

**Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis Ke-37
Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.
“Techno Agro-Maritime 5.0: Digital Innovation and Industrial Downstreaming for
Sustainable Blue and Green Economy”
Makassar, 22 Oktober 2025**

**Ketahanan Pangan Dengan Pemanfaatan Material Lokal Di Kawasan Pesisir Dan
Pulau Terisolir Untuk Infrastruktur Perikanan Teknologi Beton Fiber-SCC**

*Food security with the use of local materials in coastal areas and isolated islands for
fisheries infrastructure Fiber-SCC Concrete Technology*

Adnan Adnan^{1*}, Jasman Jasman², Muh. Jabir M², Sahabuddin³, Miswar Tumpu⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pare-pare

³Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Pare-pare

⁴Program Studi Mitigasi Bencana, Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin Makassar

*Korespondensi: ferlywijaya774@gmail.com

Abstrak

Ketahanan pangan di kawasan pesisir dan pulau-pulau terisolir sering kali terhambat oleh keterbatasan akses terhadap bahan bangunan konvensional dan kondisi lingkungan ekstrem yang merusak infrastruktur perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi inovatif dengan memanfaatkan teknologi *Self Compacting Concrete* (FiberSCC) yang diperkuat serat, menggunakan material lokal yang tersedia, guna membangun infrastruktur perikanan yang tangguh. Pemanfaatan material lokal seperti agregat pasir laut dan limbah cangkang moluska tidak hanya mengurangi biaya transportasi dan ketergantungan pada pasokan eksternal, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi masyarakat setempat. Metodologi yang digunakan meliputi studi eksperimental di laboratorium untuk menguji karakteristik fisik dan mekanik beton Fiber-SCC yang dikembangkan. Bahan-bahan lokal diuji kelayakannya sebagai substitusi parsial atau penuh untuk agregat konvensional. Kemudian, dilakukan pengujian kinerja beton terhadap kondisi lingkungan pesisir yang korosif dan abrasi air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran beton Fiber-SCC yang dioptimalkan dengan material lokal memiliki kuat tekan, durabilitas, dan ketahanan korosi yang sebanding atau bahkan lebih baik dibandingkan beton konvensional. Infrastruktur perikanan yang dibangun dengan teknologi ini, seperti dermaga, pelindung pantai, atau fasilitas budidaya, akan lebih tahan lama, mengurangi frekuensi perbaikan, dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas perikanan. Inovasi ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan dengan menyediakan infrastruktur yang andal, efisien, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi pemerintah daerah dan komunitas pesisir untuk mengimplementasikan teknologi beton FiberSCC sebagai solusi efektif dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan di wilayah terpencil.

Kata Kunci: Ketahanan pangan, Material laut, Infrastruktur perikanan, fiber, Self compacting concrete

Abstract

Food security in coastal areas and isolated islands is often hampered by limited access to conventional building materials and extreme environmental conditions that damage fisheries infrastructure. This study aims to develop innovative solutions utilizing fiber-reinforced Self Compacting Concrete (FiberSCC) technology, using locally available materials, to build resilient fisheries infrastructure. The utilization of local materials such as marine sand aggregates and mollusk shell waste not only reduces transportation costs and dependence on external supplies, but also supports the economic sustainability of local communities. The methodology used includes experimental studies in the laboratory to test the physical and mechanical characteristics of the Fiber-SCC concrete developed. Local materials are tested for feasibility as partial or full substitutions for conventional aggregates. Then, testing of concrete performance against corrosive coastal environmental conditions and seawater abrasion. The results showed that Fiber-SCC concrete mixtures optimized with local materials have compressive strength, durability, and corrosion resistance comparable or even better than conventional concrete. Fishery infrastructure built with this technology, such as docks, coast guards, or aquaculture facilities, will be more durable, reduce the frequency of repairs, and ultimately increase fishery productivity. These innovations directly contribute to improving food security by providing reliable, efficient and environmentally

friendly infrastructure. Thus, this study provides strategic recommendations for local governments and coastal communities to implement FiberSCC concrete technology as an effective and sustainable solution in facing food security challenges in remote areas..

Keywords: Food security, Marine materials, fisheries infrastructure, fiber, Self compacting concrete

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan di wilayah pesisir dan pulau-pulau terpencil terancam oleh kombinasi beberapa faktor: kesulitan mengakses bahan bangunan konvensional dan kondisi lingkungan yang parah yang merusak infrastruktur kritis seperti perikanan (Tui & Fakhruddin, 2022). Situasi ini sangat menantang karena perikanan merupakan sumber utama protein hewani bagi banyak orang di wilayah ini, dan komunitas ini seringkali sudah rentan terhadap perubahan iklim (Lauria *et al.*, 2018). Akses terbatas ke bahan bangunan: Banyak masyarakat pesisir dan pulau mengalami kesulitan memperoleh bahan bangunan konvensional, yang seringkali dibutuhkan untuk pembangunan dan perbaikan infrastruktur esensial (Steven *et al.*, 2023).

Akses terbatas ke bahan konvensional dan kondisi lingkungan yang ekstrim di wilayah pesisir dan pulau-pulau terpencil merusak infrastruktur perikanan dan menimbulkan ancaman signifikan terhadap ketahanan pangan bagi penduduk setempat. Namun, solusi inovatif dan berkelanjutan muncul untuk mengatasi tantangan ini (Lincoln *et al.*, 2022). Peristiwa cuaca ekstrem: Badai tropis, angin topan, dan gelombang panas laut menjadi lebih sering dan intens, merusak infrastruktur perikanan penting seperti dermaga, perangkap ikan, dan fasilitas pemrosesan (Lal *et al.*, 2012). Kenaikan permukaan laut dan erosi pantai: Naiknya permukaan laut dan erosi mengancam komunitas nelayan dataran rendah, berpotensi menenggelamkan kamp nelayan lepas pantai dan merusak lokasi pendaratan (Martyr-Koller *et al.*, 2021). Fasilitas penanganan darat yang buruk: Di banyak perikanan skala kecil, fasilitas darat dibangun dengan buruk dan tidak higienis. Kombinasi suhu tinggi dan fasilitas penyimpanan dan pemrosesan yang tidak memadai menyebabkan tingginya tingkat kehilangan pasca panen, yang selanjutnya berdampak pada ketahanan pangan dan pendapatan (Getu & Misganaw, 2015). Degradasi habitat: Erosi pantai dan kerusakan habitat ikan kritis, seperti terumbu karang dan bakau, mengurangi ketersediaan stok ikan, yang memengaruhi pasokan makanan dan keanekaragaman hayati (Wilson *et al.*, 2010). Masyarakat pesisir dan pulau sering menghadapi kesulitan dalam memperoleh dan memelihara bahan bangunan tradisional, yang juga rentan terhadap lingkungan laut yang keras (Alves *et al.*, 2024). Akses terbatas dan biaya tinggi: Pulau terpencil dan daerah pesisir memiliki akses terbatas ke bahan bangunan konvensional non-lokal, membuat konstruksi atau perbaikannya mahal dan sulit (Ahmed & McDonnell, 2020). Kerentanan terhadap garam dan kelembapan: Bahan konvensional, seperti baja dan beton, rentan terhadap korosi akibat tingginya garam dan kelembapan lingkungan laut. Hal ini mengurangi masa pakai infrastruktur dan meningkatkan frekuensi serta biaya pemeliharaan (Zhang *et al.*, 2022). Ketergantungan pada impor: Masyarakat seringkali harus mengimpor bahan-bahan seperti jaring ikan dan peralatan, yang mahal karena logistik yang sulit dan fluktuasi mata uang (Iorember *et al.*, 2024).

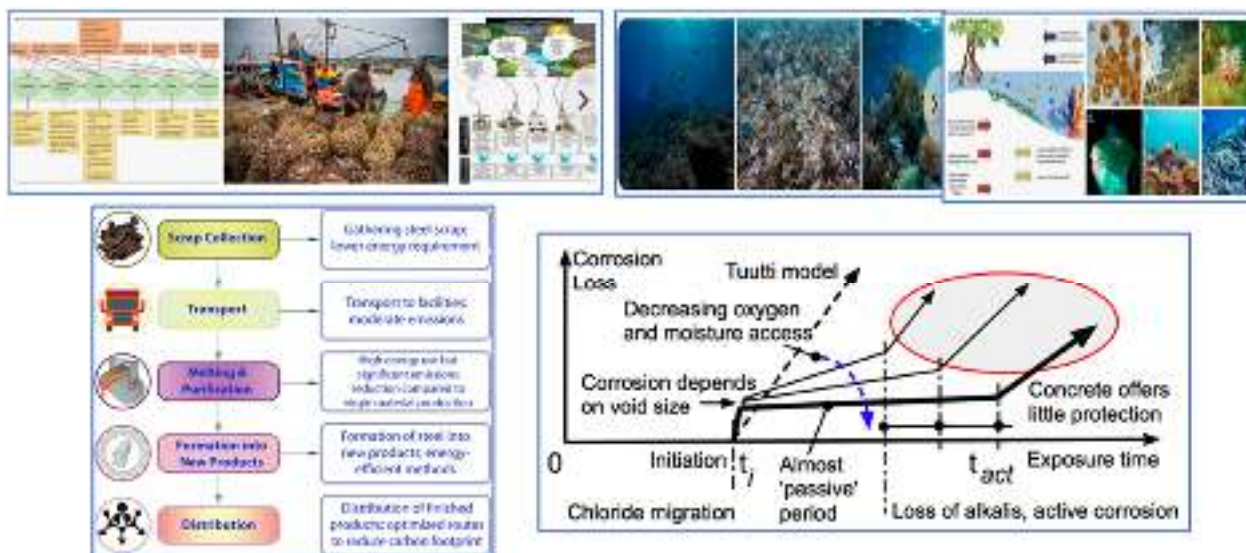
Permasalahan ketahanan pangan di wilayah pesisir dan pulau terpencil bersumber dari terbatasnya akses terhadap bahan bangunan konvensional, yang membatasi pembangunan infrastruktur, dan dampak kondisi lingkungan yang ekstrim, yang merusak infrastruktur perikanan yang ada seperti kapal, dermaga, dan fasilitas penyimpanan. Hal ini menciptakan siklus kerentanan di mana hilangnya infrastruktur menyebabkan berkurangnya kapasitas penangkapan ikan, meningkatnya kerawanan pangan dan ekonomi, dan ketergantungan lebih lanjut pada rantai pasokan yang rapuh.

Tujuan penelitian fokus pada pengembangan dan penerapan infrastruktur yang tangguh, sesuai konteks, dan praktik berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan pangan di masyarakat pesisir dan pulau terpencil mencakup, mengevaluasi efektivitas bahan bangunan alternatif, menilai teknologi cerdas iklim, dan mempromosikan pengelolaan zona pesisir terpadu untuk melindungi infrastruktur perikanan dari cuaca ekstrem dan kenaikan permukaan laut.

Solusi inovatif dan berkelanjutan, Komunitas dan organisasi sedang mengembangkan solusi inovatif yang tahan terhadap iklim yang memanfaatkan bahan-bahan yang berkelanjutan, lokal, dan berbiaya rendah (Defe et al., 2024). Penyimpanan dingin bertenaga surya: Organisasi nirlaba WorldFish mempromosikan freezer bertenaga surya untuk menjaga makanan akuatik tetap segar, bahkan tanpa jaringan listrik yang andal. Ini mengurangi kehilangan pasca panen dan meningkatkan kualitas makanan (Carlsson et al., 2025). Konstruksi berbasis bio: Proyek yang berfokus pada bahan bangunan berbasis bio laut, seperti penggunaan bahan alami seperti rumput laut, muncul untuk menawarkan metode konstruksi rendah karbon yang inovatif untuk infrastruktur laut (Haugland, 2024).

BAHAN DAN METODE

Pulau-pulau dan wilayah pesisir seringkali kekurangan sumber daya dan infrastruktur logistik untuk mengangkut dan mengambil bahan bangunan konvensional seperti beton, baja, dan kayu. Keterbatasan ini menghambat pengembangan dan perbaikan infrastruktur penting, seperti pasar ikan, pusat pengolahan, dan fasilitas penyimpanan dingin. Komunitas pesisir dan pulau berada di garis depan perubahan iklim, mengalami badai yang lebih sering dan intens, kenaikan permukaan laut, dan peristiwa cuaca ekstrem seperti kekeringan dan banjir.



Gambar 1. Kekurangan sumber daya dan infrastruktur logistik bahan bangunan konvensional

Peristiwa ini menyebabkan kerusakan langsung pada armada penangkapan ikan, fasilitas pelabuhan, dan infrastruktur penting lainnya, yang menyebabkan kerugian tangkapan dan pendapatan yang signifikan. Kerusakan yang diakibatkannya mengganggu seluruh rantai pasokan makanan, mulai dari produksi hingga konsumsi, membahayakan ketersediaan dan stabilitas pangan. Kombinasi sumber daya yang terbatas dan cuaca ekstrem membuat infrastruktur seringkali tidak dibangun dengan baik atau sulit diperbaiki, sehingga lebih rentan terhadap kerusakan. Ketika

infrastruktur rusak, hal itu secara langsung mempengaruhi kemampuan nelayan untuk menangkap, mengolah, dan menjual hasil tangkapannya, yang secara langsung berdampak pada ketahanan pangan dan mata pencaharian masyarakat setempat. Hilangnya infrastruktur dapat menyebabkan peningkatan kerugian pasca panen dan penurunan tangkapan secara keseluruhan.

Bahan lokal, desain yang ditingkatkan: Menggunakan bambu untuk membuat keramba apung untuk budidaya telah mengurangi biaya secara signifikan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti drum plastik. Alternatif ramah lingkungan dan terjangkau ini memungkinkan masyarakat lokal untuk berpartisipasi dalam bisnis akuakultur (Wahab *et al.*, 2009). Alat berbasis data: Teknologi berbasis data berbiaya rendah seperti penginderaan jauh, kecerdasan buatan, dan pemantauan elektronik digunakan untuk pengelolaan perikanan. Alat-alat ini membantu memantau tingkat stok, menegakkan peraturan, dan beradaptasi dengan perubahan iklim (Ashraf Rather *et al.*, 2024). Memperkuat praktik pasca panen: Untuk meminimalkan pemborosan, inisiatif di Asia Tenggara berfokus pada penguatan teknologi pasca panen dan pengembangan sumber daya manusia. Ini termasuk mencegah kerugian, mengelola limbah, dan mengembangkan produk bernilai tambah dari tangkapan bernilai rendah (Rahman *et al.*, 2024). Pengelolaan yang dipimpin masyarakat: Memberdayakan masyarakat lokal untuk mengelola bersama perikanan mereka memastikan bahwa praktik berkelanjutan, seperti kuota penangkapan ikan dan pembatasan musim, dihormati. Ini membantu populasi ikan pulih dan meningkatkan pendapatan nelayan (Richard, 2024).

Mengembangkan infrastruktur yang tangguh dan tepat guna dengan mengidentifikasi dan menguji bahan bangunan alternatif, bersumber secara lokal, atau baru yang tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem dan kenaikan permukaan laut. Mengembangkan dan mengadaptasi teknologi cerdas iklim untuk infrastruktur penangkapan ikan, seperti dermaga apung, tempat perlindungan perahu yang tahan iklim, dan fasilitas pemrosesan ikan yang berkelanjutan, untuk meningkatkan daya tahan dan mengurangi kerugian pasca panen. Mengevaluasi peran peningkatan pengelolaan dan infrastruktur pelabuhan, termasuk fasilitas cold storage dan lelang, dalam meningkatkan mata pencaharian nelayan dan ketahanan pangan. Menilai kelayakan dan efektivitas strategi adaptasi berbasis ekosistem, seperti pemulihan hutan bakau, terumbu karang, dan padang lamun, untuk melindungi infrastruktur pesisir dan meningkatkan ketahanan ekosistem laut yang mendukung perikanan. Mengembangkan dan mempromosikan praktik dan tata kelola perikanan berkelanjutan yang sejalan dengan tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB, khususnya tujuan 14 (kehidupan di bawah air), 2 (nol kelaparan), dan 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab). Mengembangkan kebijakan dan strategi untuk ketahanan pangan jangka panjang yang inklusif di wilayah pesisir yang memenuhi kebutuhan jangka pendek sambil membangun produktivitas dan ketahanan. Mempromosikan keterlibatan masyarakat dan membangun kapasitas lokal untuk pertanian cerdas iklim, tata kelola lingkungan, dan penerapan praktik pembangunan berkelanjutan.

Pengembangan dan penerapan bahan bangunan baru dan solusi infrastruktur untuk mengatasi tantangan spesifik dari bahan konvensional yang terbatas dan cuaca ekstrem di komunitas pesisir dan pulau terpencil, sehingga meningkatkan ketahanan pangan (Adnan *et al.*, 2020).

Kebaruan penelitian ini membahas persimpangan ketahanan iklim, pembangunan berkelanjutan, dan stabilitas sistem pangan dengan mengusulkan pendekatan inovatif untuk membangun infrastruktur penangkapan ikan yang lebih tahan lama dan meningkatkan pemrosesan pasca panen untuk mempertahankan dan meningkatkan pasokan protein lokal. Membangun infrastruktur yang inovatif, penggunaan bahan berkelanjutan yang tersedia secara lokal: Kebaruan penelitian akan melibatkan eksplorasi dan validasi penggunaan bahan berkelanjutan yang melimpah

secara lokal seperti jenis kayu tertentu atau komposit nabati untuk membangun infrastruktur penangkapan ikan yang lebih tangguh, seperti perangkat pengumpul ikan di dekat pantai (MODE). Desain hibrid, mengembangkan desain infrastruktur hibrid yang menggabungkan material konvensional dengan elemen baru yang tahan cuaca. Ini dapat mencakup penggunaan kayu olahan dan plastik daur ulang, atau campuran beton inovatif yang lebih tahan terhadap korosi air asin. Desain modular dan tahan iklim, Menciptakan struktur modular dan mudah diperbaiki yang dapat menahan peristiwa cuaca ekstrem seperti angin topan dan gelombang badai. Desain akan mengutamakan fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan.



Gambar 2. mengembangkan desain infrastruktur hibrid yang menggabungkan material konvensional dengan elemen baru yang tahan cuaca

Meningkatkan pengolahan pasca panen, umur simpan yang diperpanjang, mengembangkan dan menerapkan teknik pasca panen yang memperpanjang umur simpan hasil tangkapan, seperti metode pengasinan, pengasapan, dan pengeringan yang lebih baik yang sesuai dengan iklim setempat. Ini mengurangi pemborosan dan memastikan pasokan makanan yang lebih konsisten. Produk bernilai tambah, Meneliti dan mengembangkan metode untuk menciptakan produk ikan bernilai tambah yang dapat diawetkan dan disimpan dalam waktu yang lebih lama. Ini dapat mencakup pasta berbahan dasar ikan, produk kalengan, atau bentuk kering dan diawetkan lainnya yang dapat disimpan dan diangkut dengan lebih mudah. Kebijakan dan manajemen, pengelolaan berbasis masyarakat, menerapkan kebijakan yang memberdayakan masyarakat lokal untuk mengelola sumber daya perikanan mereka secara efektif. Ini termasuk pendekatan berbasis masyarakat untuk mengelola vegetasi tangkapan untuk mengurangi sedimentasi, dan untuk mempertahankan habitat dan populasi ikan. Diversifikasi metode penangkapan ikan, meneliti dan mempromosikan penerapan metode penangkapan ikan yang beragam untuk mengurangi tekanan pada satu spesies atau habitat. Ini bisa termasuk penangkapan ikan untuk spesies pelagis yang lebih besar seperti tuna, yang tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan iklim. Berbagi pengetahuan dan peningkatan kapasitas, melaksanakan program pendidikan untuk berbagi pengetahuan dan praktik terbaik tentang penangkapan ikan berkelanjutan dan pemrosesan pasca panen dengan masyarakat lokal. Ini termasuk membangun kapasitas untuk membangun dan memelihara infrastruktur baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan pangan di wilayah pesisir dan pulau-pulau terpencil terhambat oleh terbatasnya akses terhadap bahan bangunan konvensional dan kerusakan infrastruktur akibat cuaca ekstrem. Tantangan-tantangan ini diperparah oleh perubahan iklim, yang meningkatkan frekuensi dan intensitas peristiwa seperti angin topan dan banjir, yang selanjutnya mengancam perikanan, pertanian, dan akses ke sumber daya. Para peneliti merekomendasikan strategi terintegrasi, termasuk pemulihan ekosistem pesisir dan penggunaan infrastruktur berkelanjutan seperti floating fish aggregating devices (FADS) yang dapat lebih tangguh dan memiliki siklus penggantian yang lebih cepat setelah badai.

Tantangan utama ketahanan pangan, akses terbatas ke sumber daya, masyarakat pesisir dan pulau terpencil seringkali kekurangan akses ke bahan bangunan konvensional yang sama dengan wilayah daratan, membuat proyek infrastruktur dan perbaikan menjadi lebih sulit dan mahal. Kondisi lingkungan yang ekstrem, perubahan iklim menyebabkan peristiwa cuaca ekstrem yang lebih sering dan intens seperti angin topan dan badai. Peristiwa ini dapat menyebabkan kerusakan luas pada infrastruktur perikanan, rumah pesisir, dan lahan pertanian, yang menyebabkan kekurangan pangan. Dampak terhadap perikanan, naiknya suhu laut dan dampak terkait iklim terhadap ekosistem laut, seperti degradasi terumbu karang, secara langsung mempengaruhi perikanan, yang merupakan sumber makanan dan pendapatan penting bagi banyak masyarakat pesisir. Kerentanan, kombinasi sumber daya yang terbatas dan ketergantungan pada sektor-sektor yang peka terhadap iklim seperti perikanan dan pertanian membuat komunitas-komunitas ini sangat rentan terhadap kerawanan pangan.



Gambar 3. Tantangan utama ketahanan pangan, akses terbatas ke sumber daya, masyarakat pesisir dan pulau terpencil

Solusi berbasis penelitian yang diusulkan, Restorasi ekosistem, berinvestasi dalam restorasi ekosistem pesisir seperti hutan bakau, terumbu karang, dan padang lamun dapat memberikan perlindungan alami terhadap kenaikan permukaan laut dan aksi gelombang, menjaga infrastruktur dan sumber daya. Infrastruktur berkelanjutan, mengembangkan dan menerapkan infrastruktur yang lebih tangguh, seperti floating fish aggregating devices (FADS), dapat membantu menjaga produktivitas penangkapan ikan bahkan setelah peristiwa cuaca ekstrem. Pengembangan kebijakan, membuat dan menerapkan kebijakan ketahanan pangan komprehensif yang

memperhitungkan kerentanan spesifik masyarakat pesisir dan pulau, termasuk memasukkan strategi adaptasi iklim. Pengelolaan berbasis masyarakat, memberdayakan masyarakat lokal untuk mengambil alih kepemilikan sumber daya mereka melalui inisiatif seperti membangun kawasan lindung laut dapat meningkatkan ketahanan dan mendorong praktik berkelanjutan.

Ketahanan pangan di masyarakat pesisir dan pulau-pulau terpencil seringkali ditantang oleh terbatasnya akses terhadap bahan bangunan konvensional, kondisi lingkungan yang ekstrim, dan perubahan iklim, yang merusak infrastruktur perikanan dan mengacaukan sistem produksi pangan. Biaya tinggi dan infrastruktur yang buruk: Pengangkutan material seperti beton dan baja ke pulau-pulau terpencil mahal dan rumit secara logistik. Sifat terpencil dari lokasi-lokasi ini berarti lebih sedikit pemasok dan harga yang lebih tinggi, membuat biaya konstruksi dan perbaikan menjadi penghalang bagi komunitas kecil. Rentang hidup material yang pendek: Bahan konstruksi di daerah pesisir mengalami unsur korosif yang keras seperti air asin, kelembapan tinggi, dan angin kencang. Kondisi ini secara signifikan memperpendek masa pakai material konvensional dan memerlukan perawatan dan penggantian yang sering dan mahal. Ketergantungan pada sumber yang tidak berkelanjutan: Banyak metode konstruksi tradisional mengandalkan bahan yang menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti penggundulan hutan bakau untuk kayu. Kurangnya alternatif lokal yang layak mendorong masyarakat menuju praktik-praktik yang merusak lingkungan. Kondisi lingkungan yang ekstrim dan perubahan iklim, kenaikan permukaan laut dan erosi pantai: Naiknya permukaan laut dan peningkatan erosi pantai secara langsung mengancam infrastruktur seperti pelabuhan perikanan, lokasi pendaratan, dan fasilitas penyimpanan. Kombinasi permukaan laut yang lebih tinggi dan gelombang badai yang lebih kuat dapat menghancurkan bangunan kritis dan menggusur masyarakat pesisir. Peningkatan intensitas badai, perubahan iklim menyebabkan badai dan siklon yang lebih sering dan intens, yang dapat menghancurkan infrastruktur pesisir dan merusak alat tangkap, yang menyebabkan kerugian ekonomi dan produksi pangan yang terganggu. Pengasaman laut dan perubahan suhu, naiknya suhu permukaan laut dan pengasaman laut merusak ekosistem laut, termasuk terumbu karang yang menjadi habitat dan pembibitan ikan yang vital. Hal ini mengurangi keanekaragaman hayati dan mengurangi ketersediaan stok ikan, mengancam mata pencaharian para nelayan dan sumber protein bagi masyarakat. Salinisasi air tawar, kenaikan permukaan laut dan gelombang badai dapat menyebabkan air asin masuk ke akuifer air tawar dan lahan pertanian. Ini mencemari air minum dan mengurangi ketersediaan lahan yang cocok untuk pertanian, sehingga membatasi keanekaragaman pangan.

Dampak terhadap perikanan dan ketahanan pangan. Berkurangnya stok dan hasil ikan, degradasi habitat laut akibat polusi dan pemanasan air menyebabkan populasi ikan lebih rendah. Hal ini berdampak pada pendapatan masyarakat nelayan dan mengurangi jumlah ikan yang tersedia untuk dikonsumsi, yang merupakan sumber protein utama bagi penduduk pulau. Gangguan rantai pasokan, kerusakan infrastruktur transportasi, pelabuhan, dan lokasi pendaratan dapat mengganggu distribusi makanan, baik dari laut maupun ke pulau-pulau terpencil. Hal ini mempersulit akses makanan selama keadaan darurat dan membatasi akses ke pasar untuk produk lokal. Kerentanan ekosistem dan mata pencaharian, dampak kumulatif dari kerusakan lingkungan, sumber daya yang terbatas, dan infrastruktur yang tidak dapat diandalkan membuat masyarakat pesisir dan pulau sangat rentan terhadap perubahan iklim. Nelayan skala kecil, khususnya, memiliki kapasitas terbatas untuk beradaptasi dengan perubahan ini karena kendala keuangan dan ketergantungan pada sumber daya lokal.



Gambar 4. Solusi dan strategi potensial mencakup restorasi ekologis dan teknik konstruksi yang berkelanjutan dan tangguh.

Solusi dan strategi potensial, untuk mengatasi masalah ini, penelitian menyarankan penerapan strategi terintegrasi yang mencakup restorasi ekologis dan teknik konstruksi yang berkelanjutan dan tangguh. Bahan ramah lingkungan dan bersumber secara lokal, memprioritaskan penggunaan biomaterial berbasis laut yang tersedia secara lokal dan limbah yang digunakan kembali dapat mengurangi biaya dan mengurangi dampak lingkungan. Pendekatan ini, yang mendukung ekonomi sirkular, sangat relevan untuk konstruksi rendah karbon di wilayah pesisir. Infrastruktur hijau, melindungi dan memulihkan "infrastruktur hijau" seperti hutan bakau, padang lamun, dan terumbu karang secara alami dapat melindungi garis pantai dari erosi dan gelombang badai sekaligus mendukung keanekaragaman hayati laut dan perikanan. Desain yang inovatif dan tangguh, menerapkan strategi desain yang meningkatkan masa pakai struktur dan tahan terhadap lingkungan laut yang keras sangat penting. Ini termasuk membangun pertahanan pantai yang kuat seperti tembok laut dan pemecah gelombang, yang dapat disesuaikan dengan kondisi lokal tertentu. Kebijakan dan pendanaan yang diperkuat, menetapkan kebijakan adaptasi yang lebih komprehensif, ditambah dengan dukungan keuangan dan teknis, dapat membantu masyarakat menerapkan strategi adaptasi yang efektif. Melibatkan pemangku kepentingan lokal dalam pembuatan kebijakan dapat memastikan solusi yang tepat untuk kebutuhan masyarakat dan praktik budaya.

Memberikan gambaran hubungan kekuatan SCC berbahan material laut yang diperkuat dengan serat baja. Menemukan pengaruh keseragaman (homogenitas) campuran beton SCC pada beton SCC dengan atau tanpa penambahan serat baja. Merumuskan model hubungan antara sifat mekanik beton SCC yang menggunakan air laut dan pasir laut serta air tawar dan pasir sungai yang diperkuat dengan serat baja. Model ini berkaitan dengan interaksi serat-matriks dengan menggunakan serat tarik-keluar dan interlock agregat, sebagai fungsi dari perilaku pembukaan retak geser (yaitu kombinasi pembukaan dan selip).

SIMPULAN

Akses terbatas ke bahan bangunan dan kondisi lingkungan yang keras secara signifikan merusak ketahanan pangan di wilayah pesisir dan pulau terpencil dengan mengorbankan

infrastruktur perikanan dan ekosistem laut. Penelitian mengarah pada strategi terintegrasi, termasuk bahan yang inovatif dan berkelanjutan, untuk mengatasi tantangan ini dan mengamankan produksi pangan bagi masyarakat yang rentan. Temuan utama tentang tantangan dan dampak, ancaman lingkungan, Negara berkembang pulau kecil (SIDS) menghadapi cuaca ekstrem, kenaikan permukaan laut, erosi pantai, dan intrusi air asin, yang merusak infrastruktur pesisir dan memengaruhi sumber makanan. Peristiwa ini membahayakan habitat lokal dan nilai ekonomi penangkapan ikan, mengancam ketahanan pangan dan mata pencaharian.

Menemukan pengaruh keseragaman (homogenitas) campuran beton SCC pada beton SCC dengan atau tanpa penambahan serat baja. Kerentanan infrastruktur, tingginya biaya dan sulitnya pengangkutan bahan bangunan konvensional, ditambah dengan paparan lingkungan yang keras, mempersulit pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur perikanan, seperti pelabuhan perikanan. Hal ini membuat masyarakat rentan terhadap bencana dan menghambat pengelolaan sumber daya yang efektif.

Ketergantungan yang berlebihan pada impor, erosi sistem pangan tradisional, karena urbanisasi dan komersialisasi, telah menyebabkan meningkatnya ketergantungan pada makanan impor yang mahal dan berkualitas rendah. Hal ini menciptakan kerawanan pangan dan merusak produksi pangan lokal, bahkan ketika praktik tradisional bersifat adaptif. Ketidakadilan sistemik, akses dan tata kelola yang tidak adil memungkinkan industri perikanan skala besar mendominasi dan meminggirkan nelayan skala kecil, memperburuk kesenjangan sosial-ekonomi. Ini menyoroti kebutuhan akan sistem manajemen berbasis komunitas yang memberdayakan komunitas lokal dan mendorong keberlanjutan sumber daya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Pendanaan DPPM PT-LP DIKTIRISTEK 2025 dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Pare-Pare, Laboratorium Universitas Hasanuddin Makassar, Laboratorium Fisika Universitas Negeri Makassar atas dukungannya dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A., Parung, H., Tjaronge, M., & Djamaluddin, R. (2020). Bond between Steel Reinforcement Bars and Seawater Concrete. *Civil Engineering Journal*, 6, 61–68. [https://doi.org/10.28991/cej-2020-SP\(EMCE\)-06](https://doi.org/10.28991/cej-2020-SP(EMCE)-06)
- Ahmed, I., & McDonnell, T. (2020). Prospects and constraints of post-cyclone housing reconstruction in Vanuatu drawing from the experience of tropical cyclone Harold. *Progress in Disaster Science*, 8, 100126. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100126>
- Alves, R., Lousada, S., Naranjo Gómez, J. M., & Cabezas, J. (2024). Maintenance Challenges in Maritime Environments and the Impact on Urban Mobility: Machico Stayed Bridge. *Infrastructures*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/infrastructures9100180>
- Ashraf Rather, M., Ahmad, I., Shah, A., Ahmad Hajam, Y., Amin, A., Khursheed, S., Ahmad, I., & Rasool, S. (2024). Exploring opportunities of Artificial Intelligence in aquaculture to meet increasing food demand. *Food Chemistry: X*, 22, 101309. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101309>
- Carlsson, O., Johansson, M., & Ahlgren, E. (2025). Utilization of a solar PV mini-grid powered cold storage to reduce fishery spoilage - A Tanzanian case. *Energy for Sustainable Development*, 88, 101778. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2025.101778>

- Defe, R., Matsa, M., & Makuvaro, V. (2024). The development of a sustainable climate resilience building framework for Southern Zimbabwe. *Nature-Based Solutions*, 6, 100163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2024.100163>
- Getu, A., & Misganaw, K. (2015). Post-harvesting and Major Related Problems of Fish Production. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 06(04). <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000154>
- Haugland, M. (2024). *Marine Biobased Building Materials*. 1–81. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1857735%0Ahttps://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1857735/FULLTEXT01.pdf>
- Iloember, P. T., Mohamed Yusoff, N. Y., Abachi, P. T., Usman, O., & Alola, A. A. (2024). Effect of exchange rate uncertainty, energy prices and sectoral spending on agriculture value added, household consumption, and domestic investment. *Heliyon*, 10(9), e30138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30138>
- Lal, P. N., Mitchell, T., Aldunce, P., Auld, H., Mechler, R., Miyan, A., Romano, L. E., Zakaria, S., Dlugolecki, A., Masumoto, T., Ash, N., Hochrainer, S., Hodgson, R., Islam, T. U., Mc Cormick, S., Neri, C., Pulwarty, R., Rahman, A., Ramalingam, B., ... Wilby, R. (2012). National systems for managing the risks from climate extremes and disasters. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 9781107025). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.009>
- Lauria, V., Das, I., Hazra, S., Cazcarro, I., Arto, I., Kay, S., Ofori-Danson, P., Ahmed, M., Hossain, M. A. R., Barange, M., & Fernandes, J. A. (2018). Importance of fisheries for food security across three climate change vulnerable deltas. *Science of The Total Environment*, 640–641, 1566–1577. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.011>
- Lincoln, S., Andrews, B., Birchenough, S. N. R., Chowdhury, P., Engelhard, G. H., Harrod, O., Pinnegar, J. K., & Townhill, B. L. (2022). Marine litter and climate change: Inextricably connected threats to the world's oceans. *Science of The Total Environment*, 837, 155709. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155709>
- Martyr-Koller, R., Thomas, A., Schleussner, C.-F., Nauels, A., & Lissner, T. (2021). Loss and damage implications of sea-level rise on Small Island Developing States. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 50, 245–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.05.001>
- Rahman, T., deb, N., Alam, M. Z., Moniruzzaman, M., Miah, M. S., Horaira, M. A., & Kamal, R. (2024). Navigating the contemporary landscape of food waste management in developing countries: A comprehensive overview and prospective analysis. *Heliyon*, 10(12), e33218. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33218>
- Richard, M. (2024). Strategic Innovative Community-Based Fisheries Management Practices for The Success of The Blue Economy Program in Kenya. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4911127>
- Steven, A., Addo, K. A., Llewellyn, G., Ca, V. T., Boateng, I., Bustamante, R., Doropoulos, C., Gillies, C., Hemer, M., Lopes, P., Kairo, J., Rahman, M., Ravaoarinorotsihoarana, L. A., Saunders, M., Sumaila, U. R., Sidik, F., Teh, L., Vanderklift, M., & Vozzo, M. (2023). Coastal Development: Resilience, Restoration and Infrastructure Requirements. *The Blue Compendium: From Knowledge to Action for a Sustainable Ocean Economy*, 213–277. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16277-0_7
- Tui, S., & Fakhruddin, B. (2022). Food for thought: Climate change risk and food (in)security in

- Tuvalu. *Progress in Disaster Science*, 16, 100255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2022.100255>
- Wahab, R., Sulaiman, O., Mohamad, A., W. Samsi, H., & Khalid, I. (2009). Bamboo as an Eco-friendly Material for Use in Aquaculture Industry in Malaysia. *Journal of Sustainable Development*, 1(2), 49–54. <https://doi.org/10.5539/jsd.v1n2p49>
- Wilson, S., Fisher, R., Pratchett, M., Graham, N., Dulvy, N., Turner, R., Cakacaka, A., & Polunin, N. (2010). Habitat degradation and fishing effects on the size structure of coral reef fish communities. *Ecological Applications : A Publication of the Ecological Society of America*, 20, 442–451. <https://doi.org/10.1890/08-2205.1>
- Zhang, Y., Ayyub, B. M., & Fung, J. F. (2022). Projections of corrosion and deterioration of infrastructure in United States coasts under a changing climate. *Resilient Cities and Structures*, 1(1), 98–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcns.2022.04.004>