

PETA DATA POTENSI LIMBAH INDONESIA

Comprehensive Waste Commodity & Regional Opportunity Intelligence Report

Diterbitkan oleh: LabLimbah
(lablimbah.com)

Cakupan: 38 Provinsi + Kota Besar,
Menengah & Kecil

Basis: *Real Lapangan & Off-taker*
Supply Chain

PETA DATA POTENSI LIMBAH INDONESIA (COMMODITY INTELLIGENCE REPORT)

Pusat Riset Lapangan & Valuasi Komoditas Sekunder Nusantara

Diterbitkan oleh LabLimbah — Direktori Resmi: [_website/PETA_POTENSI_LIMBAH_INDONESIA.md](#)

Versi: 2026 Comprehensive Edition | Basis Analisis: 38 Provinsi, Seluruh Kota Besar, Menengah, & Kecil

DAFTAR ISI

- [1. Eksekutif & Metodologi Commodity Intelligence](#)
- [2. Peta Sebaran Limbah per Region & Kota di Indonesia](#)
 - [2.1 Region Sumatera \(10 Provinsi\)](#)
 - [2.2 Region Jawa \(6 Provinsi\)](#)
 - [2.3 Region Bali & Nusa Tenggara \(3 Provinsi\)](#)
 - [2.4 Region Kalimantan \(5 Provinsi\)](#)
 - [2.5 Region Sulawesi \(6 Provinsi\)](#)
 - [2.6 Region Maluku & Papua \(8 Provinsi\)](#)
- [3. Master Breakdown: 15 Fraksi Limbah Terbesar & Nilai Ekonominya](#)
- [4. Matriks Industri Hilir \(Siapa Pembeli & Spesifikasi Teknis?\)](#)
- [5. Kalkulasi Kelayakan Lapangan & Radius Logistik](#)

1. EKSEKUTIF & METODOLOGI COMMODITY INTELLIGENCE

Selama puluhan tahun, limbah di Indonesia hanya dipandang dari dua sudut sempit: **masalah sanitasi lingkungan** (*sanitation burden*) atau sekadar **isu moralitas hijau** (*green campaign*). LabLimbah mendefinisikan ulang limbah sebagai **Komoditas Sekunder (Secondary Commodities)**: fraksi material anorganik maupun biomassa organik

yang memiliki massa atom, rantai polimer, energi termal, atau unsur kimia tertentu yang terbuang dari proses hulu namun menjadi bahan baku kritis bagi industri hilir.

Paradigma Analisis: "Kenapa Limbah Tertentu Melimpah di Daerah Tertentu?"

Limbah tidak tersebar secara acak (*not randomly distributed*). Akumulasi limbah adalah cerminan langsung dari **3 Faktor Utama**:

1. **Klaster Industri & Manufaktur Primer**: Lokasi pabrik hulu (misal: smelter nikel di Morowali, kilang minyak di Balikpapan/Cilacap, pabrik kertas di Pelalawan/Mojokerto, otomotif di Cikarang/Karawang).
2. **Karakteristik Agro-Ekologi & Geografis**: Bentang alam monokultur perkebunan dan pertanian (sawit di Riau/Sumut/Kalteng, jagung di Sumbawa/Gorontalo/Grobogan, tapioka di Lampung, tebu di Jawa Timur).
3. **Kepadatan Demografis & Sentra Konsumsi/Logistik**: Pelabuhan hub kontainer, pasar induk grosir, dan kota metropolitan dengan konsentrasi populasi tinggi penghasil fraksi kemasan polimer, e-waste, dan *Used Cooking Oil* (UCO).

2. PETA SEBARAN LIMBAH PER REGION & KOTA DI INDONESIA

2.1 REGION SUMATERA

Sumatera adalah episentrum agro-industri perkebunan (sawit, karet, tebu, kopi), bubur kertas (*pulp & paper*), serta pertambangan timah dan migas.

Aceh

- **Kota Banda Aceh & Sabang**:
 - *Limbah Utama*: Plastik perkotaan (PET, HDPE), residu organik Horeca, jaring nelayan usang (*ghost nets/PA6*).
 - *Kenapa Melimpah?*: Pusat pemerintahan provinsi dan pariwisata bahari tanpa industri manufaktur berat; konsumsi kemasan tinggi disuplai dari Sumut.
 - *Off-taker*: Pengepul lapak daur ulang lokal untuk dikirim (*cross-island transport*) ke pabrik daur ulang Medan.
- **Kota Lhokseumawe & Kab. Aceh Utara**:
 - *Limbah Utama*: Sekam padi sawah irigasi teknis, fly ash PLTU, sisa kondensat/sludge ex-industri pupuk & kilang Arun.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan Ekonomi Khusus Arun Lhokseumawe dan sentra lumbung padi pesisir timur Aceh.
 - *Off-taker*: Industri bata merah, boiler pengering padi, bahan penstabil tanah.
- **Kab. Nagan Raya & Aceh Barat (Meulaboh)**:
 - *Limbah Utama*: Cangkang kelapa sawit (*Palm Kernel Shell/PKS*), Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS/EFB), Fly Ash/Bottom Ash PLTU Suak Puntong.
 - *Kenapa Melimpah?*: Konsentrasi puluhan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di pesisir barat Aceh dan pembangkit listrik batu bara termal.
 - *Off-taker*: Ekspor biomassa ke Jepang melalui Pelabuhan Calang, bahan pembenah tanah perkebunan (*mulching*).

- **Kab. Bireuen & Pidie:**

- *Limbah Utama:* Kulit buah kakao busuk, jerami padi pasca panen raya.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra perkebunan rakyat kakao dan hamparan sawah basah.
- *Off-taker:* Pupuk organik kompos cair, substrat pakan ternak fermentasi silase.

- **Kab. Aceh Singkil & Subulussalam:**

- *Limbah Utama:* Palm Oil Mill Effluent (POME / limbah cair sawit), serabut mesocarp sawit.
- *Kenapa Melimpah?:* Wilayah terluar Aceh dengan rasio PKS per kapita sangat padat berbatasan dengan Sumut.
- *Off-taker:* Pembangkit listrik biogas (metana capture), bahan bakar boiler PKS.

Sumatera Utara

- **Kota Medan:**

- *Limbah Utama:* Scrap logam besi/baja sisa bengkel industri, potongan karton gelombang (OCC), scrap plastik PET botol & PP cup, drum/IBC kimia bekas.
- *Kenapa Melimpah?:* Metropolitan terbesar di Sumatera, hub industri Kawasan Industri Medan (KIM I, II, III, Mabar) dan pelabuhan ekspor-impor Belawan.
- *Off-taker:* Pabrik daur ulang plastik lokal KIM, pabrik peleburan besi baja, pabrik kertas karton daur ulang Deli Serdang.

- **Kab. Deli Serdang & Kota Binjai:**

- *Limbah Utama:* Bagasse (ampas tebu) ex-PG Sei Semayang, kotoran unggas ayam petelur/pedaging skala industri, ampas tahu/tempe.
- *Kenapa Melimpah?:* Sabuk penyangga industri pangan, peternakan unggas terbesar Sumatera, dan areal tebu PTPN.
- *Off-taker:* Briket biomassa alternatif, pabrik pakan maggot BSF, pupuk kandang granul.

- **Kab. Asahan, Labuhanbatu Raya (Rantauprapat), & Simalungun:**

- *Limbah Utama:* Cangkang sawit (PKS), bungkil sawit (*Palm Kernel Cake/PKC*), onggok singkong basah/kering.
- *Kenapa Melimpah?:* Jantung sabuk sawit tertua di Indonesia; ratusan PKS swasta dan BUMN beroperasi nonstop.
- *Off-taker:* Trader biomassa ekspor via Belawan/Kuala Tanjung, industri pakan ternak sapi feedlot, boiler peleburan aluminium Inalum.

- **Kab. Karo (Berastagi):**

- *Limbah Utama:* Residu sortasi sayur hortikultura (wortel, kubis, tomat busuk), kotoran sapi perah.
- *Kenapa Melimpah?:* Dataran tinggi vulkanik sentra penyuplai sayur-mayur untuk Medan, Batam, hingga Singapura.
- *Off-taker:* Pabrik pupuk organik hayati, peternakan maggot Black Soldier Fly (BSF).

- **Kab. Tapanuli Selatan & Tapanuli Utara:**

- *Limbah Utama:* Kulit buah kopi (cascara), lendir/kulit tanduk kopi Arabika Lintong/Sipirok, getah/serbuk kayu pinus.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra penghasil kopi specialty dataran tinggi Danau Toba dan hutan industri pinus.
- *Off-taker:* Ekspor teh cascara, briket arang kopi berkalori tinggi, bahan baku resin/terpentin.

Riau

- **Kota Pekanbaru:**

- *Limbah Utama:* Kertas arsip perkantoran, kardus bekas ritel, ban bekas vulkanisir, scrap besi alat berat.
- *Kenapa Melimpah?:* Kota jasa perdagangan, sentra transit logistik lintas Sumatera, dan kantor pusat perusahaan migas & sawit.
- *Off-taker:* Pabrik ban rekondisi, peleburan logam Medan/Jakarta, aggregator daur ulang kertas.

- **Kota Dumai:**

- *Limbah Utama:* Spent Bleaching Earth (SBE) / tanah pemucat bekas fraksinasi CPO, Sludge CPO, Boiler Ash.
- *Kenapa Melimpah?:* Pelabuhan ekspor CPO terbesar di dunia; sentra hilirisasi refineries minyak goreng dan oleokimia (Wilmar, Sinarmas, Musim Mas).
- *Off-taker:* Industri pemulihan minyak (*recovery oil to biodiesel/fatty acid*), bahan campuran bata beton/interblock (setelah de-oiling).

- **Kab. Pelalawan (Pangkalan Kerinci) & Kab. Siak:**

- *Limbah Utama:* Sludge limbah kertas (*paper mill sludge*), black liquor terolah, serbuk kulit kayu akasia/eukaliptus (wood bark), cangkang sawit.
- *Kenapa Melimpah?:* Rumah bagi salah satu pabrik bubur kertas (*pulp & paper*) terbesar di dunia (April/RAPP) dan hamparan ribuan hektar Hutan Tanaman Industri (HTI).
- *Off-taker:* Bahan bakar boiler biomassa mandiri (*captive power plant*), bahan pupuk organik pembenah tanah gambut.

- **Kab. Rokan Hilir & Indragiri Hilir (Tembilahan):**

- *Limbah Utama:* Sabut kelapa (*coco fiber/cocopeat*), tempurung kelapa pasang surut, lumpur buangan tambak udang.
- *Kenapa Melimpah?:* Kabupaten penghasil kelapa dalam (*hybrid coconut*) terluas di Indonesia (julukan "Negeri Hamparan Kelapa Dunia").
- *Off-taker:* Industri jok mobil/springbed (coco fiber), media tanam hidroponik ekspor (cocopeat), arang briket shisha (tempurung).

Kepulauan Riau

- **Kota Batam:**

- *Limbah Utama:* Electronic waste (e-waste: papan PCB afkir, chip IC, solder dross, kabel tembaga), scrap plat baja galangan kapal (*shipyard scrap*), pasir blasting terpakai (*copper slag abrasive*).
- *Kenapa Melimpah?:* Kawasan perdagangan bebas (FTZ) dengan ribuan pabrik elektronik (SMT/PCB assembly di Mukakuning) dan puluhan galangan kapal di Tanjung Uncang.
- *Off-taker:* Pabrik pemurnian logam berharga (emas/tembaga) berizin B3, pabrik peleburan baja lokal, substitusi pasir cor semen.

- **Kab. Bintan & Tanjungpinang:**

- *Limbah Utama:* Residu bauksit pencucian (*red mud/tailing bauxite*), cangkang gonggong (siput laut), scrap perhotelan Lagoi.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra refinery alumina Galang Batang dan pusat wisata terpadu internasional.
- *Off-taker:* Riset geopolimer/semen merah, kerajinan souvenir kalsium, kompos sisa makanan hotel bintang lima.

Sumatera Barat

- **Kota Padang:**

- *Limbah Utama:* Fly ash & bottom ash PLTU Teluk Sirih, debu semen bypass kiln Semen Padang Indarung, sisa jeroan/tulang ikan pelabuhan Bungus.
- *Kenapa Melimpah?:* Pabrik semen tertua di Asia Tenggara (Semen Padang) dan pelabuhan pendaratan perikanan samudra.
- *Off-taker:* Campuran paving block jalan desa, industri pupuk pakan ikan tepung tulang.

- **Kota Bukittinggi & Payakumbuh:**

- *Limbah Utama:* Kulit singkong dan ampas parutan singkong ex-industri keripik sanjai, bagasse tebu Lawang.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra UMKM kuliner keripik sanjai terbesar dan pabrik gula merah tebu tradisional.
- *Off-taker:* Pakan fermentasi ternak sapi potong Payakumbuh, briket biomassa.

- **Kab. Pasaman Barat & Pesisir Selatan:**

- *Limbah Utama:* Cangkang sawit, ampas gambir (*dregs/catechu residue*).
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra monokultur sawit pantai barat dan 80% pemasok komoditas gambir dunia ada di Pesisir Selatan.
- *Off-taker:* Ekspor arang aktif gambir, bahan baku tanin penyamak kulit nabati.

Jambi

- **Kota Jambi & Muaro Jambi:**

- *Limbah Utama:* Serbuk gergajian kayu (*sawdust*), potongan afkir industri moulding/kayu lapis, cangkang sawit pelabuhan Talang Duku.
- *Kenapa Melimpah?:* Jalur logistik sungai Batanghari dengan industri primer pengolahan hasil hutan dan sawit.
- *Off-taker:* Pabrik wood pellet ekspor, arang briket bakar barbeque.

- **Kab. Tanjung Jabung Barat (Kuala Tungkal):**

- *Limbah Utama:* Kulit sabut biji pinang (*betel nut husk*), tempurung kelapa.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra ekspor biji pinang terbesar Indonesia tujuan India dan Pakistan.
- *Off-taker:* Bahan kertas serat alami (*handmade paper*), briket arang biomassa, pakan ternak.

- **Kab. Kerinci & Kota Sungai Penuh:**

- *Limbah Utama:* Kulit kayu manis afkir (*cassia vera scrap*), kulit kopi Arabika Kerinci.
- *Kenapa Melimpah?:* Pemasok utama kayu manis kualitas ekspor dunia dan sentra kebun kopi vulkanik Gunung Kerinci.
- *Off-taker:* Ekstraksi minyak atsiri aromaterapi, dupa herbal, kompos organik dataran tinggi.

Sumatera Selatan

- **Kota Palembang:**

- *Limbah Utama:* Fosfogipsum (*phosphogypsum*) ex-pabrik pupuk PT Pusri, ampas sagu sisa industri pempek, fly ash PLTU Keramasan.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra pabrik pupuk urea/fosfat nasional dan pusat konsumsi jutaan butir olahan pempek setiap hari.
- *Off-taker:* Retarder pabrik semen Baturaja, pakan bebek/unggas lokal, campuran batako.

- **Kab. Ogan Ilir & Ogan Komering Ilir (OKI):**

- *Limbah Utama*: Bagasse tebu PG Cinta Manis, sludge pulp OKI Pulp & Paper Mills (salah satu mill terbesar dunia), getah karet beku scrap.
- *Kenapa Melimpah?*: Perkebunan tebu PTPN VII dan mega-pabrik pulp di pesisir Air Sugihan.
- *Off-taker*: Pembangkit listrik biomassa mandiri pabrik, bahan isolasi akustik, daur ulang karet ban cacing.
- **Kab. Muara Enim & Lahat**:
- *Limbah Utama*: Fine coal/tailing slurry batubara kalori rendah, fly ash PLTU Tanjung Enim/Bukit Asam, kulit kopi Robusta Lahat.
- *Kenapa Melimpah?*: Cekungan tambang batu bara terbesar Sumatera dan sentra kopi robusta rakyat terluas di Sumsel.
- *Off-taker*: Pabrik briket batubara terkarbonisasi, paving FABA jalan tambang, pembenah tanah kebun kopi.

Bengkulu

- **Kota Bengkulu**:
- *Limbah Utama*: Cangkang rajungan, kepala udang, limbah pasar tradisional Panorama.
- *Kenapa Melimpah?*: Pangkalan pendaratan ikan Samudra Hindia Pelabuhan Pulau Baai.
- *Off-taker*: Ekstraksi kitin-kitosan farmasi/kosmetik, tepung pakan lele.
- **Kab. Mukomuko & Bengkulu Utara**:
- *Limbah Utama*: Tandan kosong sawit (TKKS), cangkang kelapa sawit.
- *Kenapa Melimpah?*: Koridor kebun sawit yang terbentang di sepanjang pesisir barat barat daya.
- *Off-taker*: Pembangkit listrik captive PKS, pupuk kalium organik perkebunan.

Kepulauan Bangka Belitung

- **Kota Pangkalpinang & Kab. Bangka**:
- *Limbah Utama*: Tailing pasir silika ex-tambang timah (tailing alluvial), slag peleburan timah (*tin smelting slag*), ampas singkong kasesa.
- *Kenapa Melimpah?*: Bekas penambangan timah berumur ratusan tahun dan pabrik pengolahan tapioka skala ekspor.
- *Off-taker*: Bahan baku bata ringan AAC, industri kaca semen, pakan babi/sapi lokal.
- **Kab. Belitung & Belitung Timur**:
- *Limbah Utama*: Tailing penambangan tanah liat kaolin (*kaolin tailings*), cangkang kepiting rajungan Belitung.
- *Kenapa Melimpah?*: Sentra eksploitasi mineral kaolin untuk industri kertas/keramik nasional dan perikanan karang.
- *Off-taker*: Bahan refraktori bata tahan api, absorben air, kitosan industri tekstil.

Lampung

- **Kota Bandar Lampung**:
- *Limbah Utama*: SBE ex-refinery minyak kelapa sawit Pelabuhan Panjang, fly ash PLTU Tarahan, scrap botol plastik & kaleng perkotaan.
- *Kenapa Melimpah?*: Pelabuhan gerbang logistik utama Sumatera ke Jawa dengan deretan pabrik pengolahan oleokimia.
- *Off-taker*: Pengolah limbah B3 berizin Cilegon/Bogor, pabrik semen Tarahan, pengepul scrap Surabaya.

- **Kab. Lampung Tengah & Lampung Timur:**

- *Limbah Utama:* Onggok tapioka (limbah padat pati singkong) ratusan ribu ton/tahun, kotoran sapi penggemukan (*cattle feedlotter manure*), tetes tebu (*molasses*).
- *Kenapa Melimpah?:* Produsen ubi kayu terbesar nomor satu di Indonesia dan pusat feedlot sapi impor Australia terbesar nasional.
- *Off-taker:* Industri pakan ternak konsentrat ekspor ke Korea/Jepang, biogas pembangkit listrik skala megawatt, pupuk granul organik.

- **Kab. Lampung Selatan:**

- *Limbah Utama:* Kulit dan bonggol nanas (*pineapple waste*) ex-Great Giant Pineapple (GGP), cangkang sawit rute penyeberangan Bakauheni.
 - *Kenapa Melimpah?:* Kawasan perkebunan dan pabrik nanas kaleng terintegrasi terbesar nomor satu di dunia.
 - *Off-taker:* Pakan basah sapi potong penggemukan terintegrasi (GGP model), ekstraksi enzim bromelain bernilai tinggi.
-

2.2 REGION JAWA

Jawa adalah episentrum manufaktur berat, otomotif, tekstil, petrokimia, dan limbah konsumsi urban terpadat di Asia Tenggara.

Banten

- **Kota Cilegon:**

- *Limbah Utama:* Blast Furnace Slag & Steel Slag (Krakatau Steel / Posco), Fly Ash/Bottom Ash PLTU Suralaya (salah satu PLTU terbesar dunia), Gypsum sintetis industri kimia petrokimia.
- *Kenapa Melimpah?:* "Kota Baja" Indonesia dan klaster industri kimia dasar berat serta pembangkitan listrik energi fosil.
- *Off-taker:* Industri semen hidrolis (Ground Granulated Blast-furnace Slag/GGBS), pengurukan reklamasi laut, pabrik papan gipsium plafon.

- **Kab. Serang & Cikande:**

- *Limbah Utama:* Deinking sludge / dregs pabrik kertas (Indah Kiat Pulp & Paper Serang), scrap karet sol sepatu (*shoe rubber scraps*), scrap karton kardus.
- *Kenapa Melimpah?:* Kawasan Industri Modern Cikande; pusat produksi ribuan merk sepatu ekspor internasional (Nike, Adidas vendor) dan pabrik kertas kemasan raksasa.
- *Off-taker:* Pembakaran bata merah tradisional, daur ulang karet reclaimers/karpet sapi, daur ulang bubur kertas.

- **Tangerang Raya (Kota Tangerang, Tangerang Selatan, Kab. Tangerang):**

- *Limbah Utama:* Kain majun sisa garmen, potongan kulit sintetis (PU/PVC), scrap plastik film injection, limbah elektronik/PCB rumahan, drum thinner/solvent bekas.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra puluhan ribu pabrik perakitan tekstil, alas kaki, percetakan, dan plastik moulding di Jatake, Balaraja, dan Cikupa.
- *Off-taker:* Daur ulang kain katun perca menjadi benang OE (*Open End*), isolator panas kap mobil, pemulihan thinner distilasi ulang.

DKI Jakarta

- **Jakarta Pusat & Jakarta Selatan:**

- *Limbah Utama:* Kertas arsip dokumen hancuran (*shredded office paper*), limbah elektronik ex-kantor (PC, monitor, server rack, printer toner), Used Cooking Oil (UCO) dari ribuan resto Horeca & mal, sisa makanan (*food waste*).
- *Kenapa Melimpah?:* Pusat korporasi finansial, kementerian negara, dan konsumsi gaya hidup modern dengan densitas tertinggi di Indonesia.
- *Off-taker:* Pabrik kertas tisu daur ulang, aggregator ekspor UCO untuk Hydrotreated Vegetable Oil (HVO/Sustainable Aviation Fuel) ke Eropa, pendaur ulang e-waste berizin KLHK.

- **Jakarta Barat:**

- *Limbah Utama:* Sisa potongan kain konveksi sablon/jeans rumahan (Tambora/Kapuk), kardus lapak, scrap botol kosmetik HDPE/PP.
- *Kenapa Melimpah?:* Pusat konveksi semi-informal terpadat dan pergudangan distribusi consumer goods.
- *Off-taker:* Industri isian kasur/kapas sintetis, lapak daur ulang plastik Muara Baru.

- **Jakarta Utara:**

- *Limbah Utama:* Palet kayu rusak ekspor-impor, scrap kontainer baja rongsok, oli bekas kapal dan genset pelabuhan Tanjung Priok, sisa jeroan lelang ikan Muara Baru/Kalibaru.
- *Kenapa Melimpah?:* Pelabuhan tersibuk nasional dan sentra pendaratan perikanan laut samudra.
- *Off-taker:* Industri daur ulang kayu palet menjadi furnitur jati belanda/core board, kilang pemurnian oli pelumas bekas (re-refining lubricant), tepung ikan.

- **Jakarta Timur:**

- *Limbah Utama:* Limbah sachet multi-layer packaging, scrap suku cadang otomotif bengkel, sludge pengolahan air limbah kawasan Pulogadung & Ciracas.
- *Kenapa Melimpah?:* Kawasan Industri Pulogadung (KIP) dan konsentrasi industri pengolahan pangan/minuman kemasan skala besar.
- *Off-taker:* Bahan baku RDF (*Refuse Derived Fuel*) untuk pabrik semen Narogong, pengrajin daur ulang plastik low-grade.

Jawa Barat

- **Kab. Bekasi & Kab. Karawang:**

- *Limbah Utama:* Scrap plat baja stamping otomotif (off-cut sheet metal), dross aluminium casting, oli cutting/emulsi pendingin bubut, scrap plastik ABS/PP bumper otomotif, palet kayu pallet rusak industri.
- *Kenapa Melimpah?:* Koridor industri otomotif dan elektronik terbesar di Asia Tenggara (Kawasan GIIIC, MM2100, Jababeka, KIIC, Suryacipta); pusat pabrik Toyota, Honda, Daihatsu, Hyundai, Suzuki.
- *Off-taker:* Pabrik peleburan baja billet (furnace induction), smelter daur ulang ingot aluminium sekunder, pengolah oli B3 bersertifikat, industri daur ulang pelet plastik engineering.

- **Bandung Raya (Kota Bandung, Cimahi, Kab. Bandung, KBB):**

- *Limbah Utama:* Potongan kain perca/majun tekstil (katun, polyester, spandek), sludge IPAL pengolahan limbah celup batik/tekstil, kotoran sapi perah basah (Lembang & Pangalengan), ampas tahu Cibuntu.
- *Kenapa Melimpah?:* Jantung industri tekstil nasional (Majalaya, Cimahi, Batujajar) dan sentra populasi sapi perah terbesar di Jawa Barat.

- *Off-taker*: Pabrik pemintalan benang daur ulang mambo, co-processing bahan bakar semen, biogas komunal dan pupuk cacing vermikompos, pakan sapi perah & penggemukan.
- **Kab. Purwakarta & Kab. Subang:**
 - *Limbah Utama*: Sisa serat sintetis polimer polyester/rayon (Indorama/Textmaco), limbah kulit nanas Si Madu Subang, fly ash PLTU.
 - *Kenapa Melimpah?*: Klaster industri serat polimer sintetis dan perkebunan nanas rakyat sepanjang jalur Subang-Jalan Cagak.
 - *Off-taker*: Isian bantal/boneka (*dacron recycling*), pakan silase sapi potong, bioetanol generasi dua.
- **Kab. Sukabumi & Kab. Cianjur:**
 - *Limbah Utama*: Serbuk gergajian kayu sengon/albasia (*sawmill dust*), limbah sortasi sayuran dataran tinggi Cipanas, limbah sabut kelapa pantai Palabuhanratu.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra pemotongan kayu budidaya rakyat dan penyuplai sayuran segar Jabodetabek.
 - *Off-taker*: Substrat media budidaya jamur tiram, briket serbuk kayu (*wood briquette*), pupuk kompos sayur.
- **Kota Cirebon & Kab. Indramayu:**
 - *Limbah Utama*: Cangkang rajungan Gunung Jati, potongan/sisa anyaman rotan afkir Tegalwangi, sekam padi Pantura, bottom ash residu minyak kilang Pertamina Balongan.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra pengupasan rajungan ekspor, industri mebel rotan ekspor, lumbung beras terbesar Pantura, dan kilang pengolahan migas Balongan.
 - *Off-taker*: Industri ekstraksi kitosan, briket arang rotan, bahan isolator silika sekam, co-firing PLTU Indramayu.
- **Kab. Garut & Kota Tasikmalaya:**
 - *Limbah Utama*: Scrap kulit samak afkir Sukaregang Garut (krom & nabati), serbuk kayu sisa kerajinan bordir & anyaman mendong/bambu Tasikmalaya.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra penyamakan kulit hewan tertua dan terbesar di Jabar serta pusat kerajinan anyaman kriya nasional.
 - *Off-taker*: Bahan baku lem hewani, kerajinan tambal kulit (*leather patchwork*), briket arang biomassa kriya.
- **Kab. Majalengka & Kab. Kuningan:**
 - *Limbah Utama*: Puing/afkir genteng tanah liat terak bakar Jatiwangi, limbah kulit buah mangga Gedong Gincu, ampas tahu Kuningan.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra pabrik genteng tanah liat bakar legendaris Jatiwangi dan perkebunan mangga khas.
 - *Off-taker*: Agregat kasar lapisan pondasi jalan, pakan maggot BSF, pakan ternak konsentrat kambing.

Jawa Tengah

- **Kota Semarang & Kab. Kendal:**
 - *Limbah Utama*: Serbuk kayu & off-cut furniture Kawasan Industri Kendal (KIK), scrap karton kardus, limbah bulu unggas rumah potong ayam (RPA) Penggaron.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pusat ibukota provinsi, kawasan industri terpadu furnitur ekspor, dan pusat pemotongan ayam harian.
 - *Off-taker*: Pabrik pelet kayu ekspor via Tanjung Emas, tepung bulu ayam berprotein tinggi (*feather meal*) untuk pakan ikan lele/patin.
- **Solo Raya (Surakarta, Sukoharjo, Karanganyar, Klaten, Boyolali):**

- *Limbah Utama*: Serat benang dan limbah kain pabrik tekstil raksasa (Sritex group), kotoran sapi perah Boyolali (sentra susu terbesar Jateng), jerami padi Klaten, ampas tahu Kartasura.
- *Kenapa Melimpah?*: Klaster tekstil hulu-hilir terbesar Jawa Tengah dan lumbung susu segar serta pertanian sawah irigasi modern.
- *Off-taker*: Industri kasur Palembang, instalasi biogas digester rumah tangga, pabrik pakan fermentasi jerami amoniasi, budidaya cacing tanah lumbricus.
- **Kab. Kudus & Kab. Demak:**
 - *Limbah Utama*: Debu tembakau sisa perajangan & debu cengkeh rokok kretek (Djarum/Sukun), sekam padi sawah Demak.
 - *Kenapa Melimpah?*: "Kota Kretek" pusat industri rokok terbesar kedua nasional dan hamparan lumbung padi Demak.
 - *Off-taker*: Pestisida nabati nikotin cair pembasmi hama keong mas, briket pembakaran batu bata.
- **Kota Pekalongan & Kab. Batang:**
 - *Limbah Utama*: Malam lilin bekas penglorodan batik (*reclaimed batik wax*), sludge lumpur pewarna kimia tekstil batik, Fly Ash PLTU Batang Ultra Supercritical (2x1000 MW).
 - *Kenapa Melimpah?*: "Kota Batik Dunia" dengan ribuan pengrajin rumahan dan salah satu PLTU batubara terbesar di Asia Tenggara.
 - *Off-taker*: Pengolahan daur ulang lilin malam murah untuk batik cap kasar, paving block & beton geopolimer FABA Batang.
- **Kab. Tegal & Kab. Brebes:**
 - *Limbah Utama*: Scrap besi cor & gram bubut logam (Tegal "Jepangnya Indonesia"), limbah kulit ari bawang merah Brebes, jerami bawang.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra pengecoran logam onderdil kapal/alat pertanian Ceper/Tegal dan produsen 60% bawang merah nasional.
 - *Off-taker*: Peleburan tungku kupola besi cor, pestisida organik antijamur, kompos tanaman bawang.
- **Kab. Cilacap:**
 - *Limbah Utama*: Fly ash/bottom ash PLTU Karangandri, limbah lumpur minyak Pertamina Refinery Unit IV Cilacap (kilang terbesar di Indonesia), sabut kelapa Kroya.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kota industri berat minyak bumi, PLTU raksasa selatan Jawa, dan sentra kelapa pesisir selatan.
 - *Off-taker*: Pabrik semen Solusi Bangun Indonesia (SBI Cilacap) sebagai bahan baku semen & RDF co-processing, ekspor cocopeat.
- **Kab. Jepara:**
 - *Limbah Utama*: Serbuk gergaji kayu jati, mahoni, trembesi (*teakwood sawdust*), potongan kayu ukir afkir.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra industri ukir kayu jati dan mebel ekspor nomor satu di Indonesia.
 - *Off-taker*: Bahan baku utama arang briket wood charcoal ekspor Timur Tengah, papan partikel (*particle board*).
- **Kab. Pati & Kab. Rembang:**
 - *Limbah Utama*: Ampas tapioka Margoyoso Pati, debu tambang batu kapur (*limestone dust*), bittern (air tua sisa kristalisasi garam) Rembang.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra pabrik tapioka terbesar di Jawa dan garis pantai penghasil garam rakyat terbesar Jateng.

- *Off-taker*: Pakan sapi lokal, industri bata kalsium silikat, ekstraksi magnesium sulfat cair / pupuk garam epsom.

DI Yogyakarta

- **Kota Yogyakarta & Kab. Sleman:**

- *Limbah Utama*: Sisa makanan Horeca mahasiswa & hotel, Used Cooking Oil (UCO) ribuan gerobak kuliner gorengan, limbah botol plastik kosmetik/minuman.
- *Kenapa Melimpah?*: "Kota Pendidikan" dengan 300.000+ mahasiswa perantau dan destinasi wisata budaya terpadat kedua di Jawa.
- *Off-taker*: Pengumpul UCO untuk ekspor biodiesel, budidaya maggot BSF berbasis TPS3R kelurahan.

- **Kab. Bantul:**

- *Limbah Utama*: Afkir gerabah/keramik tanah liat bakar Kasongan, scrap kulit kerajinan Manding, serbuk kayu industri kerajinan bambu/kayu.
- *Kenapa Melimpah?*: Sentra desa wisata kerajinan gerabah, jaket kulit, dan kriya cinderamata.
- *Off-taker*: Bahan urukan lantai bangunan tahan lembap, kerajinan dompet patchwork, briket arang kriya.

- **Kab. Gunungkidul & Kab. Kulon Progo:**

- *Limbah Utama*: Daun kayu putih sisa penyulingan minyak kayu putih (Sendang Mole), sabut kelapa pantai selatan, pasir besi tailing penambangan Glagah.
- *Kenapa Melimpah?*: Pabrik penyulingan minyak kayu putih Perhutani dan sabuk pohon kelapa serta pesisir pantai berpasir besi.
- *Off-taker*: Pupuk organik kompos daun aromatik, bahan bakar pengeringan genteng, bahan campuran semen cor.

Jawa Timur

- **Kota Surabaya & Kab. Sidoarjo:**

- *Limbah Utama*: Scrap besi baja tua pelabuhan & galangan kapal, limbah plastik lembaran LDPE/PP daur ulang, drum/jerigen kimia bekas industri, limbah kulit & kepala udang industri cold storage perikanan Sidoarjo.
- *Kenapa Melimpah?*: Gerbang ekonomi Indonesia Timur, pusat peleburan besi baja scrap Jawa Timur, dan ibukota pemrosesan tambak udang ekspor.
- *Off-taker*: Pabrik baja peleburan induction furnace Gresik/Mojokerto, industri pelet plastik daur ulang Krian/Waru, pabrik ekstraksi kitin/kitosan dan pakan udang.

- **Kab. Gresik:**

- *Limbah Utama*: Copper slag (terak tembaga) ex-Smelter PT Freeport Indonesia / Smelting, Phosphogypsum ex-Petrokimia Gresik, fly ash PLTU Gresik, debu semen.
- *Kenapa Melimpah?*: Klaster industri petrokimia, pupuk terbesar nasional, sentra peleburan konsentrat tembaga, dan pabrik semen Gresik.
- *Off-taker*: Bahan abrasive blasting kapal, substitusi pasir beton struktural, bahan baku retarder pabrik semen dan pupuk pertanian.

- **Kab. Mojokerto & Kab. Pasuruan:**

- *Limbah Utama*: Deinking sludge & pulp scrap pabrik kertas raksasa (Tjiwi Kimia, Pakerin), ampas ragi bir (*spent brewery yeast* ex-Multi Bintang Sampoerna), tetes tebu (*molasses*).
- *Kenapa Melimpah?*: Kawasan industri manufaktur kertas kemasan terbesar Jawa Timur dan kawasan industri PIER Pasuruan.

- *Off-taker*: Bahan bata ringan/bata tahan api, pakan ternak konsentrat protein tinggi untuk sapi perah perah Grati, industri monosodium glutamat (MSG) & bioetanol.
- **Malang Raya (Kota Malang, Kab. Malang, Kota Batu):**
 - *Limbah Utama*: Ampas apel dan sisa sortasi hortikultura Batu, bagasse tebu PG Kebonagung & Krebet Baru, kotoran sapi perah Pujon (salah satu koperasi susu terbesar Jawa).
 - *Kenapa Melimpah?*: Kota wisata apel dan agrowisata, dua pabrik gula raksasa bersejarah, dan sentra peternakan sapi perah dataran tinggi.
 - *Off-taker*: Pakan ternak fermentasi kelinci/kambing, bahan bakar boiler mandiri PG, biogas rumahan energi bersih desa.
- **Kab. Jember & Kab. Banyuwangi:**
 - *Limbah Utama*: Kulit & pulp kopi/kakao PTPN XII, limbah jeroan & kepala ikan sarden pabrik pengalengan Muncar puluhan ton per hari, cangkang lobster/udang.
 - *Kenapa Melimpah?*: Perkebunan kopi/kakao terluas di timur Jawa dan pelabuhan Muncar sebagai produsen ikan sarden kaleng nomor satu nasional.
 - *Off-taker*: Pupuk kompos organik kebun kopi, pabrik tepung ikan protein hewani pakan ayam/lele, pupuk cair hidrolisat ikan (*fish amino acid*).
- **Kota Kediri & Kab. Blitar:**
 - *Limbah Utama*: Kotoran ayam petelur (*poultry manure*) puluhan ribu ton/minggu Blitar, limbah tebu PG Pesantren Baru, limbah ampas tahu Kediri.
 - *Kenapa Melimpah?*: Blitar adalah produsen 30% telur ayam ras nasional (ibukota layer Indonesia) dan Kediri adalah sentra industri gula serta tahu kuning.
 - *Off-taker*: Pupuk kandang kering kirim antar-pulau ke Kalimantan/Sumatera untuk kebun sawit, pakan ikan lele, pakan fermentasi sapi.
- **Kab. Tuban & Kab. Lamongan:**
 - *Limbah Utama*: Kiln dust pabrik Semen Indonesia Tuban, cangkang kepiting rajungan Pelabuhan Brondong Lamongan, jerami padi Bengawan Solo.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kompleks pabrik semen terpadu Tuban dan pelabuhan pendaratan rajungan terbesar di Pantura timur.
 - *Off-taker*: Stabilisator tanah lempung ekspansif jalan tol, bahan kitosan farmasi, pakan silase ternak kambing.
- **Pulau Madura (Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep):**
 - *Limbah Utama*: Bittern (air tua limbah kristalisasi garam) Sumenep & Sampang, limbah sabut dan daun siwalan/lontar, kotoran sapi potong Madura.
 - *Kenapa Melimpah?*: "Pulau Garam" penghasil garam tambak terbesar Indonesia dan sentra plasma nutfah sapi potong Madura.
 - *Off-taker*: Bahan baku industri koagulan tahu nigari (magnesium klorida alami), bahan obat farmasi, kerajinan serat daun lontar, pupuk kandang organik tanaman tembakau.

2.3 REGION BALI & NUSA TENGGARA

Karakteristik limbah wilayah ini terpolarisasi antara **limbah pariwisata internasional (Horeca luxury)** di Bali dan Labuan Bajo versus **biomassa jagung/peternakan skala sabana** di Nusa Tenggara Barat & Timur.

Bali

- **Kota Denpasar & Kab. Badung (Kuta, Seminyak, Canggu, Nusa Dua):**
 - *Limbah Utama:* Used Cooking Oil (UCO) hotel berbintang & restoran beach club, botol kaca miras/minuman beralkohol afkir, canang sari (limbah bunga, janur kelapa, bambu upacara adat ratusan ton per hari), sisa makanan hotel (*plate waste*).
 - *Kenapa Melimpah?:* Sentra pariwisata internasional nomor satu Indonesia dengan ribuan hotel, restoran, dan aktivitas ritual harian umat Hindu Bali.
 - *Off-taker:* Ekspor green fuel UCO via pelabuhan Benoa ke Eropa, industri daur ulang kaca tiup hias Sanur/Tabanan, pabrik kompos organik terpusat Pemkot Denpasar.
- **Kab. Gianyar & Kab. Klungkung:**
 - *Limbah Utama:* Serbuk gergaji kayu patung ukir Ubud, sisa benang dan limbah celup kain tenun endek Klungkung.
 - *Kenapa Melimpah?:* Jantung seni ukir kayu kriya seni Bali dan sentra tenun tradisional Bali.
 - *Off-taker:* Dupa aromaterapi herbal Bali, pengrajin lukisan serbuk kayu, pewarna tekstil daur ulang.
- **Kab. Tabanan & Kab. Jembrana (Negara):**
 - *Limbah Utama:* Sekam padi Tabanan ("Lumbung Beras Bali"), limbah kepala dan jeroan ikan pabrik pengalengan ikan Pengambengan.
 - *Kenapa Melimpah?:* Dataran sawah terasering terluas di Bali dan pelabuhan industri perikanan pelagis selat Bali.
 - *Off-taker:* Pengeringan gabah mandiri, pakan ternak babi lokal Bali, pabrik tepung ikan Pengambengan.
- **Kab. Buleleng (Singaraja) & Kab. Karangasem:**
 - *Limbah Utama:* Limbah pemangkasan daun cengkeh & kulit anggur fermentasi (*grape pomace* ex-Hatten Wines), abu batu padas gunung agung.
 - *Kenapa Melimpah?:* Sentra perkebunan cengkeh utara Bali, satu-satunya kawasan perkebunan anggur anggur wine di Indonesia, dan galian vulkanik.
 - *Off-taker:* Minyak atsiri daun cengkeh (eugenol), pupuk organik kebun anggur, campuran ornamen arsitektur pura Bali.

Nusa Tenggara Barat (NTB)

- **Kota Mataram & Kab. Lombok Barat:**
 - *Limbah Utama:* Sampah plastik perkotaan, tempurung kelapa kawasan wisata pantai Senggigi.
 - *Kenapa Melimpah?:* Ibukota provinsi NTB dan hub logistik pariwisata pulau Lombok.
 - *Off-taker:* Lapak daur ulang plastik kirim Surabaya, briket arang shisha Lombok.
- **Kab. Lombok Timur & Kab. Lombok Tengah:**
 - *Limbah Utama:* Limbah perajangan daun tembakau Virginia (daun tembakau krosok), limbah kotoran sapi ternak kandang komunal.
 - *Kenapa Melimpah?:* Sentra tembakau Virginia kualitas terbaik Indonesia yang disuplai ke pabrik rokok Jawa Timur dan sentra sapi NTB.
 - *Off-taker:* Ekstrak pestisida nabati anti-hama ulat, instalasi biogas digester komunal bantuan Kementerian ESDM.
- **Kab. Sumbawa & Kab. Sumbawa Barat:**

- *Limbah Utama*: Tailing penambangan tembaga & emas PT Amman Mineral Nusa Tenggara (Batu Hijau), tongkol jagung (*corn cob*) ratusan ribu ton/musim panen raya.
- *Kenapa Melimpah?*: Mega-tambang mineral tembaga-emas kedua terbesar Indonesia dan sentra tanaman jagung pipil nasional.
- *Off-taker*: Rekayasa tailing penimbunan tambang, bahan baku furfural kimia, briket biomassa alternatif pengurang batubara PLTU Sumbawa.
- **Kab. Dompu & Kota Bima**:
 - *Limbah Utama*: Tongkol jagung pipil melimpah di pinggir jalan raya, limbah rumput laut afkir teluk Saleh.
 - *Kenapa Melimpah?*: Dompu memegang predikat sentra jagung monokultur dengan produksi jutaan ton per siklus panen.
 - *Off-taker*: Briket biomassa ekspor via pelabuhan Badas, media jamur janggol jagung (jamur paha ayam), pupuk rumput laut kalium tinggi.

Nusa Tenggara Timur (NTT)

- **Kota Kupang**:
 - *Limbah Utama*: Tulang dan darah sapi rumah potong hewan (RPH Oeba), debu klinker pabrik Semen Kupang, pelepah pohon lontar.
 - *Kenapa Melimpah?*: Hub peternakan sapi potong NTT ("Bumi Cendana") yang dikirim hidup ke Jakarta dan pabrik semen tertua di Nusa Tenggara.
 - *Off-taker*: Tepung tulang pakan ayam, bahan batako kalsium, anyaman kerajinan lokal Sasando.
- **Kab. Manggarai Barat (Labuan Bajo)**:
 - *Limbah Utama*: Botol kaca bekas minuman hotel bintang lima, sampah plastik sekali pakai kapal phinisi wisata, sisa jeroan ikan karang.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) dengan lonjakan hotel mewah dan ratusan armada kapal pesiar wisata Komodo.
 - *Off-taker*: Daur ulang kaca hancuran (*crushed cullet*) untuk agregat paving taman, pengiriman plastik press ke Surabaya menggunakan kapal peti kemas balik kosong.
- **Kab. Sumba Timur (Waingapu) & Sumba Barat**:
 - *Limbah Utama*: Cangkang kulit keras kemiri (*candlenut shell*), kotoran kuda sumba/sapi savana, ampas tebu ex-pabrik gula MSM Sumba.
 - *Kenapa Melimpah?*: Produsen komoditas kemiri hutan rakyat terbesar dan proyek perkebunan tebu terintegrasi terluas di NTT.
 - *Off-taker*: Briket arang tempurung kemiri (panas pembakaran setara cangkang kelapa), bahan bakar boiler mandiri pabrik gula.
- **Kab. Belu (Atambua) & Timor Tengah Utara (TTU)**:
 - *Limbah Utama*: Biji dan kulit asam jawa (*tamarind waste*), batang tongkol jagung borse.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan perbatasan RI-Timor Leste dengan tegakan pohon asam jawa liar yang dipanen musiman untuk komoditas pasar Jawa.
 - *Off-taker*: Bahan penyamak kulit herbal, pakan ternak sapi penggemukan metode lamtoro gung.

2.4 REGION KALIMANTAN

Kalimantan adalah raksasa penghasil energi fosil batubara, tambang mineral bauksit, perkebunan kelapa sawit skala jutaan hektar, dan industri perkayuan.

Kalimantan Barat

- **Kota Pontianak & Kab. Kubu Raya:**
- *Limbah Utama:* Sabut kelapa & air kelapa buangan fermentasi industri santan/nata de coco, serbuk gergajian kayu sawmill kayu rimba/karet, minyak jelantah pasar Flamboyan.
- *Kenapa Melimpah?:* Muara hilirisasi kelapa pesisir Kalimantan Barat dan sentra penggergajian kayu hutan tanaman rakyat di sepanjang Sungai Kapuas.
- *Off-taker:* Industri coco fiber ekspor, briket arang wood pellet ekspor, industri sabun cuci curah.
- **Kota Singkawang & Kab. Sambas:**
- *Limbah Utama:* Limbah ampas singkong industri tapioka, kulit jeruk afkir Singkawang, limbah pemotongan ikan pelabuhan Pemangkat.
- *Kenapa Melimpah?:* Sentra perkebunan jeruk terluas Kalbar, pabrik tapioka rakyat, dan pelabuhan pendaratan ikan pesisir barat.
- *Off-taker:* Pakan ternak babi lokal, minyak atsiri kulit jeruk (d-limonene pembersih lantai), tepung pakan ikan.
- **Kab. Ketapang & Kab. Sanggau:**
- *Limbah Utama:* Red mud (residu lumpur merah) bauksit refinery PT Well Harvest Winning Alumina (Kendawangan), cangkang kelapa sawit jutaan ton, tandan kosong sawit.
- *Kenapa Melimpah?:* Pabrik pemurnian Smelter Grade Alumina (SGA) terbesar di Indonesia dan sabuk perkebunan sawit terluas di Kalbar.
- *Off-taker:* Riset geopolimer & batako tahan api merah, ekspor biomassa cangkang sawit langsung via tongkang ke Jepang/China.

Kalimantan Tengah

- **Kota Palangka Raya:**
- *Limbah Utama:* Serbuk gergaji kayu sengon/lahan gambut, eceng gondok sungai Kahayan, sampah domestik perkotaan.
- *Kenapa Melimpah?:* Ibukota provinsi berbasis lahan gambut dan alur sungai besar pedalaman Kalimantan.
- *Off-taker:* Kerajinan serat anyaman eceng gondok, kompos humus gambut penetral asam.
- **Kab. Kotawaringin Timur (Sampit) & Kab. Kotawaringin Barat (Pangkalan Bun):**
- *Limbah Utama:* Cangkang kelapa sawit (PKS), Bungkil Inti Sawit (*Palm Kernel Meal/PKM*), Palm Oil Mill Effluent (POME), abu janjang sawit (*bunch ash*).
- *Kenapa Melimpah?:* Sampit dan Pangkalan Bun adalah episentrum konsentrasi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) tertinggi di Indonesia; jutaan ton CPO keluar dari pelabuhan Bagendang dan Kumai.
- *Off-taker:* Komoditas ekspor energi hijau (biomass fuel) ke PLTU co-firing Jepang, pakan ternak ruminansia sapi feedlot ekspor, pupuk kalium organik alami pengganti pupuk kimia MOP/KCL.

Kalimantan Selatan

- **Kota Banjarmasin & Kota Banjarbaru:**

- *Limbah Utama*: Serbuk gergaji kayu ulin & kayu rawa (*ironwood sawdust*), jerami padi sawah pasang surut Barito, Used Cooking Oil (UCO) sentra kuliner soto Banjar.
- *Kenapa Melimpah?*: Kota pelabuhan sungai tertua, pusat transit kayu ulin, dan sawah pasang surut spesifik gambut.
- *Off-taker*: Obat tradisional arang aktif luka, media tanam bibit kehutanan, biodiesel ekspor.
- **Kab. Tanah Bumbu (Batulicin) & Kab. Kotabaru:**
- *Limbah Utama*: Fine coal slurry batubara terapung di pelabuhan muat (*coal terminal*), cangkang sawit, limbah cangkang kepiting rajungan & udang asin Kotabaru, slag peleburan bijih besi PT Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO).
- *Kenapa Melimpah?*: Hub pelabuhan batubara terbesar Kalsel, tambang bijih besi laterit pulau Sebuku, dan sentra perikanan laut selat Makassar.
- *Off-taker*: Briket batubara bakar kapur, industri kitosan udang, bahan baku pemberat pipa bawah laut (*concrete weight coating*).
- **Kab. Tabalong (Tanjung) & Kab. Balangan:**
- *Limbah Utama*: Fly ash PLTU mulut tambang Tanjung Power Indonesia (TPI), tailing batubara PT Adaro Indonesia, getah karet beku scrap lump.
- *Kenapa Melimpah?*: Tambang batubara open-pit terbesar di belahan bumi selatan (Adaro) dan sentra kebun karet alam rakyat.
- *Off-taker*: Pengurukan kembali lubang tambang (*backfilling*), bahan pengeras jalan tambang hauling, industri karet reclaimer ban.

Kalimantan Timur

- **Kota Balikpapan:**
- *Limbah Utama*: Oily sludge (lumpur minyak mentah tangki penimbunan), Spent Catalyst kilang migas, limbah drum/jerigen kimia ex-offshore rig, scrap baja anjungan lepas pantai, limbah pemukiman pesisir.
- *Kenapa Melimpah?*: "Kota Minyak" dengan kilang minyak terbesar kedua nasional (Pertamina RU V Balikpapan) dan basis logistik perusahaan penunjang migas/tambang dunia di Kariangau.
- *Off-taker*: Pengolahan bioremediasi tanah B3 berizin, pemulihan logam mulia nikel/vanadium/platinum dari spent catalyst, peleburan scrap baja kapal offshore.
- **Kota Samarinda & Kab. Kutai Kartanegara (Tenggarong):**
- *Limbah Utama*: Serbuk sisa industri kayu lapis (*plywood mill dust*) Loa Janan, batubara reject kalori rendah (low CV coal rejects), limbah sisa kapal tongkang Mahakam.
- *Kenapa Melimpah?*: Pusat industri kayu lapis terbesar di sepanjang Sungai Mahakam dan ribuan IUP tambang batubara koridor Kukar-Samarinda.
- *Off-taker*: Wood pellet biomassa, bahan bakar boiler pabrik semen/bata, pengurukan reklamasi void tambang.
- **Kota Bontang:**
- *Limbah Utama*: Fosfogipsum sintetis industri pupuk (PT Pupuk Kaltim), insulasi perpipaan cryogenic bekas (perlite/glasswool) ex-Kilang LNG Badak, limbah kondensat amonia.
- *Kenapa Melimpah?*: Pusat industri petrokimia amonia-urea terbesar di Asia Pasifik dan kilang pencairan gas alam cair (LNG).
- *Off-taker*: Industri semen retarder, isolator panas bangunan, bahan penetral keasaman tanah gambut.
- **Kab. Kutai Timur (Sangatta) & Kab. Berau:**

- *Limbah Utama*: Tailing batubara raksasa PT KPC (Kaltim Prima Coal Sangatta), cangkang sawit kawasan Muara Wahau, limbah kulit kakao Berau.
- *Kenapa Melimpah?*: Tambang batubara penghasil batubara termal prima dunia dan ekspansi perkebunan sawit pedalaman.
- *Off-taker*: Pembangkit listrik tenaga uap mulut tambang, co-firing boiler PKS, briket biomassa kakao.
- **Kab. Penajam Paser Utara (Kawasan IKN Nusantara)**:
 - *Limbah Utama*: Puing beton bekas (*demolition concrete waste*), potongan besi behel konstruksi (*rebar scraps*), serbuk gergajian kayu HTI akasia PT ITCI Kartika Utama.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pembangunan mega-proyek Ibu Kota Nusantara (IKN) dengan ribuan tower gedung bertingkat dan batching plant semen.
 - *Off-taker*: Crushed concrete aggregate untuk lapis pondasi agregat kelas B jalan raya, pabrik peleburan besi baja lokal, briket biomassa pekerja proyek.

Kalimantan Utara

- **Kota Tarakan**:
 - *Limbah Utama*: Cangkang udang windu industri cold storage ekspor, limbah cangkang kepiting soka, drum oli kapal nelayan.
 - *Kenapa Melimpah?*: Hub pulau pengolahan dan ekspor udang windu laut utara Kalimantan tujuan Jepang.
 - *Off-taker*: Industri ekstraksi kitin/kitosan, perajin pakan udang tambak.
- **Kab. Bulungan (Tanjung Selor) & Kab. Nunukan**:
 - *Limbah Utama*: Residu konstruksi Kawasan Industri Hijau Indonesia (KIHI Tanah Kuning), cangkang sawit Sei Menggaris perbatasan Malaysia, limbah rumput laut jemuran Nunukan.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pusat pembangunan kawasan industri hijau raksasa masa depan dan sentra budidaya rumput laut kotoni terpadat di perbatasan RI-Malaysia.
 - *Off-taker*: Material konstruksi urukan, pasokan biomassa ekspor ke Sabah/Tawau Malaysia, pupuk organik cair alginat rumput laut.

2.5 REGION SULAWESI

Sulawesi merupakan poros hilirisasi mineral nikel dunia, sentra komoditas kakao/cokelat nasional, lumbung beras timur, dan industri perikanan pelagis samudra.

Sulawesi Selatan

- **Kota Makassar**:
 - *Limbah Utama*: Scrap plastik botol/cup kemasan Kawasan Industri Makassar (KIMA), dedak gandum (*wheat pollard / wheat bran*) pabrik tepung Bogasari Makassar, scrap logam kontainer pelabuhan Soekarno-Hatta/Paotere.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kota metropolitan gerbang timur Indonesia, pusat penggilingan gandum impor terbesar di Indonesia Timur, dan hub transit logistik laut.
 - *Off-taker*: Penggilingan bijih plastik kirim Surabaya, bahan baku utama industri pakan ternak unggas/sapi seluruh Sulawesi, pabrik peleburan besi.
- **Kab. Maros & Kab. Pangkajene Kepulauan (Pangkep)**:

- *Limbah Utama*: Kiln dust & bottom ash pabrik Semen Tonasa, fly ash PLTU Bosowa Jeneponto/Barru, limbah jerami padi sawah irigasi teknis Bantimurung.
- *Kenapa Melimpah?*: Pusat industri semen terbesar di Indonesia Timur berbasis pegunungan karst Maros-Pangkep.
- *Off-taker*: Stabilisator tanah dasar lunak jalan trans-Sulawesi, bahan campuran batako paving block, pakan silase sapi potong.
- **Kota Parepare, Kab. Sidrap, & Kab. Pinrang:**
 - *Limbah Utama*: Sekam padi (*rice husk*) jutaan karung, bekatul (*rice bran*), kotoran ayam layer petelur Sidrap.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sidrap dan Pinrang adalah "Lumbung Padi dan Telur Nomor Satu" di Pulau Sulawesi dengan ratusan penggilingan padi modern skala raksasa.
 - *Off-taker*: Bahan bakar boiler pengering gabah (*bed dryer*), pakan ayam petelur lokal, pembuatan briket sekam padi dan pupuk silika tanaman padi kembali.
- **Kota Palopo & Kawasan Luwu Raya (Luwu, Luwu Utara, Luwu Timur):**
 - *Limbah Utama*: Kulit buah kakao/cokelat busuk, ampas sagu basah Luwu, cangkang kelapa sawit PKS Burau.
 - *Kenapa Melimpah?*: Luwu Raya adalah kawasan penghasil 60% biji kakao Sulawesi Selatan dan sentra makanan pokok sagu tradisional (kapurung).
 - *Off-taker*: Pupuk kompos organik kakao pembasmi jamur VSD, media budidaya jamur sagu bernilai konsumsi, bahan bakar biomassa PKS.
- **Kab. Luwu Timur (Sorowako):**
 - *Limbah Utama*: Slag nikel peleburan pirometalurgi PT Vale Indonesia (ratusan ribu ton/tahun), bata tahan api bekas (*spent refractory bricks*) tungku tanur listrik (*electric furnace*).
 - *Kenapa Melimpah?*: Salah satu tambang dan pabrik peleburan nikel matte tertua di Indonesia yang beroperasi sejak dekade 1970-an.
 - *Off-taker*: Pengurukan kembali area tambang (*backfilling quarry*), agregat lapis pondasi jalan aspal berdaya tekan tinggi, daur ulang bata tahan api alumina tinggi.
- **Kab. Bone, Wajo (Sengkang), & Soppeng:**
 - *Limbah Utama*: Limbah jerami padi dan ampas jagung, sisa kepompong ulat sutera murbei sisa pemintalan sutera Sengkang, kotoran sapi Bone.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra sapi potong terbesar Sulsel, lumbung beras Danau Tempe, dan ibukota kerajinan tenun sutera alam Bugis.
 - *Off-taker*: Pakan fermentasi amoniasi jerami, pupuk organik tanaman murbei, pupuk kandang sapi kemasan.

Sulawesi Tenggara

- **Kota Kendari:**
 - *Limbah Utama*: Jeroan dan tulang ikan pasar Higienis Sodohoa, limbah plastik air minum kemasan gelas yang mendominasi Teluk Kendari.
 - *Kenapa Melimpah?*: Ibukota provinsi dengan ketergantungan air minum kemasan tinggi akibat krisis air pipa PDAM dan konsumsi ikan harian tinggi.
 - *Off-taker*: Pupuk organik cair hidrolisat ikan, pabrik cacahan plastik kirim kontainer ke Surabaya.
- **Kab. Konawe (Morosi):**
 - *Limbah Utama*: Nickel slag (terak nikel feronikel/NPI) jutaan ton ex-smelter PT Virtue Dragon Nickel Industry (VDNI) & PT Obsidian Stainless Steel (OSS), Fly Ash/Bottom Ash PLTU captive batubara gigawatt-scale.

- *Kenapa Melimpah?*: Salah satu mega-kawasan industri pemurnian nikel dan baja nirkarat (stainless steel) terpadu terbesar di dunia.
- *Off-taker*: Bahan baku pembuat paving block, batako tahan gempa, substitusi agregat beton dermaga laut, reklamasi darat berizin KLHK.
- **Kab. Kolaka (Pomalaa)**:
 - *Limbah Utama*: Slag nikel PT Antam Pomalaa, residu tailing pelindian asam bertekanan (*HPAL leach residue*) ex-proyek smelter baterai mobil listrik.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra tambang dan peleburan feronikel Antam tertua di Sulawesi dan ekspansi pabrik MHP/baterai EV.
 - *Off-taker*: Urukan jalan hauling tambang, riset pemulihan logam sisa besi-skandium dari tailing residu.
- **Kota Baubau & Pulau Buton**:
 - *Limbah Utama*: Tailing ekstraksi aspal alam Buton (Asbuton), cangkang keras biji jambu mete Muna/Buton.
 - *Kenapa Melimpah?*: Satu-satunya deposit aspal alam tambang di Indonesia dan sentra perkebunan jambu mete rakyat terbesar di kawasan timur.
 - *Off-taker*: Agregat campuran hotmix aspal jalan tol/arteri, briket arang tempurung mete berkalori panas sangat tinggi (*CNSL residue*).

Sulawesi Tengah

- **Kota Palu & Kab. Donggala**:
 - *Limbah Utama*: Debu dan lumpur sisa pencucian batu pecah tambang galian C (abu batu split), limbah kulit bawang merah khas Palu (bawang goreng Palu).
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan galian C penyuplai batu split untuk proyek reklamasi dan pembangunan di Kalimantan/IKN Nusantara, serta industri oleh-oleh bawang goreng legendaris.
 - *Off-taker*: Bahan baku batako press semen, pakan ternak kambing gibas, kompos organik hortikultura.
- **Kab. Morowali (Bahodopi)**:
 - *Limbah Utama*: Terak nikel (*blast furnace nickel slag*) puluhan juta ton, fly ash PLTU batubara kawasan, ban bekas alat berat raksasa (*haul truck tyres* ukuran 27.00R49 ke atas), sisa sabuk ban conveyor belt tambang putus (*conveyor belt scrap*).
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan industri nikel terpadu terbesar di belahan bumi selatan (Indonesia Morowali Industrial Park / IMIP); ribuan tungku smelter beroperasi 24 jam nonstop.
 - *Off-taker*: Bahan agregat dasar pemecah ombak pelabuhan jetty (*breakwater*), agregat pengeras jalan tambang hauling, pembakaran pirolisis ban menjadi minyak bakar (*pyrolysis oil*), kerajinan tali ikat kapal dermaga.
- **Kab. Banggai (Luwuk)**:
 - *Limbah Utama*: Spent catalyst pabrik amonia PT Panca Amara Utama (PAU) & kilang Donggi Senoro LNG (DSLNG), sabut kelapa pantai timur.
 - *Kenapa Melimpah?*: Klaster industri pemurnian gas alam cair dan petrokimia amonia terintegrasi di pantai timur Sulteng.
 - *Off-taker*: Pengolahan pemurnian logam berharga B3 berizin di Cilegon, industri cocopeat media tanam.
- **Kab. Tolitoli & Kab. Buol**:
 - *Limbah Utama*: Ranting dan daun cengkeh afkir guguran kebun, cangkang sawit PKS Hardaya Inti Plantations.

- *Kenapa Melimpah?*: "Kota Cengkeh" produsen cengkeh legendaris dan konsesi perkebunan sawit terintegrasi di utara Sulawesi.
- *Off-taker*: Minyak atsiri daun cengkeh suling, biomassa boiler PKS.

Sulawesi Barat

- **Kota Mamuju & Kab. Mamuju Tengah:**
 - *Limbah Utama*: Cangkang kelapa sawit PKS Tobadak, tandan kosong kelapa sawit, limbah kulit kakao.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra perkebunan sawit dan kakao terpadat di provinsi termuda Sulawesi.
 - *Off-taker*: Ekspor cangkang sawit via pelabuhan Belang-belang, pupuk organik perkebunan rakyat.
- **Kab. Polewali Mandar (Polman):**
 - *Limbah Utama*: Sabut kelapa pantai Tinambung, jerami padi sawah irigasi Campalagian, limbah ikan teri rebus Mandar.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pusat pertanian pangan terpadat Sulbar dan sentra pengolahan ikan teri kering asin.
 - *Off-taker*: Tali sabut kelapa dan cocopeat ekspor, pakan ternak sapi amoniasi, pakan unggas tepung teri.

Sulawesi Utara

- **Kota Manado:**
 - *Limbah Utama*: Limbah sisa makanan dan minyak jelantah hotel pariwisata Manado–Bunaken, sampah botol air mineral plastik turis.
 - *Kenapa Melimpah?*: Destinasi wisata selam dunia dan pusat kuliner ikan bakar/makanan pedas Sulawesi Utara.
 - *Off-taker*: Daur ulang UCO untuk ekspor green diesel, lapak cacah plastik press kirim kontainer kapal ke Surabaya.
- **Kota Bitung:**
 - *Limbah Utama*: Limbah kepala, tulang, insang, dan jeroan ikan cakalang/tuna pabrik pengalengan ikan (puluhan ton per hari), sabut kelapa industri tepung kelapa ekspor (*desiccated coconut*), spent bleaching earth industri refinery minyak kelapa curah.
 - *Kenapa Melimpah?*: "Kota Cakalang" pusat industri pengalengan ikan tuna ekspor nomor satu di Indonesia dan sentra pemrosesan kelapa dalam terpadat nasional.
 - *Off-taker*: Pabrik tepung ikan protein tinggi (pakan udang & unggas), industri arang briket kelapa ekspor, pupuk organik cair hidrolisat ikan asam amino.
- **Kota Tomohon & Kab. Minahasa:**
 - *Limbah Utama*: Kotoran babi (*swine manure*) puluhan ribu ekor peternakan rakyat, ampas fermentasi penyulingan nira aren "Cap Tikus", limbah batang krisan/bunga potong festival Tomohon.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pusat peternakan babi terbesar di Sulawesi, tradisi penyulingan minuman tradisional nira aren, dan "Kota Bunga" Tomohon.
 - *Off-taker*: Digester biogas energi masak rumah tangga, pupuk organik tanaman hortikultura sayuran Modoinding, pupuk cair organik aren.

Gorontalo

- **Kota Gorontalo:**
 - *Limbah Utama*: Jeroan ikan pelabuhan pendaratan ikan Teluk Tomini, limbah plastik perkotaan.
 - *Kenapa Melimpah?*: Ibukota provinsi berbasis perikanan teluk yang tenang dan pusat perdagangan sembako.

- *Off-taker*: Pupuk cair ikan, pengepul daur ulang plastik kirim Manado/Makassar.
- **Kab. Bone Bolango, Pohuwato, & Boalemo:**
- *Limbah Utama*: Tongkol jagung pipil (*corn cobs*) ratusan ribu ton, limbah tailing merkuri/amalgamasi tambang emas rakyat (Poboya/Pohuwato), cangkang kelapa sawit Popayato.
- *Kenapa Melimpah?*: "Provinsi Jagung" pengekspor jagung pipil ke Jawa dan Filipina, kawasan tambang emas alluvial rakyat, dan ekspansi sawit barat.
- *Off-taker*: Briket bahan bakar biomassa pengurang batubara PLTU Gorontalo, media tanam jamur, pemadatan lubang tambang berizin.

2.6 REGION MALUKU & PAPUA

Wilayah kepulauan timur dengan kekayaan tambang mineral raksasa dunia (emas, tembaga, nikel laterit), rempah legendaris (pala, cengkeh), dan hasil laut samudra Pasifik.

Maluku

- **Kota Ambon:**
- *Limbah Utama*: Limbah jeroan ikan pelagis pelabuhan perikanan nusantara Tantui, sampah botol dan kemasan plastik mengapung di Teluk Ambon.
- *Kenapa Melimpah?*: Kota kepulauan berpenduduk padat yang mengandalkan protein ikan laut sebagai konsumsi harian pokok dan menghadapi kendala lahan TPA.
- *Off-taker*: Tepung ikan skala UMKM, bank sampah binaan pengolah paving plastik lokal.
- **Kab. Maluku Tengah (Kepulauan Banda & Seram):**
- *Limbah Utama*: Fuli & kulit daging buah pala (*nutmeg pericarp*), tangkai bunga cengkeh sisa petik, serbuk kayu gergaji resin kayu damar/kayu besi Seram.
- *Kenapa Melimpah?*: "Kepulauan Rempah Asli Dunia" (The Spice Islands); perkebunan pala dan cengkeh warisan VOC yang terus dipanen sepanjang tahun.
- *Off-taker*: Manisan kulit pala ekspor, sirup pala, minyak atsiri bunga cengkeh, briket arang aromatik.
- **Kota Tual & Kab. Maluku Tenggara (Kepulauan Kei):**
- *Limbah Utama*: Cangkang tiram mutiara (*pearl oyster shells*) ex-budidaya budidaya mutiara laut dalam, limbah afkir rumput laut kotoni, cangkang teripang.
- *Kenapa Melimpah?*: Perairan jernih kaya plankton pusat budidaya mutiara laut selatan (*South Sea Pearls*) dan sentra rumput laut timur.
- *Off-taker*: Suplemen kalsium unggas, kerajinan ornamen tatah mutiara (*mother of pearl inlay*), pupuk organik cair alginat.

Maluku Utara

- **Kota Ternate & Kota Tidore Kepulauan:**
- *Limbah Utama*: Kulit buah pala dan cengkeh lereng Gunung Gamalama, ampas sagu basah, sampah kemasan perkotaan pulau vulkanik.
- *Kenapa Melimpah?*: Dua pulau kesultanan rempah legendaris dengan densitas pemukiman tinggi di lereng pulau vulkanik terisolasi.

- *Off-taker*: Kerajinan briket rempah pengusir nyamuk alami, pupuk organik perkebunan pala, pakan ternak babi/ayam lokal.
- **Kab. Halmahera Tengah (Kawasan Industri Teluk Weda / IWIP):**
 - *Limbah Utama*: Terak nikel (*nickel slag*) jutaan ton per tahun, Fly Ash/Bottom Ash PLTU batubara captive skala gigawatt, residu pelindian asam nikel limonit (*HPAL scorodite tailings/residue*), ban raksasa truk tambang HD.
 - *Kenapa Melimpah?*: Kawasan industri hilirisasi nikel dan baterai mobil listrik terpadu Indonesia Weda Bay Industrial Park (IWIP); salah satu megaprojek mineral nikel terbesar di dunia.
 - *Off-taker*: Penimbunan kembali lubang tambang (*dry-stack tailings storage*), material penahan ombak pantai jetty, bahan dasar semen geopolimer beton dermaga industri.
- **Kab. Halmahera Selatan (Pulau Obi):**
 - *Limbah Utama*: Terak feronikel dan residu HPAL nikel sulfat PT Harita Nickel, limbah kayu pembukaan lahan tambang, drum kimia pelarut asam sulfat.
 - *Kenapa Melimpah?*: Pulau tambang nikel terintegrasi penuh dari tambang mentah, RKEF smelter, hingga pabrik HPAL pertama di Indonesia penghasil bahan baku baterai EV.
 - *Off-taker*: Reklamasi lahan kering tertata (*dry stacking management*), bahan baku konstruksi pondasi jalan internal tambang pulau.

Papua & DOB Baru (Papua Tengah, Papua Selatan, Papua Barat Daya, Papua Barat)

- **Kota Jayapura & Kab. Jayapura:**
 - *Limbah Utama*: Serbuk gergaji kayu besi/kayu merbau (*Intsia bijuga*) ex-sawmill pengolahan kayu ekspor, ampas ludah & kulit pinang sirih jalanan, eceng gondok Danau Sentani.
 - *Kenapa Melimpah?*: Ibukota provinsi tertua Papua dengan industri pengolahan kayu merbau alam legal dan budaya kunyah pinang sirih 80% warga perkotaan.
 - *Off-taker*: Briket serbuk kayu merbau berkalori tinggi (kayu merbau memiliki massa jenis dan kalori setara batubara), kerajinan serat dan kompos pembenah tanah Danau Sentani.
- **Kab. Mimika (Timika):**
 - *Limbah Utama*: Tailing pasir konsentrator tembaga & emas PT Freeport Indonesia puluhan juta ton per tahun (terendapkan di area ModADA / sistem DAS Sungai Ajkwa), ban raksasa truk haulage tambang OTR ukuran diameter 4 meter (CAT 797 / Komatsu 930E).
 - *Kenapa Melimpah?*: Tambang Grasberg Freeport adalah tambang emas nomor satu dan tambang tembaga nomor dua terbesar di dunia yang memproses 200.000+ ton batuan bijih per hari.
 - *Off-taker*: Bahan baku utama material konstruksi infrastruktur Papua (dijuluki "Tailix"), jembatan jalan trans-Papua, batako paving block gedung Pemda Mimika, pembakar pirolisis batubara tambang.
- **Kab. Merauke (Papua Selatan):**
 - *Limbah Utama*: Jerami padi dan sekam padi jutaan ton dari kawasan lumbung pangan raksasa (*National Food Estate*), limbah perikanan pelabuhan Muara Kali Maro, ampas tebu tebu raksasa.
 - *Kenapa Melimpah?*: Sentra proyek strategis nasional lumbung padi dan tebu terluas di timur Indonesia di hamparan tanah datar tanpa batu.
 - *Off-taker*: Pembangkit listrik biomassa sekam mandiri, pupuk kompos hayati pembenah tanah rawa Merauke, pakan silase sapi potong Brahman.
- **Kota Sorong (Papua Barat Daya):**

- *Limbah Utama*: Scrap plat baja dan serbuk kayu olahan kayu merbau ekspor, oily sludge dan drum oli bekas kilang minyak Pertamina EP Klamono/Kasim, limbah cangkang udang kupas.
- *Kenapa Melimpah?*: "Kota Minyak Papua" kilang tertua tanah Papua, pelabuhan hub utama kontainer ekspor-impor Kepala Burung Papua, dan industri perikanan laut dalam.
- *Off-taker*: Bioremediasi tanah tercemar minyak bumi, daur ulang besi tua kirim kapal ke Surabaya, industri kitosan udang Papua.
- **Kab. Manokwari (Papua Barat)**:
 - *Limbah Utama*: Cangkang kelapa sawit PKS Prafi, serbuk gergaji kayu merbau Arfai, limbah pasar Sanggeng.
 - *Kenapa Melimpah?*: Perkebunan sawit transmigrasi tertua Papua dan pusat penggergajian kayu hutan dataran rendah.
 - *Off-taker*: Biomassa boiler PKS, briket arang kayu merbau, kompos organik dataran tinggi pegunungan Arfak.
- **Kab. Fakfak**:
 - *Limbah Utama*: Kulit daging buah pala hutan Fakfak (*Myristica argentea* / *pala Tomandin*), jeroan ikan pelagis laut Seram.
 - *Kenapa Melimpah?*: "Kota Pala" dengan tegakan pohon pala liar endemik Fakfak berukuran buah raksasa yang dipanen ratusan ton per musim.
 - *Off-taker*: Manisan dodol pala Fakfak, minyak atsiri atsiri kosmetik, pupuk organik asam amino ikan.

3. MASTER BREAKDOWN: 15 FRAKSI LIMBAH TERBESAR & NILAI EKONOMINYA

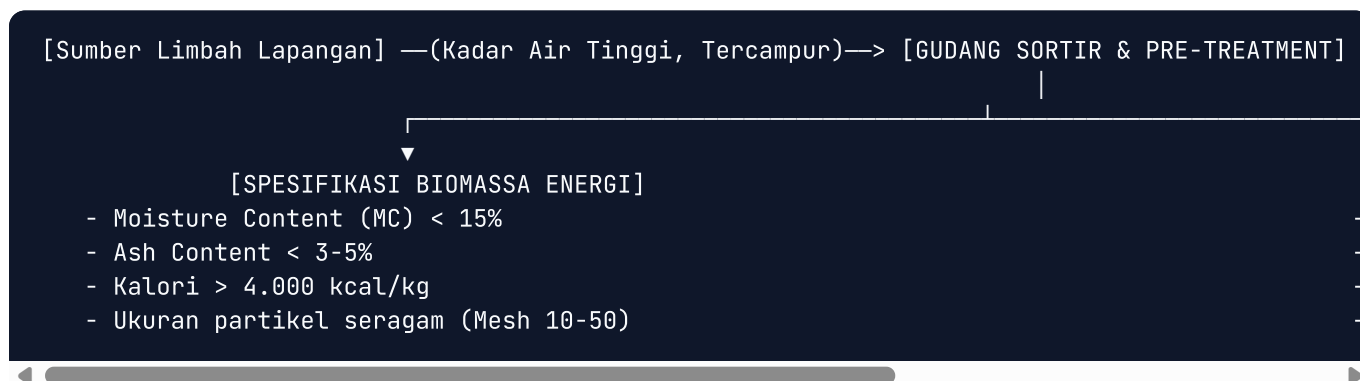
Berikut adalah 15 fraksi komoditas sekunder paling dominan secara tonase, likuiditas pasar, dan margin nilai di Indonesia:

No	Nama Fraksi Komoditas Sekunder	Konsentrasi Daerah Terbesar	Karakteristik Material Utama	Nilai Kalori / Kandungan Kunci	Industri Off-taker Utama
1	Cangkang Sawit (PKS)	Riau, Sumut, Kalteng, Kalbar, Jambi, Sumsel	Kering, keras, kadar air 12-18%, abu rendah	~4.200 - 4.500 kcal/kg	Ekspor Biomassa Jepang/Korea, PLTU Co-firing, Boiler Tekstil
2	Slag Nikel (Terak Feronikel/NPI)	Morowali, Weda Bay, Konawe, Kolaka, Pomalaa	Silikat besi-magnesium amorf hitam, densitas tinggi	Logam berat terperangkap stabil, sifat pozzolanik	Agregat beton dermaga laut, batako paving block, urukan jalan tambang
3	Spent Bleaching Earth (SBE)	Dumai, Cilegon, Surabaya, Bandar Lampung, Medan	Tanah liat bentonit berminyak, sisa de-coloring CPO	Residual Oil 18-25% (<i>De-oiled SBE: karbon tinggi</i>)	Kilang ekstraksi Recovery Oil (R-Oil), bahan bata merah/semen
4	Tailing Tambang (Emas/Cu/Timah)	Timika (Freeport), Sumbawa (Amman), Bangka	Pasir silika halus bebas logam berharga, seragam	85-95% Silika (SiO_2), kalsium aluminat	Semen beton pracetak (Tailix), bata ringan AAC, geopolimer
5	Tongkol Jagung (Corn Cobs)	Sumbawa, Dompu, Gorontalo, Grobogan, Kediri	Lignoselulosa keras berpori, kadar air musiman	Selulosa 45%, hemiselulosa 35%, lignin 15%	Industri Furfural kimia, briket biomassa pengganti batubara, media jamur
6	Fly Ash & Bottom Ash (FABA)	Suralaya, Batang, Paiton, Cilacap, Nagan Raya	Abu terbang pozzolanik batubara halus	SiO_2 , Al_2O_3 , $Fe_2O_3 > 70\%$ (Non-B3 PP 22/2021)	Industri semen Portland Pozzolan Cement (PPC), paving block jalan tol
7	Used Cooking Oil (UCO/Jelantah)	Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan, Denpasar	Trigliserida asam lemak bebas tinggi (FFA 2-5%)	Bilangan asam tinggi, bebas sulfur	Ekspor Biodiesel HVO / Sustainable Aviation Fuel (SAF) Eropa
8	Scrap Stamping Plat Baja Otomotif	Bekasi, Karawang, Cikarang, Cilegon	Plat besi baja karbon murni, bebas karat/kontaminasi	Kemurnian Fe > 99.2%, densitas kompak baling	Smelter peleburan baja billet induction furnace (<i>Krakatau, Hani</i>)
9	Kain Perca / Majun Tekstil	Majalaya, Cimahi, Solo Raya, Balaraja Tangerang	Potongan katun murni, TC, polyester rajut	Serat alami & sintetis siap shredding	Pabrik pemintalan benang Open-End (OE), kasur Palembang, isolasi kap mobil
10	Deinking Paper Sludge	Mojokerto, Serang, Karawang, Pelalawan	Lumpur serat selulosa pendek + filler kalsium karbonat	Kalsium karbonat ($CaCO_3$) + serat mikro	Bahan baku batako tahan gempa, campuran bata semen ringan

No	Nama Fraksi Komoditas Sekunder	Konsentrasi Daerah Terbesar	Karakteristik Material Utama	Nilai Kalori / Kandungan Kunci	Industri Off-taker Utama
11	Cangkang Rajungan & Kepala Udang	Cirebon, Bitung, Banyuwangi, Belitung, Tarakan	Kitin protein hewani berkapur kalsium fosfat	Kitin 20–30%, protein 35%, kalsium 30%	Pabrik kitosan farmasi, penjernih air limbah, pupuk asam amino hayati
12	Bagasse (Ampas Tebu)	Kediri, Lampung Tengah, Subang, Malang, Kudus	Serat tebu lignoselulosa basah perasan gilingan	~1.800 kcal/kg (basah) hingga 3.600 kcal/kg (kering)	Bahan bakar boiler pabrik gula (<i>self-powered</i>), bahan papan partikel
13	Sekam Padi (Rice Husk)	Karawang, Pinrang, Sidrap, Tabanan, Demak, Ngawi	Kulit gabah kaya silika keras tidak disukai rayap	Kadar silika (SiO_2) 85–95% pada abu sekam bakar	Bahan bakar bed dryer gabah, isolator ladle baja, briket biomassa
14	Electronic Waste (PCB/IC Board)	Batam, Tangerang, Jakarta Barat, Surabaya	Papan sirkuit FR4 dengan jalur tembaga, timah, emas	Tembaga 15–20%, Emas 100–300 ppm, Perak	Smelter hydrometallurgy & pyrometallurgy pemurnian logam mulia B3
15	Onggok Tapioka (Limbah Padat Singkong)	Lampung Tengah, Pati, Bangka, Kediri, Subang	Serat pati singkong asam sisa ekstraksi getah aci	Karbohidrat pati 40–50%, serat kasar 15%	Konsentrat pakan sapi potong/perah, media fermentasi asam sitrat/MSG

4. MATRIKS INDUSTRI HILIR (SIAPA PEMBELI & SPESIFIKASI TEKNIS?)

Pengusaha daerah sering gagal mengeksekusi limbah karena tidak memahami **Spesifikasi Pembeli (Buyer's Tolerance Limits)**. Pabrik besar tidak membeli "sampah", mereka membeli material dengan standar toleransi kimia-fisika yang ketat:



Panduan Pembeli per Sektor:

1. Pabrik Semen (Indocement, Semen Indonesia Group, Holcim/SBI):

- *Yang Dibeli:* Sekam padi, FABA, Spent Bleaching Earth (SBE), Slag tembaga/nikel, RDF sampah kering perkotaan.
- *Syarat Kunci:* Klorin ($Cl < 0.1\%$) untuk mencegah korosi kiln pipa semen, kalori minimal RDF $> 3.000 \text{ kcal/kg}$, kelembapan $< 20\%$.

2. Trader Ekspor Biomassa (Jepang / Korea Selatan / Eropa):

- *Yang Dibeli:* Cangkang kelapa sawit (PKS), Wood Pellet kayu keras, Arang briket tempurung kelapa.
- *Syarat Kunci:* Sertifikasi Green Gold Label (GGL) / RSPO untuk membuktikan ketertelusuran rantai pasok (*traceability*), kadar air $< 14\%$, debu/impuritas $< 2\%$.

3. Pabrik Pakan Ternak (Charoen Pokphand, Japfa Comfeed, Malindo):

- *Yang Dibeli:* Onggok tapioka kering, tepung kepala udang/ikan, bungkil sawit (PKC), bekatul padi.
- *Syarat Kunci:* Bebas jamur/aflatoksin ($< 20 \text{ ppb}$), kadar protein kasar terverifikasi lab, kadar air kering simpan $< 12\%$.

4. Smelter Baja & Pengecoran Logam:

- *Yang Dibeli:* Scrap plat stamping otomotif, dross aluminium, besi tua rel/kapal.
- *Syarat Kunci:* Ketebalan minimal $> 3 \text{ mm}$, tidak berongga cat tebal, bebas unsur timbal (Pb) dan seng (Zn) yang merusak lining tungku induction.

5. Pabrik Daur Ulang Pelet Plastik:

- *Yang Dibeli:* Botol PET bening bersih, botol oli HDPE kuras, kantong kresek LDPE baling.
- *Syarat Kunci:* Sortir warna ketat (Bening/Natural memiliki harga 2x lipat dibanding warna gelap), Melt Flow Index (MFI) seragam, bebas kontaminasi stiker lem PVC.

5. KALKULASI KELAYAKAN LAPANGAN & RADIUS LOGISTIK

Dalam bisnis limbah, pepatah mutlak peneliti lapangan LabLimbah adalah:

"Nilai material ditentukan oleh sifat kimianya, tetapi margin keuntungannya ditentukan oleh truk yang membawanya."

Rumus Radius Angkut Ekonomis (Freight-to-Value Ratio)

$$\text{Margin Bersih} = \text{Harga Beli Off-taker} - (\text{Harga Tebus Lapangan} + \text{Biaya Sortir/Proses} + \text{Biaya Angkut Logistik} + \text{Faktor Susut/Yield Loss})$$

Jika rasio:

$$\frac{\text{Biaya Angkut Truk per Ton}}{\text{Harga Beli Pabrik per Ton}} > 0.40 \quad (40\%)$$

Maka bisnis tersebut **TIDAK LAYAK DIJALANKAN SECARA MENTAH**, kecuali material dipadatkan terlebih dahulu (*densified/baled*) di titik asal.

Studi Kasus: Mengapa Pengusaha Limbah Daerah Sering Bangkrut?

1. Faktor Tipuan Kadar Air (Moisture Trap):

- Membeli serbuk kayu gergaji basah seharga Rp 200/kg dengan kadar air 55%.
- Setelah dikeringkan menjadi briket dengan kadar air 10%, dari 1.000 kg input hanya tersisa 500 kg output.
- Biaya bahan baku riil melonjak 2 kali lipat menjadi Rp 400/kg di luar biaya solar/listrik pemanas drum dryer.

2. Tipuan Massa Jenis Ruang (Bulk Density Trap):

- Mengangkut botol plastik PET utuh tanpa mesin press hidrolik menggunakan truk Fuso CDD.
- Truk berkapasitas 8 ton hanya mampu memuat 1.8 ton botol PET karena volume muatan telah penuh (*volume-out before weigh-out*).
- Ongkos sewa truk Rp 4.000.000 dibagi 1.8 ton = Biaya angkut membengkak menjadi **Rp 2.222/kg**, memakan habis seluruh margin laba kotor.
- **Solusi Lapangan:** Botol wajib di-press hidrolik menjadi baling padat dengan densitas minimal 350–400 kg/m³, sehingga truk Fuso terisi penuh 7–8 ton dan ongkos angkut turun ke **Rp 500/kg**.

KESIMPULAN & REKOMENDASI UNTUK PENGUSAHA DAERAH

Indonesia tidak kekurangan limbah; Indonesia kekurangan **titik kumpul berdisiplin tinggi, mesin pemadat mekanis di tingkat kabupaten, dan literasi spesifikasi kimia–fisika material**.

1. **Kenali Komoditas Monokultur Terdekat:** Jangan mengumpulkan limbah plastik impor jika daerah Anda adalah sentra kelapa di Tembilahan atau jagung di Dompu. Jadilah aggregator utama material yang berjarak maksimal 30 km dari halaman Anda.

2. **Investasikan pada Pengurangan Kadar Air & Pemadatan Volume:** Dua mesin terpenting pengusaha daerah bukanlah mesin canggih buatan Eropa, melainkan **Mesin Press Baling Hidrolik** (mengatasi bulk density) dan **Lantai Jemur Transparan / Rotary Dryer Sederhana** (mengatasi moisture loss).

3. **Kunci Off-taker Sebelum Mengumpulkan Barang:** Dilarang menumpuk limbah di gudang tanpa memegang spesifikasi toleransi kadar air, kotoran, dan harga kontrak resmi dari pabrik pembeli.

Dokumen ini disusun sebagai aset intelektual terbuka di bawah direktori [_website/](#) ekosistem Creation Tools V4.

Laboratorium Lapangan: [LabLimbah.com](#) — Membuka Tabir Nilai Komoditas Sekunder Nusantara.