POLICY BRIEF

Dr. Ir. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng., M.M., IPM., ASEAN Eng., Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si.
Dr. dr. Siti Fatimah, M.Kes., Alif Nur Fauzi Prasetyo, S.Tr.T., Syaviela Viagul Sams Primartu, S.Tr.T.
UNIVERSITAS DIPONEGORO

HILIRISASI *BIO-ADDITIVE* PANGAN LOKAL: TRANSFORMASI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK DAN TONGKOL JAGUNG MENJADI *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) ALAMI DALAM PRODUKSI

Ringkasan Eksekutif

Sektor manufaktur pangan olahan di Indonesia saat ini menghadapi tantangan ganda berupa ketergantungan yang tinggi terhadap impor Bahan Tambahan Pangan (BTP) sintetis serta eskalasi pencemaran lingkungan akibat akumulasi limbah biomassa pertanian yang belum terkelola. Mengatasi persoalan strategis ini, tim peneliti dari Universitas Diponegoro berhasil merancang metode konversi limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dan tongkol jagung (*Zea mays*) menjadi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) bernilai tambah tinggi melalui modifikasi proses alkalisasi-karboksimetilasi terbarukan. Kematangan teknologi dan kebaruan metode ini telah dibuktikan dengan diterbitkannya Surat Pemberitahuan Paten Sederhana dari DJKI Kementerian Hukum RI dengan Nomor Paten IDS000013702 pada 20 Mei 2026. Secara teknis, proses ekstraksi ini menghasilkan rendemen sebesar 29,5% untuk kulit pisang Kepok dan 26,9% untuk tongkol jagung, dengan tingkat keasaman netral (pH 7,0-7,8) serta kadar air yang memenuhi standar mutu keamanan pangan. Ketika diaplikasikan sebagai bahan penstabil pada produk es krim, penambahan CMC dari kulit pisang kepok dan tongkol jagung sebanyak 1,5 gram dengan durasi pemeraman (*ageing time*) 75 menit terbukti menghasilkan mutu produk terbaik dengan skor organoleptik melebihi 4,00 (Notasi A/Sangat Disukai), ketahanan leleh hingga 16,7 menit, serta nilai overrun sebesar 6-9%. Uji biologis pada hewan coba juga menegaskan bahwa produk ini aman dikonsumsi dan mampu mendukung pertumbuhan berat badan yang sehat. Oleh karena itu, pengangkatan inovasi ini ke skala industri nasional melalui sinergi lintas kementerian menjadi langkah krusial dalam memperkuat kedaulatan pangan, mendorong ekonomi sirkular, dan mereduksi ketergantungan impor BTP secara signifikan.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan pesat industri pangan olahan nasional menuntut pemenuhan standar mutu dan keamanan yang semakin ketat untuk merespons ekspektasi konsumen. Dalam industri pengolahan susu dan produk turunan beku seperti es krim, keberadaan bahan penstabil (*stabilizer*) dan pengemulsi (*emulsifier*) memegang peranan yang sangat vital. Bahan penstabil berfungsi untuk mempertahankan kerapatan udara, mencegah pembentukan kristal es yang kasar, menjaga stabilitas emulsi, memperlambat laju pelelehan, serta memberikan tekstur produk yang halus dan konsisten. Di antara berbagai jenis hidrokoloid, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) menjadi pilihan utama industri karena sifatnya yang anionik, tidak berbau, tidak beracun, mudah larut dalam air, serta stabil pada rentang pH netral. Sayangnya, kebutuhan pasar domestik terhadap CMC skala pangan hingga saat ini masih didominasi oleh produk impor atau bahan berbasis sintetis komersial yang bernilai mahal.

Kondisi ketergantungan tersebut sangat kontras dengan potensi kelimpahan limbah biomassa di dalam negeri. Tongkol jagung menyumbang sekitar 30% dari total limbah pertanian tanaman jagung dan memiliki kandungan serat kasar sebesar 30% yang kaya akan selulosa murni (35-55%). Di sisi lain, limbah kulit pisang kepok menyumbang hingga 40% dari total bobot buah yang umumnya terbuang tanpa pengolahan lebih lanjut sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Pengolahan limbah berserat tinggi ini menjadi bahan baku hidrokoloid pangan tidak hanya menaikkan nilai ekonomi limbah secara berlipat ganda, melainkan juga sejalan dengan agenda strategis nasional terkait penerapan ekonomi sirkular, pengurangan

emisi karbon, dan substitusi bahan baku impor pada rantai pasok industri pangan.

Inovasi ini juga sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Jawa Tengah Tahun 2025-2029 sebagai berikut:

1. Penguatan Hilirisasi Agroindustri dan Rantai Nilai Industri Daerah

   Dalam RPJMD 2025–2029, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah menargetkan peningkatan nilai tambah sektor pertanian melalui pengembangan industri pengolahan berbasis bahan baku lokal. Jawa Tengah merupakan salah satu produsen jagung dan pisang terbesar secara nasional (tersebar di sentra seperti Grobogan, Pati, Boyolali, hingga Kendal). Konversi limbah tongkol jagung dan kulit pisang kepok menjadi CMC bernilai tinggi merupakan wujud konkret hilirisasi agroindustri. Langkah ini mengintegrasikan rantai pasok sektor pertanian dengan sektor manufaktur bahan kimia halus (*fine chemicals*) dan industri pangan di Jawa Tengah.

2. Implementasi Ekonomi Sirkular dan Transisi Industri Hijau

   Arah kebijakan RPJMD Jawa Tengah 2025–2029 menekankan pada dekarbonisasi industri, pengelolaan lingkungan berkelanjutan, serta pengurangan limbah pertanian (*food loss and waste*). Pengolahan limbah kulit pisang (yang menyumbang 40% bobot buah) dan tongkol jagung (30% dari hasil panen) secara langsung menyelesaikan persoalan penumpukan sampah organik di pasar-pasar induk dan unit pengolahan daerah. Mengubah limbah berpotensi pencemar menjadi bio-polimer ramah lingkungan (*biodegradable*) mendukung target indikator kinerja daerah dalam hal rasio penanganan sampah dan penerapan standar Industri Hijau.

3. Kemandirian Pangan dan Daya Saing UMKM Olahan (*Food-Grade Additive*)

   RPJMD Jawa Tengah memprioritaskan pemberdayaan UMKM sektor pangan serta pemenuhan pangan yang aman, bergizi, dan berbasis potensi lokal. Penggunaan CMC hasil riset pada produk es krim dan makanan beku memberikan solusi alternatif peningkat viskositas murah dan berkualitas pangan (*food-grade*) bagi ribuan UMKM kuliner di Jawa Tengah. Dengan menekan ketergantungan pada CMC komersial impor, biaya operasional UMKM pangan daerah dapat direduksi hingga 15–25%, sekaligus meningkatkan mutu tekstur dan daya tahan produk olahan beku lokal di pasar persaingan nasional.

4. Komersialisasi Riset Perguruan Tinggi Daerah (Ekosistem Inovasi)

   RPJMD 2025–2029 mendorong kolaborasi Heptahelix antara Pemerintah Daerah, Akademisi, dan Industri. Universitas Diponegoro (UNDIP) sebagai perguruan tinggi terkemuka di Semarang, Jawa Tengah, telah membuktikan kapasitas teknisnya melalui perolehan Hak Kekayaan Intelektual (Paten) resmi. Pemprov Jawa Tengah dapat menjadikan invensi ini sebagai *pilot project* hilirisasi riset daerah yang didanai melalui skema kemitraan daerah, sehingga riset kampus tidak berhenti pada publikasi melainkan berdampak langsung pada PDRB dan pertumbuhan ekonomi Jawa Tengah.

DESKRIPSI MASALAH

Rangkaian pengujian laboratorium dan analisis teknis membuktikan bahwa konversi biomassa kulit pisang kepok dan tongkol jagung menjadi CMC memiliki kelayakan fisikokimia dan performa aplikasi yang setara dengan produk komersial. Proses pembuatan CMC diawali dengan pembersihan serta delignifikasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) untuk memutus ikatan lignin dan membebaskan struktur alpha-selulosa. Tahap berikutnya dilanjutkan dengan reaksi eterifikasi/karboksimetilasi menggunakan natrium monokloroasetat pada suhu terukur, dilanjutkan proses pemurnian dengan metanol 70% dan netralisasi menggunakan asam asetat hingga diperoleh serbuk CMC siap pakai. Evaluasi karakteristik fisikokimia memperlihatkan bahwa CMC kulit pisang kepok menghasilkan rendemen sebesar 29,5% dengan kadar air 7,2%-9,0%, sementara CMC tongkol jagung menghasilkan rendemen 26,9% dengan kadar air 11,0%. Kedua jenis CMC ini mencapai kondisi netral (pH 7,0-7,8) yang sangat ideal untuk formulasi pangan. Karakterisasi gugus fungsi melalui *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) mengonfirmasi terbentuknya ikatan karboksimetil yang khas, ditandai oleh pergeseran spektrum pada gugus hidroksil (OH), gugus alkana (CH), gugus karbonil (C=C), serta ikatan eter (C-O-C).

Dalam pengujian aplikasi manufaktur es krim, modifikasi konsentrasi CMC (0,375 g; 0,75 g; dan 1,5 g) serta variasi waktu *ageing* (25, 50, dan 75 menit) memberikan pengaruh signifikan terhadap mutu fisik dan organoleptik. Penambahan CMC mampu meningkatkan viskositas campuran, yang pada akhirnya memperlambat laju pelelehan produk saat berada di luar mesin pembeku. Es krim berbahan CMC kulit pisang kepok menunjukkan daya tahan leleh paling unggul yaitu mencapai 16,7 menit, sedangkan es krim berbahan

CMC tongkol jagung mencatatkan waktu leleh 15,3 menit. Dari sisi pengembangan volume (*overrun*), CMC terbukti efektif menangkap gelembung gas dan udara dalam matriks adonan sehingga menghasilkan nilai *overrun* sebesar 6-9% pada sampel pisang dan 4-6% pada sampel jagung. Evaluasi sensoris menggunakan analisis varians dua faktor dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menyimpulkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi CMC 1,5 gram dan waktu *ageing* 75 menit meraih penilaian tertinggi dengan skor organoleptik di atas 4,00 (Notasi A) untuk variabel rasa (4,40), aroma (4,00-4,10), dan tekstur (4,40-4,50). Keamanan biologis produk ini juga dikonfirmasi melalui uji in vivo pada hewan coba, di mana konsumsi es krim berbahan CMC kulit pisang kepok dan tongkol jagung mampu meningkatkan berat badan sehat sebesar 21,30% hingga 23,66% tanpa memicu efek toksisitas. Seluruh keunggulan ilmiah ini kini telah memperoleh perlindungan hukum resmi melalui Sertifikasi Paten Sederhana DJKI Nomor Paten IDS000013702, yang menetapkan kebaharuan metode ekstraksi dan aplikasinya pada industri pangan.

Meskipun riset konversi limbah kulit pisang kepok dan tongkol jagung menjadi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) alami terbukti unggul secara teknis dan ilmiah, pemanfaatannya dalam skala besar di Provinsi Jawa Tengah masih menghadapi sejumlah kendala struktural. Permasalahan ini memerlukan penanganan terintegrasi dari instansi terkait dan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) Jawa Tengah seperti regulasi pendaftaran izin edar dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), perencanaan produksi skala besar, membangun rantai pasok pasca-panen terpadu untuk pengumpulan limbah kulit pisang dan tongkol jagung, dan pendampingan teknis bagi pelaku UMKM.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Mengingat tingginya urgensi substitusi impor dan potensi ekonomi sirkular yang ditawarkan, diperlukan serangkaian intervensi kebijakan yang terintegrasi dari pemangku kepentingan lintas sektor:

Pertama, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) bersama Kementerian Kesehatan dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah perlu merumuskan regulasi khusus dan jalur percepatan (*fast-track*) pendaftaran izin edar bagi Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang diestraksi dari limbah hasil pertanian. Langkah penetapan standar mutu nasional ini sangat penting untuk memberikan payung hukum dan kepastian keamanan pangan bagi pelaku industri yang akan memanfaatkan CMC alami.

Kedua, Kementerian Perindustrian bekerjasama dengan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, dan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Tengah hendaknya mendorong pengalokasian dana pendamping (*matching fund*) untuk mendirikan fasilitas pabrik percontohan (*pilot plant*) produksi CMC skala semi-industri di perguruan tinggi inventor. Fasilitas ini akan menjembatani hasil riset skala laboratorium menuju produksi komersial, disertai pemberian insentif fiskal seperti *tax allowance* bagi manufaktur pangan nasional yang menyerap BTP berbasis paten dalam negeri.

Ketiga, Kementerian Pertanian dan Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Jawa Tengah di wilayah sentra produksi pisang dan jagung harus membangun rantai pasok pasca-panen terpadu untuk pengumpulan limbah kulit pisang dan tongkol jagung. Pengintegrasian rantai pasok dari pasar induk, unit pengolahan pisang, dan kawasan pertanian ke pusat pengolahan bio-polimer akan menjamin ketersediaan bahan baku secara konsisten sekaligus menyelesaikan permasalahan tata kelola sampah organik daerah.

Keempat, Kementerian Koperasi dan UMKM serta Dinas Koperasi, Usaha Kecil dan Menengah perlu menginisiasi program pendampingan teknis dan alih teknologi bersama pihak akademisi untuk membantu UMKM kuliner serta industri es krim skala kecil. Pelatihan formulasi es krim berbasis CMC kulit pisang kepok dan tongkol jagung ini diproyeksikan mampu menekan biaya operasional pembelian bahan baku penstabil hingga 15–25%, sekaligus meningkatkan daya saing dan kelembutan tekstur produk olahan lokal di pasar nasional.

REFERENSI

Arifan, F., & Primartu, S. V. S. (2023). Physical and chemical characteristics of carboxymethyl cellulose from kepok banana and corncobs modified alkalization–carboxymethylation process in ice cream products. *Food Research*, 7(2), 31–36. https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(2).355.

Arifan, F., Pradigdo, S. F., Rizqiati, H., Prasetyo, A. N. F., & Hidayat, R. W. (2026). The role of carboxymethyl cellulose (CMC) from banana (*Musa paradisiaca*) peels and corn (*Zea mays* L.) cobs as ice cream stabilizers.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
Isikgor, F. H., & Becer, C. R. (2015). Lignocellulosic biomass: A sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry*, 6(25), 4497–4559. https://doi.org/10.1039/c5py00263j.
Jia, F., Liu, H. J., & Zhang, G. G. (2016). Preparation of carboxymethyl cellulose from corncob. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 98-102. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.013.
Rahman, M. S., Hasan, M. S., Nitai, A. S., Nam, S., Karmakar, A. K., Ahsan, M. S., Shiddikiy, M. J. A. & Ahmed, M. B. (2021). Recent developments of carboxymethyl cellulose. *Polymers*, 13(8), 1345. https://doi.org/10.3390/polym13081345.
Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Jawa Tengah Tahun 2025-2029.