anggur palma, gula aren (derajat karamelisasi)
Kadar antioksidan / total phenolic	Spektrofotometri (Folin-Ciocalteu) (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.4)	Dapat menjadi nilai tambah produk IG jika terbukti lebih tinggi dibanding produk lain. Sering digunakan sebagai klaim kesehatan untuk produk premium.	Gula aren, kakao, madu

Tujuan H.4: Uji Cita Rasa untuk Keperluan IG

Uji cita rasa adalah komponen penting dalam dokumen deskripsi IG karena cita rasa sering menjadi pembeda utama produk IG dengan produk sejenis dari daerah lain. Berbeda dengan uji sensori untuk pengembangan produk biasa, uji cita rasa untuk IG harus dirancang untuk membuktikan kekhasan, bukan sekadar tingkat kesukaan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan

Profil cita rasa lengkap	Quantitative Descriptive Analysis (QDA) dengan panelis terlatih minimal 8-12 orang (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	Panelis harus direkrut dari masyarakat lokal yang terbiasa dengan produk IG, kemudian dilatih 5-10 sesi untuk memberikan skor intensitas yang konsisten. Atribut yang dinilai disesuaikan dengan produk (misal untuk gula aren: manis, pahit, aroma karamel, aftertaste, warna, tekstur kristal). Hasil uji disajikan dalam bentuk profil rasa (spider web chart) yang menjadi ciri khas produk IG. Wajib untuk dokumen IG.	Gula aren IG, kakao IG
Tingkat kesukaan konsumen	Uji Hedonik dengan panelis tidak terlatih (minimal 50-100 orang) (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	Digunakan untuk menunjukkan bahwa produk IG memiliki penerimaan pasar. Tidak cukup untuk membuktikan keunikan, tetapi diperlukan untuk menunjukkan keberterimaan produk IG oleh konsumen (aspek reputasi). Hasil disajikan dalam bentuk skor rata-rata dan distribusi jawaban (persentase suka, netral, tidak suka).	Semua produk IG
Kemampuan membedakan produk IG dengan produk lain	Pilihan 1: Uji Triangle Test	Wajib dilakukan untuk membuktikan secara statistik bahwa produk IG memiliki karakteristik sensori yang berbeda dengan produk sejenis dari daerah lain atau produk sejenis yang beredar di pasaran. Jumlah panelis minimal 12-20 orang. Hasil dianalisis dengan tabel binomial — signifikan jika jumlah panelis yang benar > nilai kritis pada α=0,05.	Gula aren IG, kakao IG
	Pilihan 2: Uji Duo-Trio	(Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	
Aroma khas produk IG	Pilihan 1: Aroma Profile Analysis (panelis terlatih) + konfirmasi GC-MS	Aroma sering menjadi salah satu atribut paling khas untuk produk IG (misal: aroma karamel pada gula aren, aroma smoky pada kakao asap). Pilihan 1 (Panelis + GC-MS): Panelis terlatih mengidentifikasi deskriptor aroma (karamel, smoky, floral, fruity, nutty) dan memberi skor intensitas. GC-MS digunakan untuk mengkonfirmasi senyawa volatil penyebab aroma tersebut. Kombinasi ini paling kuat untuk IG.	Gula aren, kakao, anggur palma

	Pilihan 2: GC-MS saja (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.5)	Pilihan 2 (GC-MS saja): Memberikan daftar senyawa volatil, tetapi tidak memberi informasi tentang "aroma seperti apa" yang dirasakan manusia.	

Tujuan H.5: Uji Tanah untuk Keperluan IG

Uji tanah dalam konteks IG tidak hanya bertujuan untuk mengetahui kesuburan lahan, tetapi terutama untuk membuktikan bahwa karakteristik tanah di wilayah IG berkontribusi terhadap keunikan produk.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Profil mineral tanah lengkap (makro dan mikro)	Pilihan 1: ICP-MS	Pengambilan sampel tanah harus dilakukan di minimal 5-10 titik di wilayah IG dan 3-5 titik di wilayah pembanding (di luar IG). Data dianalisis dengan PCA (Principal Component Analysis) untuk menunjukkan bahwa profil tanah wilayah IG berbeda secara statistik dengan wilayah lain. PCA harus menunjukkan pengelompokan sampel yang jelas antara wilayah IG dan non-IG.	IG Gula Aren Genjah, IG kakao
	Pilihan 2: XRF	(Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.4)	
pH tanah	pH meter (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.1)	pH tanah yang khas dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara dan pada akhirnya mempengaruhi karakteristik produk. Data pH disajikan dalam bentuk rentang dan rata-rata untuk wilayah IG.	Semua IG berbasis tanaman
C-organik, N, P, K	Metode Klaster F (Tujuan F.1)	Parameter kesuburan tanah perlu dilaporkan sebagai data pendukung karakteristik wilayah IG. Data harus dibandingkan dengan wilayah pembanding untuk menunjukkan kekhasan.	Semua IG berbasis tanaman

Korelasi tanah-produk	Analisis multivariat (PCA, korelasi Pearson, atau regresi)	Ini adalah analisis paling penting untuk IG. Data profil mineral tanah dan profil mineral produk (dari Tujuan H.1) dianalisis bersama. Langkah-langkah: 1) Lakukan PCA pada data tanah dan produk secara terpisah untuk melihat pengelompokan berdasarkan asal. 2) Lakukan uji korelasi Pearson antara unsur dalam tanah dan unsur yang sama dalam produk. 3) Jika korelasi signifikan (p-value <0,05), ini menjadi bukti ilmiah bahwa tanah di wilayah IG mempengaruhi komposisi produk.	IG Gula Aren Genjah, IG kakao

4.9 Klaster I: Benih/Bibit & Bahan Tanam

Klaster ini mencakup metode analisis untuk menilai kualitas benih dan bibit tanaman, terutama untuk komoditas unggulan daerah seperti kelapa sawit, kakao, aren, nenas, dan pisang. Kajian dalam klaster ini bertujuan untuk mendapatkan bibit yang sehat, unggul, dan adaptif terhadap kondisi lokal Kutai Timur. Metode yang disajikan mencakup analisis status hara tanaman, parameter morfologi pertumbuhan, analisis media tanam, dan uji respons terhadap perlakuan.

Tujuan I.1: Menentukan Status Hara Bibit

Memastikan bibit memiliki kecukupan unsur hara esensial untuk pertumbuhan optimal.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
N-total daun	Kjeldahl (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.2)	Mengukur kandungan nitrogen total dalam daun. Daun sampel dikeringkan, digiling, dianalisis dengan metode Kjeldahl. Nitrogen adalah unsur hara makro utama untuk pertumbuhan vegetatif. Kekurangan nitrogen ditandai dengan daun hijau pucat atau kekuningan.	Bibit sawit, kakao, aren
P-total daun	Spektrofotometri UV-Vis (Lihat deskripsi pada Klaster A, Tujuan A.2 - prinsip yang sama untuk bahan tanaman)	Mengukur kandungan fosfor dalam daun. Sampel daun didestruksi basah (asam), filtrat direaksikan dengan reagen pembentuk warna, diukur dengan spektrofotometer. Fosfor penting untuk perkembangan akar dan energi. Kekurangan fosfor ditandai dengan daun	Bibit sawit, kakao, aren

		berwarna keunguan atau merah tua.	
K, Ca, Mg daun	AAS atau flame fotometri (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.1 - prinsip yang sama untuk bahan tanaman)	Mengukur kandungan kalium, kalsium, dan magnesium dalam daun. Kalium penting untuk ketahanan kekeringan, kalsium untuk pertumbuhan ujung akar dan daun muda, magnesium untuk pembentukan klorofil.	Bibit sawit, kakao, aren
Reflektansi daun (spektrum)	Spektroradiometer	Mengukur pantulan cahaya dari permukaan daun pada berbagai panjang gelombang. Daun diukur langsung di lapangan atau di laboratorium dengan spektroradiometer yang dilengkapi sumber cahaya. Indeks vegetasi (NDVI, PRI) dihitung dari reflektansi pada panjang gelombang tertentu. Metode cepat non-destruktif untuk menduga status hara. Tidak merusak tanaman, dapat diulang pada individu yang sama. Masih perlu kalibrasi dengan analisis laboratorium (N-total, klorofil) untuk akurasi yang baik.	Bibit sawit, kakao (untuk monitoring pertumbuhan tanpa destruksi)

Tujuan I.2: Menilai Pertumbuhan dan Kualitas Bibit

Mengukur parameter morfologi untuk menentukan bibit yang sehat dan siap tanam.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Tinggi bibit	Mistar atau pita ukur (meteran)	Mengukur tinggi bibit dari permukaan media tanam hingga titik tertinggi (pucuk daun tertinggi). Ukur pada interval waktu yang sama (misal: setiap 2 minggu) untuk melihat laju pertumbuhan. Pastikan pengukuran dilakukan oleh orang yang sama untuk konsistensi.	Bibit sawit, kakao, aren, nenas, pisang
Diameter batang	Jangka sorong (kaliper)	Mengukur diameter batang pada ketinggian tertentu dari permukaan media tanam (biasanya 5-10 cm). Indikator kekokohan bibit. Bibit ideal memiliki diameter batang yang proporsional dengan tinggi (tidak terlalu kurus).	Bibit sawit, kakao, aren

Jumlah daun	Penghitungan manual	Menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna (bukan daun yang masih kuncup). Indikator perkembangan bibit. Bibit yang sehat menunjukkan pertambahan jumlah daun secara teratur.	Bibit sawit, kakao, aren, nenas, pisang
Luas daun	Pilihan 1: Leaf area meter	Mengukur luas permukaan daun. Pilihan 1 (Leaf area meter): Daun dilewatkan di antara rol dan sensor, alat menghitung luas secara otomatis. Cepat, akurat, peralatan mahal.	Bibit sawit, kakao, aren
	Pilihan 2: Metode gravimetri (kertas)	Pilihan 2 (Gravimetri): Daun digambar pada kertas, gunting kertas mengikuti bentuk daun, timbang kertas. Luas dihitung dari berat kertas × faktor konversi. Lebih murah, lebih lama. Indikator kapasitas fotosintesis. Daun lebih luas = lebih banyak cahaya yang dapat ditangkap = pertumbuhan lebih cepat.	
Berat kering (akar, batang, daun)	Gravimetri (oven + timbangan analitik)	Metode destruktif (tanaman dikorbankan). Bibit dipisahkan menjadi bagian akar, batang, dan daun. Masing-masing dikeringkan dalam oven (70-80°C) hingga berat konstan (biasanya 48-72 jam), ditimbang. Berat kering total = berat kering akar + batang + daun. Indikator akumulasi biomassa. Bibit dengan berat kering lebih tinggi umumnya lebih berkualitas.	Bibit sawit, kakao, aren (untuk penelitian yang mengorbankan bibit)
Rasio tinggi/diameter	Perhitungan: tinggi ÷ diameter	Menghitung rasio antara tinggi dan diameter batang. Indikator kekokohan bibit. Rasio rendah (<10 untuk sawit muda) menandakan bibit lebih kokoh. Rasio tinggi (>15) menandakan bibit kurus (etiolasi) karena kekurangan cahaya atau terlalu rapat.	Bibit sawit, kakao, aren

Tujuan I.3: Menganalisis Media Tanam Bibit

Memastikan media tanam (tanah/polybag) memiliki sifat fisik dan kimia yang sesuai untuk pertumbuhan bibit.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan

pH media tanam	pH meter (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.1)	Mempengaruhi ketersediaan unsur hara untuk bibit. pH optimal untuk media tanam bibit sawit: 5,5-6,5; kakao: 6-7; aren: 6,5-7,5.	Media tanam bibit semua komoditas
C-organik, N, P, K media	Metode Klaster F (Tujuan F.1)	Mengetahui kesuburan media tanam. Untuk media tanam dalam polybag (volume terbatas), kadar unsur hara perlu dipantau karena cepat habis. Pemupukan rutin diperlukan untuk mempertahankan kesuburan.	Media tanam bibit semua komoditas
Tekstur media	Metode pipet atau hydrometer (Lihat deskripsi pada Klaster F, Tujuan F.2	Mempengaruhi drainase dan aerasi akar. Media tanam bibit ideal: tekstur lempung berpasir (drainase baik, tidak terlalu padat). Tanah liat terlalu padat, akar sulit berkembang; pasir terlalu porous, air dan unsur hara cepat hilang.	Media tanam bibit semua komoditas

Tujuan I.4: Menentukan Respons Bibit terhadap Perlakuan

Untuk penelitian yang menguji berbagai perlakuan (misal: dosis pupuk, jenis media tanam, komposisi campuran) guna mendapatkan rekomendasi terbaik untuk produksi bibit di Kutai Timur.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Turunan
Parameter pertumbuhan (Tujuan I.2)	ANOVA (Analysis of Variance), uji lanjut (BNT, BNJ, atau DMRT)	Membandingkan pengaruh berbagai perlakuan terhadap pertumbuhan bibit. Langkah-langkah: 1) Lakukan ANOVA untuk menguji apakah ada perbedaan signifikan antar perlakuan. 2) Jika ANOVA signifikan ($p<0,05$), lanjutkan dengan uji lanjut (misal: BNT untuk membandingkan setiap pasangan perlakuan). Rancangan percobaan yang umum: RAK (Rancangan Acak Kelompok) atau RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan minimal 3 ulangan per perlakuan.	Penelitian bibit sawit, kakao, aren
Status hara (Tujuan I.1)	ANOVA, korelasi dengan dosis perlakuan	Mengetahui hubungan antara dosis perlakuan (misal: dosis pupuk) dan status hara bibit. Analisis regresi dapat digunakan untuk menentukan dosis optimum (misal: dosis pupuk N yang memberikan kadar N daun tertinggi sebelum mencapai titik jenuh).	Penelitian pemupukan bibit

Efektivitas perlakuan	Analisis regresi, uji efektivitas relatif	Menentukan dosis optimal perlakuan. Uji efektivitas relatif: Bandingkan perlakuan yang diuji dengan kontrol (standar). Misal: "Dosis pupuk A 50 g/tanaman memberikan pertumbuhan setara dengan dosis standar 75 g/tanaman (efektivitas relatif 150%)." Berguna untuk rekomendasi pemupukan yang lebih efisien (mengurangi dosis tanpa mengurangi pertumbuhan).	Penelitian bibit sawit

4.10 Klaster J: Kualitas Udara & Emisi

Klaster ini mencakup metode analisis untuk mengukur dan mengevaluasi kualitas udara ambien serta emisi dari berbagai sumber pencemar (transportasi, industri, pembangkit listrik, pembakaran terbuka, domestik, dll).

Tujuan J.1: Mengukur Emisi dari Sumber Pencemar

Untuk mengetahui besaran emisi yang dihasilkan oleh berbagai sumber pencemar (kendaraan, industri, pembangkit listrik, pembakaran terbuka, dll) sebagai baseline evaluasi dampak lingkungan.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Sumber Pencemar
Karbon Monoksida (CO)	Pilihan 1: SNI 19-7117.7-2005 (emisi sumber tidak bergerak)	Mengukur kadar CO yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna. CO adalah gas beracun yang mengganggu pengangkutan oksigen dalam darah. Pilihan 1 (SNI): Metode standar laboratorium, lebih akurat, memerlukan peralatan tetap. Cocok untuk sumber tidak bergerak (cerobong industri, pembangkit listrik).	Kendaraan bermotor (baseline untuk kajian bus listrik), industri, kebakaran lahan, pembangkit listrik
	Pilihan 2: Gas analyzer portabel (NDIR - Non-Dispersive Infrared)	Pilihan 2 (Portabel): Dapat dilakukan di lapangan, cepat, cocok untuk survei kendaraan atau sumber bergerak lainnya. Peralatan perlu dikalibrasi secara berkala.	
Nitrogen Oksida (NOx = NO + NO_2)	Pilihan 1: SNI 19-7119.2-2005 (metode Griess Saltman) - untuk udara ambien, dapat diadaptasi untuk emisi	Mengukur kadar NOx yang dihasilkan dari pembakaran suhu tinggi (mesin diesel, boiler industri). NOx berkontribusi terhadap pembentukan kabut asap (smog) dan hujan asam, serta iritasi saluran pernapasan. Pilihan 1	Kendaraan diesel (bus, truk), industri (boiler), pembangkit listrik

		(SNI): Metode spektrofotometri, akurat, memerlukan waktu lebih lama.	
	Pilihan 2: Gas analyzer portabel (chemiluminescence atau elektrokimia)	Pilihan 2 (Portabel): Pengukuran real-time, cocok untuk uji emisi kendaraan bergerak atau pemantauan cerobong.	
Sulfur Dioksida (SO_2)	Pilihan 1: SNI 19-7119.7-2005 (metode pararosanilin) - untuk udara ambien, dapat diadaptasi untuk emisi	Mengukur kadar SO_2 dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur (solar industri, batubara). SO_2 menyebabkan iritasi saluran pernapasan, memperburuk asma, dan berkontribusi terhadap hujan asam. Pilihan 1 (SNI): Metode spektrofotometri, akurat.	Industri (boiler batubara), pembangkit listrik, kendaraan diesel dengan solar non-Euro4
	Pilihan 2: Gas analyzer portabel (fluoresensi UV)	Pilihan 2 (Portabel): Pengukuran real-time, cocok untuk uji emisi. Kritis untuk daerah dengan kualitas solar rendah atau pembangkit listrik berbahan bakar batubara.	
Partikulat (TSP, PM10, PM2.5)	Pilihan 1: SNI 19-7119.3-2005 (gravimetri dengan HVAS) - untuk TSP	Mengukur partikel halus yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna. Pilihan 1 (HVAS): High Volume Air Sampler, metode standar untuk TSP (Total Suspended Particulate), akurat, memerlukan peralatan tetap dan listrik.	Kendaraan diesel (bus, truk), industri (pabrik semen, pengolahan sawit), kebakaran lahan, pembakaran sampah
	Pilihan 2: Low Volume Air Sampler untuk PM10/PM2.5	Pilihan 2 (Low Volume): Untuk PM10 dan PM2.5 dengan size-selective inlet, sesuai standar baku mutu terbaru.	
	Pilihan 3: Particulate monitor portabel (light scattering)	Pilihan 3 (Portabel): Light scattering, cepat, real-time, cocok untuk pemantauan di berbagai titik. Peralatan perlu dikalibrasi secara berkala. PM2.5 adalah yang paling berbahaya karena dapat masuk ke alveoli paru-paru dan masuk ke aliran darah. Wajib diukur untuk kajian dampak kesehatan.	

Hidrokarbon (HC) / Volatile Organic Compounds (VOC)	Pilihan 1: GC-FID (Gas Chromatography - Flame Ionization Detector)	Mengukur kadar hidrokarbon atau senyawa organik volatil yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna atau penguapan bahan bakar. VOC berkontribusi terhadap pembentukan ozon permukaan (smog). Pilihan 1 (GC-FID): Akurat, dapat mengidentifikasi jenis VOC, peralatan mahal, tidak portabel. Pilihan 2 (PID): Portabel, pengukuran total VOC dalam waktu nyata, kurang spesifik.	Kendaraan bermotor (bensin), industri kimia, pengolahan minyak sawit, stasiun pengisian BBM
	Pilihan 2: Gas analyzer portabel (PID - Photoionization Detector)		

Tujuan J.2: Mengukur Kualitas Udara Ambien

Untuk mengetahui kondisi kualitas udara aktual di lokasi-lokasi strategis (area permukiman, sekolah, koridor kota, sekitar industri, dll) sebagai baseline sebelum dan sesudah suatu intervensi atau sebagai pemantauan rutin.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Lokasi
Karbon Monoksida (CO) - Udara Ambien	Pilihan 1: SNI 19-7117.7-2005 (metode NDIR)	Mengukur kadar CO di udara ambien. Sumber utama CO di perkotaan adalah emisi kendaraan bermotor. Pilihan 1 (SNI): Metode standar, cocok untuk pengukuran jangka panjang di titik tetap.	Area padat kendaraan (terminal, perempatan, koridor sekolah), area permukiman dekat industri
	Pilihan 2: CO monitor portabel (elektrokimia)	Pilihan 2 (Portabel): Dapat dibawa ke berbagai titik (mobile monitoring), cocok untuk pemetaan sebaran CO. Baku mutu CO: 10.000 µg/m^3 (1 jam) atau 30.000 µg/m^3 (1 jam untuk area tertentu) berdasarkan PP 41/1999.	
Nitrogen Dioksida (NO_2) - Udara Ambien	Pilihan 1: SNI 19-7119.2-2005 (metode Griess Saltman)	Mengukur kadar NO_2 di udara ambien. NO_2 adalah polutan sekunder yang terbentuk dari oksidasi NO. Pilihan 1 (Aktif): Menggunakan impinger dan pompa, pengukuran dalam durasi tertentu (1-24 jam), akurat.	Area padat kendaraan (terutama yang banyak kendaraan diesel), area dekat industri dengan pembakaran suhu tinggi
	Pilihan 2: Passive sampler (difusi tube)	Pilihan 2 (Pasif): Tabung difusi ditempatkan di lokasi selama 2-4 minggu, memberikan nilai rata-rata, sederhana dan murah.	

		Wajib untuk kajian dampak kesehatan karena NO_2 adalah iritan saluran pernapasan yang kuat.	
Sulfur Dioksida (SO_2) - Udara Ambien	Pilihan 1: SNI 19-7119.7-2005 (metode pararosanilin)	Mengukur kadar SO_2 di udara ambien. Sumber SO_2: pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur (solar, batubara). Pilihan 1 (Aktif): Menggunakan impinger, akurat untuk pengukuran jangka pendek.	Area dekat industri (boiler batubara), area dekat jalan raya dengan kepadatan kendaraan tinggi, area dekat pembangkit listrik
	Pilihan 2: Passive sampler	Pilihan 2 (Pasif): Tabung difusi, memberikan rata-rata 2-4 minggu. Baku mutu SO_2: 150 µg/m^3 (24 jam) berdasarkan PP 41/1999.	
Oksidan (O_3)	SNI 19-7119.8-2005 (metode NBKI - Neutral Buffer Kalium Iodida)	Mengukur kadar ozon permukaan (O_3) yang terbentuk dari reaksi fotokimia antara NOx dan VOC dengan sinar matahari. O_3 adalah komponen utama kabut asap (smog) dan sangat mengiritasi saluran pernapasan. O_3 cenderung tinggi di siang hari saat sinar matahari kuat. Kajian dampak kesehatan anak sekolah harus mempertimbangkan O_3.	Area perkotaan dengan polusi NOx dan VOC tinggi + sinar matahari kuat
Partikulat (TSP, PM10, PM2.5) - Udara Ambien	Pilihan 1: SNI 19-7119.3-2005 (gravimetri HVAS untuk TSP)	Mengukur konsentrasi partikulat di udara ambien. Pilihan 1 (HVAS): Untuk TSP (Total Suspended Particulate), partikel <100 µm. Metode gravimetri: partikel ditangkap filter, selisih berat ditimbang.	Sekolah, koridor kota, terminal, area permukiman dekat industri, area terdampak kebakaran lahan
	Pilihan 2: Low Volume Air Sampler untuk PM10/PM2.5	Pilihan 2 (Low Volume): Untuk PM10 dan PM2.5 dengan size-selective inlet, sesuai standar baku mutu terbaru.	
	Pilihan 3: Particulate monitor real-time (light scattering)	Pilihan 3 (Real-time): Light scattering, memberikan data tiap detik, cocok untuk pemetaan spatiotemporal.	

		Baku mutu PM10: 150 µg/m^3 (24 jam); PM2.5 belum memiliki baku mutu nasional (mengacu pada standar internasional atau Perda setempat). PM2.5 adalah polutan paling berbahaya untuk kesehatan anak-anak.	
Amonia (NH_3) - Udara Ambien	Pilihan 1: SNI 19-7119.1-2005 (metode indofenol)	Mengukur kadar amonia di udara ambien. NH_3 berasal dari emisi kendaraan (katalitik converter), sumber pertanian/peternakan, dan industri pupuk. Pilihan 1 (SNI): Penjerapan gas dengan impinger, analisis spektrofotometer.	Area dengan lalu lintas padat, area sekitar pabrik pupuk, area peternakan intensif, area perkotaan dengan kebocoran gas pendingin
	Pilihan 2: Passive sampler	Baku mutu NH_3: 2,00 ppm (berdasarkan KepMen LH No. 50 Tahun 1996 untuk kadar maksimum gas amonia di udara ambien per satuan waktu).	
Debu Jatuh (Dustfall)	Pilihan 1: SNI 13-4703-1998 (dustfall canister)	Mengukur laju deposisi partikel debu yang jatuh dari udara ke permukaan dalam periode waktu tertentu. Metode: Wadah penampung (dustfall canister) diisi air, ditempatkan di lokasi selama 30 hari, air diuapkan, residu ditimbang. Hasil dinyatakan dalam gram/m^2/bulan. Debu jatuh tinggi mengindikasikan sumber debu di sekitar (industri, konstruksi, jalan tidak beraspal).	Area dekat pabrik semen, area pertambangan, area konstruksi, jalan tanah/debu
Tingkat Kebisingan (Noise Level)	Pilihan 1: SNI 8427-2017 (Sound Level Meter)	Mengukur tingkat kebisingan dari lalu lintas kendaraan, industri, atau aktivitas lain. Pilihan 1 (SLM): Alat genggam, pengukuran pada berbagai titik (siang, malam, jam sibuk). Parameter: Leq (setara), L10, L50, L90.	Sekolah, area pemukiman, koridor kota, area dekat bandara, area dekat industri
	Pilihan 2: Noise monitoring station	Pilihan 2 (Stasioner): Untuk pemantauan jangka panjang di titik tetap. Baku mutu kebisingan untuk area sekolah: 55 dBA (siang) berdasarkan KepMen LH No. 48 Tahun 1996.	

Tujuan J.3: Menghitung Potensi Penurunan Emisi dan Dampak Lingkungan

Untuk menghitung besarnya penurunan emisi yang dapat dicapai dengan suatu intervensi (misal: konversi ke kendaraan listrik, pemasangan cerobong, perubahan bahan bakar) serta mengevaluasi dampak lingkungan secara holistik.

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Intervensi
Perbandingan Emisi (Before-After Study)	Metode: Pengukuran langsung + perhitungan faktor emisi	Membandingkan emisi dari suatu sumber sebelum dan sesudah intervensi. Langkah-langkah: 1) Ukur emisi baseline (kondisi eksisting). 2) Lakukan intervensi. 3) Ukur emisi setelah intervensi. 4) Hitung selisih dan persentase penurunan. Contoh untuk bus listrik: Emisi langsung bus listrik = 0 (tailpipe). Emisi tidak langsung dari pembangkitan listrik (well-to-wheel) dihitung menggunakan faktor emisi dari PLN setempat. Bus listrik tidak menghasilkan emisi langsung saat beroperasi sehingga berpotensi menurunkan GRK (CO_2) dan polutan gas buang dibanding kendaraan berbahan bakar fosil.	Kajian konversi ke kendaraan listrik, pemasangan cerobong/scrubber di industri, perubahan bahan bakar (solar ke gas)
Life Cycle Assessment (LCA)	Metode: ISO 14040 dan ISO 14044 (LCA framework)	Mengevaluasi dampak lingkungan suatu produk atau sistem secara holistik dari produksi hingga akhir masa pakai (cradle-to-grave). LCA mencakup: 1) Produksi (manufaktur baterai, bodi, komponen), 2) Penggunaan (emisi well-to-wheel dari pembangkitan listrik), 3) Perawatan, 4) Akhir masa pakai (daur ulang). Manufaktur baterai memiliki dampak lingkungan yang signifikan (penggunaan logam tanah jarang, energi tinggi). LCA diperlukan untuk perbandingan yang adil antara bus listrik dan bus diesel.	Kajian kelayakan bus listrik, perbandingan bahan bakar alternatif, analisis keberlanjutan produk

Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	Metode: Perhitungan berdasarkan KepMen LH No. 45 Tahun 1997	Menghitung ISPU dari data kualitas udara yang diukur. ISPU digunakan untuk mengkomunikasikan tingkat pencemaran udara kepada publik secara sederhana (kategori: baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, berbahaya). Parameter ISPU: SO_2, NO_2, O_3, CO, PM10. Dengan intervensi (misal: konversi ke bus listrik), ISPU di area yang terdampak diperkirakan turun (dari kategori sedang/berbahaya menjadi baik/sedang).	Pelaporan dampak intervensi kepada publik, pemantauan kualitas udara perkotaan
Pemodelan Sebaran Polutan (Dispersion Modeling)	Metode: Software pemodelan (AERMOD, CALPUFF, HYSPLIT) atau perhitungan Gaussian plume	Memodelkan bagaimana polutan menyebar dari sumber ke lingkungan sekitar berdasarkan data meteorologi (arah angin, kecepatan angin, stabilitas atmosfer, suhu). Digunakan ketika: 1) Tidak memungkinkan melakukan pengukuran di semua titik, 2) Untuk prediksi sebelum intervensi, 3) Untuk identifikasi sumber polusi dominan. Metode ini memerlukan data meteorologi dan data emisi sumber yang akurat. Dianjurkan berkonsultasi dengan ahli pemodelan.	Kajian dampak industri baru, kajian mitigasi kebakaran lahan, perencanaan tata ruang

Tujuan J.4: Mengukur Dampak Kualitas Udara terhadap Kesehatan

Untuk menghubungkan data kualitas udara dengan dampak kesehatan masyarakat, terutama pada populasi rentan (anak-anak, lansia, penderita penyakit pernapasan kronis).

Parameter	Metode Uji	Deskripsi Singkat & Pertimbangan	Relevansi dengan Populasi
Prevalensi ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut)	Metode: Data sekunder dari Puskesmas/Dinas Kesehatan	Mengumpulkan data kasus ISPA pada populasi rentan di wilayah studi sebelum dan sesudah intervensi (atau di wilayah dengan kualitas udara berbeda). Korelasi statistik dengan data kualitas udara (PM2.5, NO_2, SO_2, O_3) untuk melihat hubungan sebab-akibat.	Anak sekolah, lansia, penderita asma

		Dapat digunakan untuk mendukung pernyataan seperti "penurunan risiko gangguan pernapasan, terutama pada anak-anak".	
Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Metode: USEPA Human Health Risk Assessment framework	Menghitung tingkat risiko gangguan pernapasan akibat paparan polutan udara (PM2.5, NO_2, SO_2, O_3) secara kuantitatif. Rumus dasar: Risk = (Konsentrasi polutan × Durasi paparan × Frekuensi paparan) ÷ Nilai ambang batas referensi (RfC atau NOAEL). Output: Hazard Quotient (HQ) atau Excess Cancer Risk (ECR). Wajib untuk kajian yang ingin membuat pernyataan kuantitatif tentang "penurunan risiko gangguan pernapasan".	Populasi terpapar polusi udara kronis (masyarakat sekitar industri, area dengan kepadatan lalu lintas tinggi)
Uji Fungsi Paru (Spirometri)	Metode: Spirometer (alat medis)	Mengukur kapasitas dan fungsi paru-paru pada populasi studi. Parameter: FVC (Forced Vital Capacity), FEV1 (Forced Expiratory Volume in 1 second), rasio FEV1/FVC. Dapat digunakan untuk: 1) Membandingkan fungsi paru populasi di area dengan kualitas udara berbeda, 2) Memantau perubahan fungsi paru sebelum dan sesudah intervensi. Memerlukan tenaga medis terlatih dan ethical clearance.	Anak sekolah (dampak jangka pendek dan jangka panjang), pekerja di lingkungan dengan polusi udara tinggi

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penyusunan Juknis Panduan Metode Analisis Berbasis Saintek ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Juknis ini disusun untuk menjawab kebutuhan nyata di lingkungan BRIDA Kutai Timur, di mana tidak semua periset memiliki latar belakang saintek, sementara tuntutan kajian berbasis saintek semakin meningkat seiring dengan arah pembangunan daerah yang tertuang dalam RPJMD 2025-2029 dan RIPJ PID.
2. Juknis ini mengklasifikasikan objek analisis saintek ke dalam sepuluh klaster, yaitu: (A) Pangan & Produk Olahan Pangan, (B) Oleokimia & Turunan Lemak/Minyak, (C) Biomaterial & Serat Alami, (D) Bioenergi & Turunan Fermentasi, (E) Pupuk, Pakan, & Produk Lingkungan, (F) Tanah & Lingkungan Tumbuh, (G) Energi Terbarukan (Sel Surya), (H) Indikasi Geografis (IG), (I) Benih/Bibit & Bahan Tanam, dan (J) Kualitas Udara & Emisi. Klasifikasi ini bersifat dinamis dan dapat dikembangkan sesuai kebutuhan di masa mendatang.
3. Setiap klaster dilengkapi dengan daftar metode uji yang disusun berdasarkan format baku: Tujuan Analisis → Parameter → Metode Uji → Deskripsi Singkat & Pertimbangan → Relevansi dengan Turunan. Format ini dirancang agar mudah dipahami oleh pengguna dengan latar belakang beragam, termasuk yang tidak berlatar belakang saintek.
4. Dengan adanya juknis ini, diharapkan proses penyusunan kajian berbasis saintek di lingkungan BRIDA menjadi lebih terstruktur, konsisten, dan efisien, serta dapat menjadi acuan bagi tim pengendali mutu dalam melakukan evaluasi.

5.2 Saran dan Rekomendasi

Sehubungan dengan penggunaan dan pengembangan juknis ini di masa mendatang, disampaikan saran dan rekomendasi sebagai berikut:

5.2.1 Bagi Pengguna Juknis

1. Sebelum menggunakan juknis ini, pahami terlebih dahulu **sifat kajian** yang akan dilakukan (apakah untuk kepatuhan/sertifikasi atau untuk pengembangan/riset internal), karena pendekatan pemilihan metode yang digunakan berbeda.
2. Gunakan Bab 2 untuk menentukan klaster yang sesuai dengan objek kajian, kemudian buka Bab 4 pada klaster tersebut untuk melihat daftar metode uji yang tersedia.

3. Jika objek kajian belum tercakup dalam sepuluh klaster yang tersedia, konsultasikan dengan tim pengendali mutu untuk kemungkinan penambahan klaster baru atau pencarian metode dari sumber lain.
4. Dokumentasikan setiap kajian yang dilakukan termasuk parameter dan metode yang dipilih, agar dapat menjadi referensi bagi kajian serupa di masa mendatang.
5. Sampaikan masukan dan saran perbaikan kepada tim penyusun atau tim pengendali mutu untuk penyempurnaan juknis ini di masa mendatang.

5.2.2 Bagi Tim Pengendali Mutu

1. Jadikan juknis ini sebagai alat bantu evaluasi terhadap usulan kajian yang menggunakan pendekatan saintek, terutama untuk memastikan kesesuaian parameter dan metode dengan tujuan kajian.
2. Lakukan pendampingan kepada periset yang masih mengalami kesulitan dalam menggunakan juknis ini, terutama pada tahap awal penerapan.
3. Kumpulkan dan catat kasus-kasus khusus yang tidak terakomodir dalam juknis ini sebagai bahan pengembangan di masa mendatang.

5.2.3 Bagi Pengembangan Juknis ke Depan

1. Juknis ini bersifat dinamis dan perlu diperbarui secara berkala sesuai dengan perkembangan kebutuhan organisasi, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta perubahan regulasi atau standar metode terbaru.
2. Beberapa klaster yang berpotensi ditambahkan di masa mendatang antara lain: Air & Lingkungan (uji kualitas air), Material Konstruksi (uji sifat fisik dan mekanik material bangunan), serta Kesehatan & Farmasi (uji produk herbal dan obat-obatan).
3. Disarankan untuk menyusun dokumen pendukung seperti daftar laboratorium mitra yang dapat diajak kerja sama beserta ruang lingkup ujinya, serta contoh format rencana uji yang baku, sebagai lampiran terpisah atau sebagai bagian dari revisi juknis ini.
4. Sosialisasi juknis ini kepada seluruh periset dan tenaga fungsional di lingkungan BRIDA perlu dilakukan agar pemanfaatannya optimal.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC. (1990). *Official Method 985.29: Total Dietary Fiber in Foods - Enzymatic-Gravimetric Method*. Rockville, MD: AOAC International.

AOCS. (2003). *Official Method Cd 8-53: Peroxide Value - Acetic Acid-Chloroform Method*. Urbana, IL: AOCS.

AOCS. (2017). *Official Method Ca 5a-40: Free Fatty Acids*. Urbana, IL: AOCS.

AOCS. (2017). *Official Method Cd 3d-63: Acid Value*. Urbana, IL: AOCS.

AOCS. (2017). *Official Method Ce 1-62: Fatty Acid Composition by GLC*. Urbana, IL: AOCS.

AOCS. (2022). *Official Method Cd 1d-92: Iodine Value of Fats and Oils*. Urbana, IL: AOCS.

AOCS. (2022). *Official Method Cd 12b-92: Oil Stability Index (OSI)*. Urbana, IL: AOCS.

ASTM. (2010). ASTM D570: Standard test method for water absorption of plastics. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM. (2014). ASTM D3822: Standard test method for tensile properties of single textile fibers. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM. (2014). ASTM D5338: Standard test method for determining aerobic biodegradation of plastic materials under controlled composting conditions, incorporating thermophilic temperatures. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM. (2014). ASTM D792: Standard test methods for density and specific gravity (relative density) of plastics by displacement. West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM. (2019). ASTM D445: Standard test method for kinematic viscosity of transparent and opaque liquids (and calculation of dynamic viscosity). West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM. (2019). ASTM D4809: Standard test method for heat of combustion of liquid hydrocarbon fuels by bomb calorimeter (precision method). West Conshohocken, PA: ASTM International.

Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (1998). *SNI 01-3555-1998: Cara uji minyak dan lemak*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (1998). *SNI 02-2801-1998: Pupuk organik padat*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (1998). *SNI 13-4703-1998: Cara uji debu jatuh dengan menggunakan dustfall canister*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7117.7-2005: Emisi gas buang - Sumber tidak bergerak - Bagian 7: Cara uji kadar hidrogen sulfida (H_2S) dengan metode biru metilen menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.1-2005: Udara ambien - Bagian 1: Cara uji kadar amoniak (NH_3) dengan metode indofenol menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.2-2005: Udara ambien - Bagian 2: Cara uji kadar nitrogen oksida (NO_2) dengan metode Griess Saltman menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.3-2005: Udara ambien - Bagian 3: Cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.7-2005: Udara ambien - Bagian 7: Cara uji kadar sulfur dioksida (SO_2) dengan metode pararosanilin menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 19-7119.8-2005: Udara ambien - Bagian 8: Cara uji kadar oksidan dengan metode neutral buffer kalium iodida (NBKI) menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 2897:2008: Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur, dan susu, serta hasil olahannya. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2354.5:2015: Cara uji kimia - Bagian 5: Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam produk perikanan*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8427:2017: Pengukuran tingkat kebisingan lingkungan. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 7763:2018: Cara uji sifat kimia tanah. Jakarta: BSN.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2), 248-254.

Chesson, A. (1978). The maceration of linen flax under anaerobic conditions. Journal of Applied Bacteriology, 45(2), 219-230.

IEC. (2014). *IEC 62804: Photovoltaic (PV) modules - Test methods for the detection of potential-induced degradation*. Geneva: IEC.

IEC. (2016). *IEC 61215: Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval*. Geneva: IEC.

IEC. (2020). *IEC 60904-1:2020: Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics*. Geneva: IEC.

International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. Geneva: ISO.

ISO. (2015). *ISO 12966-4:2015: Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 4: Determination by capillary gas chromatography*. Geneva: ISO.

ISO. (2016). *ISO 6886:2016: Animal and vegetable fats and oils - Determination of oxidative stability (accelerated oxidation test)*. Geneva: ISO.

ISO. (2017). *ISO 3657:2023: Animal and vegetable fats and oils - Determination of saponification value*. Geneva: ISO.

ISO. (2017). *ISO 3960:2017: Animal and vegetable fats and oils - Determination of peroxide value - Iodometric (visual) endpoint determination*. Geneva: ISO.

ISO. (2017). *ISO 660:2020: Animal and vegetable fats and oils - Determination of acid value and acidity*. Geneva: ISO.

ISO. (2018). *ISO 3961:2018: Animal and vegetable fats and oils - Determination of iodine value*. Geneva: ISO.

Kementerian Lingkungan Hidup. (1996). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan. Jakarta: KemenLH.

Kementerian Lingkungan Hidup. (1996). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 50 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Tingkat Kebisingan dan Kadar Maksimum Gas Amonia di Udara Ambien per Satuan Waktu. Jakarta: KemenLH.

Kementerian Lingkungan Hidup. (1997). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 45 Tahun 1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Jakarta: KemenLH.

Klason, P. (1909). Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Fichtenholzes. Zeitschrift für angewandte Chemie, 22(24), 1205-1208.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., & Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry, 193(1), 265-275.

Pemerintah Republik Indonesia. (1999). Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta: Pemerintah RI.

Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1), 29-38.