



Analisis Potensi Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Amelioran Tanah Marginal di Indonesia: Sebuah Narrative Review

*Analysis Potential of Cockle Shells (*Anadara granosa*) as Ameliorants for Marginal Land in Indonesia: A Narrative Review*

Bimas Prayogi & Indah Apriliya*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Limbah cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) merupakan produk sampingan dari industri perikanan yang sangat melimpah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih terbatas dan cenderung menimbulkan permasalahan lingkungan. Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) serta mineral lain yang berpotensi digunakan sebagai bahan amelioran untuk memperbaiki kualitas tanah marginal. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan *narrative review* untuk mengkaji potensi cangkang kerang dara sebagai bahan amelioran melalui analisis kualitatif terhadap berbagai hasil penelitian terdahulu. Hasil kajian menunjukkan bahwa aplikasi cangkang kerang mampu menetralkan keasaman tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro, memperbaiki sifat fisik tanah, serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah (Jubaedah et al., 2023). Namun demikian, efektivitas penggunaannya dipengaruhi oleh ukuran partikel, dosis aplikasi, serta kondisi spesifik tanah marginal. Secara keseluruhan, pemanfaatan cangkang kerang dara memiliki prospek besar sebagai alternatif amelioran ramah lingkungan, meskipun masih diperlukan penelitian lanjutan untuk standarisasi dan penerapan dalam skala lapangan.

Kata kunci: Cangkang Kerang Dara; Tanah Marginal; Amelioran; Narrative Review.

Abstract

Blood cockle shell waste (*Anadara granosa*) is a byproduct of the fisheries industry that is abundant in Indonesia, yet its utilization remains limited and often causes environmental problems. Blood cockle shells contain calcium carbonate (CaCO_3) and other minerals with potential as ameliorants to improve marginal soil quality. This study employed a literature review method with a *narrative review* approach to assess the potential of blood cockle shells as soil ameliorants through qualitative analysis of previous research findings. The results indicate that the application of cockle shells can neutralize soil acidity, enhance macro- and micronutrient availability, improve soil physical properties, and support soil microbial activity (Jubaedah et al., 2023). However, its effectiveness is influenced by particle size, application rate, and the specific conditions of marginal soils. Overall, the utilization of blood cockle shells shows great potential as an eco-friendly alternative ameliorant, although further research is required for standardization and field-scale application.

Keywords: Cockle Shell; Marginal Land; Ameliorant; Narrative Review.

How to Cite: Bimas Prayogi & Apriliya, I., (2026). Potensi Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Amelioran Tanah Marginal di Indonesia: Sebuah Narrative Review. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 8 (1): 119-130

E-mail: indahapriliyaS@gmail.com

ISSN 2772-0338 (Online)



PENDAHULUAN

Indonesia menempati posisi strategis sebagai salah satu produsen utama kerang darah (*Anadara granosa*) di Asia Tenggara. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi penting karena menjadi sumber protein hewani bagi masyarakat pesisir dan komoditas ekspor unggulan sektor perikanan budidaya (Kusumaningrum et al., 2021). Berdasarkan data produksi perikanan, hasil panen kerang darah di Indonesia dapat mencapai puluhan ribu ton per tahun, baik untuk kebutuhan konsumsi domestik maupun ekspor (Sartika et al., 2022). Dari total produksi tersebut, sekitar 75–77% massa tubuh kerang merupakan cangkang yang tidak dikonsumsi (Romadona et al., 2017). Kondisi ini menghasilkan volume limbah padat yang signifikan, yang apabila tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan permasalahan lingkungan seperti penumpukan sampah di kawasan pesisir, gangguan estetika lingkungan, dan potensi pencemaran akibat proses dekomposisi yang lambat (Gunawan et al., 2022; Nurhidayah et al., 2020).

Namun demikian, cangkang kerang darah bukanlah limbah yang tidak bernilai. Komponen utamanya berupa kalsium karbonat (CaCO_3) dengan kadar lebih dari 90% (Sinurat et al., 2022). Senyawa ini merupakan bahan aktif utama dalam kapur pertanian (*agricultural lime*) yang umum digunakan untuk mengoreksi keasaman tanah (FAO, 2019). Selain itu, cangkang kerang juga mengandung sejumlah kecil magnesium, fosfor, dan unsur mikro lain yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Handayani et al., 2023). Oleh karena itu, limbah cangkang kerang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan amelioran tanah marginal, sehingga mampu menyelesaikan dua permasalahan sekaligus: pengelolaan limbah perikanan dan perbaikan kualitas tanah (Rahmadani et al., 2021).

Tanah marginal di Indonesia mencakup berbagai jenis tanah masam seperti ultisol, oksisol, podsolik merah kuning, dan gambut. Lahan ini tersebar luas di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, hingga Papua, dengan luas mencapai lebih dari 42 juta hektar (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2020). Tanah marginal ditandai oleh pH rendah ($<5,5$), kejenuhan basa yang rendah, ketersediaan hara makro dan mikro yang terbatas, serta tingginya kelarutan Al^{3+} dan Fe^{2+} yang bersifat toksik bagi tanaman (Hardjowigeno, 2015; Rosmarkam & Yuwono, 2019). Kondisi tersebut menyebabkan penurunan produktivitas pertanian, terutama pada komoditas pangan utama seperti jagung, kedelai, dan padi (Sanchez, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya ameliorasi untuk meningkatkan kualitas kimia, fisika, dan biologi tanah.

Selama ini, ameliorasi tanah marginal dilakukan dengan pemberian kapur pertanian (CaCO_3), dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], atau gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Bahan-bahan tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan pH tanah, menurunkan kejenuhan aluminium, serta memperbaiki ketersediaan hara (Sanchez, 2019; Subowo, 2020). Akan tetapi, keterbatasan pasokan, biaya distribusi, dan jarak ke lokasi pertanian sering menjadi kendala, terutama di wilayah pedesaan terpencil (Napitupulu et al., 2021). Oleh karena itu, pencarian sumber amelioran alternatif yang murah, mudah diperoleh secara lokal, dan ramah lingkungan menjadi sangat relevan.

Dalam konteks ini, cangkang kerang darah menawarkan solusi potensial. Sebagai limbah melimpah yang selama ini terabaikan, pemanfaatannya tidak hanya mendukung prinsip pengelolaan limbah berkelanjutan, tetapi juga sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, di mana limbah dapat diolah menjadi bahan produktif dalam sistem pertanian (Ellen MacArthur Foundation, 2021; Sari et al., 2022). Beberapa penelitian bahkan menunjukkan bahwa aplikasi tepung cangkang kerang mampu meningkatkan pH tanah masam, menurunkan kandungan Al^{3+} , dan meningkatkan pertumbuhan tanaman sayuran serta padi (Putri et al., 2023; Darmawan et al., 2020). Dengan demikian, kajian mendalam mengenai potensi cangkang kerang darah sebagai amelioran tanah marginal menjadi penting untuk mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Berdasarkan uraian tersebut, penulisan artikel ini bertujuan untuk mengulas potensi pemanfaatan limbah cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) sebagai bahan amelioran tanah marginal di Indonesia melalui pendekatan *narrative review*. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kandungan kimia, mekanisme kerja, serta efektivitas cangkang kerang dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah marginal, sekaligus menyoroti tantangan dan peluang penerapannya dalam sistem pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, artikel ini diharapkan menjadi referensi ilmiah dan dasar pengembangan penelitian lanjutan terkait pemanfaatan limbah perikanan sebagai sumber amelioran ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan *narrative review*. Pendekatan ini bersifat kualitatif-deskriptif, di mana penulis mengumpulkan, menelaah, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan untuk membahas topik tertentu tanpa melakukan eksperimen atau uji lapangan baru. Menurut Ferrari (2015) dan Snyder (2019), *narrative review* digunakan untuk menggambarkan perkembangan suatu bidang ilmiah secara menyeluruh, menjelaskan temuan-temuan utama dari studi sebelumnya, serta mengidentifikasi kesenjangan dan peluang penelitian lanjutan berdasarkan sintesis ilmiah yang ada.

Tahapan pelaksanaan kajian ini meliputi:

1. Identifikasi literatur relevan, baik berupa artikel jurnal ilmiah, buku teks, laporan lembaga resmi, maupun publikasi internasional yang terkait dengan topik pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan amelioran tanah marginal;
2. Seleksi sumber pustaka berdasarkan relevansi, kredibilitas, dan kemutakhiran (literatur 10 tahun terakhir diutamakan);
3. Analisis isi dan sintesis tematik untuk mengintegrasikan temuan-temuan empiris dan teoritis dalam konteks pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Adapun jenis dan sumber literatur yang digunakan disajikan pada Tabel 1 berikut:

Jenis Literatur	Referensi Utama	Keterangan
Jurnal Penelitian Empiris	Romadona et al. (2017); Setiawan et al. (2021); Gunawan et al. (2022); Ustuchri et al. (2023)	Studi uji lapangan dan pemanfaatan cangkang kerang pada berbagai jenis tanah
Buku dan Buku Teks Akademik	Hardjowigeno (2015); Fageria & Baligar (2008)	Landasan teori sifat tanah marginal dan mekanisme ameliorasi
Laporan Lembaga Resmi	BBSDLP (2020); Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2020); FAO (2019)	Data sebaran tanah marginal dan pedoman pengapuran pertanian
Artikel Lingkungan Ekonomi Sirkular	Kajian dan Ellen MacArthur Foundation (2021)	Konsep ekonomi sirkular dan pemanfaatan limbah berkelanjutan

ISI DAN PEMBAHASAN

Potret Tanah Marginal di Indonesia

Tanah marginal merupakan istilah untuk lahan dengan tingkat kesuburan yang rendah sehingga produktivitas pertanian tidak dapat optimal tanpa adanya intervensi teknologi pengelolaan lahan (Hardjowigeno, 2015). Di Indonesia, luas tanah marginal diperkirakan mencapai lebih dari 42 juta hektar, tersebar di wilayah Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2020). Lahan ini mencakup jenis tanah ultisol,

oksisol, podsolik merah kuning, serta tanah gambut, yang masing-masing memiliki kendala spesifik terhadap produktivitas pertanian.

Secara umum, karakteristik utama tanah marginal meliputi pH rendah ($\text{pH} < 5,5$), kapasitas tukar kation (KTK) yang kecil, kejenuhan basa rendah ($< 35\%$), serta ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg) dan mikro (Zn, B, Cu, Mn) yang terbatas (Sanchez, 2019). Pada tanah masam, tingginya konsentrasi ion Al^{3+} dan Fe^{2+} menimbulkan efek toksik bagi tanaman serta mengikat fosfat dalam bentuk yang tidak tersedia bagi akar (Fageria & Baligar, 2008).

Tanah gambut, meskipun kaya akan bahan organik, memiliki permasalahan seperti kemasaman ekstrem ($\text{pH} < 4$), ketidakstabilan permukaan, dan defisiensi unsur hara makro terutama fosfor (P) dan kalium (K) (Agus & Subiksa, 2008). Distribusi tanah marginal di Indonesia mencerminkan tantangan serius bagi pembangunan pertanian nasional. Sebagai contoh, tanah ultisol dan oksisol mendominasi sekitar 45% wilayah Sumatra dan Kalimantan, sedangkan tanah gambut mencakup lebih dari 13,5 juta hektar di kedua pulau tersebut (BBSDLP, 2020). Kondisi ini berdampak langsung pada rendahnya produktivitas tanaman pangan strategis seperti padi, jagung, dan kedelai, yang umumnya tumbuh optimal pada tanah dengan pH netral hingga sedikit masam.

Upaya peningkatan produktivitas tanah marginal umumnya dilakukan melalui ameliorasi tanah, yaitu penambahan bahan yang dapat memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah. Bahan amelioran konvensional seperti kalsit, dolomit, dan gipsum telah terbukti mampu meningkatkan pH tanah, mengurangi toksisitas aluminium (Al), menaikkan kejenuhan basa, serta memperbaiki ketersediaan unsur hara (Fageria, Slaton, & Baligar, 2010). Namun, efektivitas penerapan ameliorasi ini di tingkat petani sering kali terhambat oleh biaya transportasi yang tinggi, akses bahan yang terbatas, serta ketergantungan pada pasokan impor. Oleh karena itu, diperlukan alternatif amelioran yang berbasis sumber lokal, biaya rendah, dan ramah lingkungan. Salah satu inovasi potensial adalah pemanfaatan limbah cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) sebagai sumber kalsium karbonat (CaCO_3) alami, yang melimpah di wilayah pesisir Indonesia dan memiliki potensi besar untuk digunakan dalam perbaikan tanah marginal.



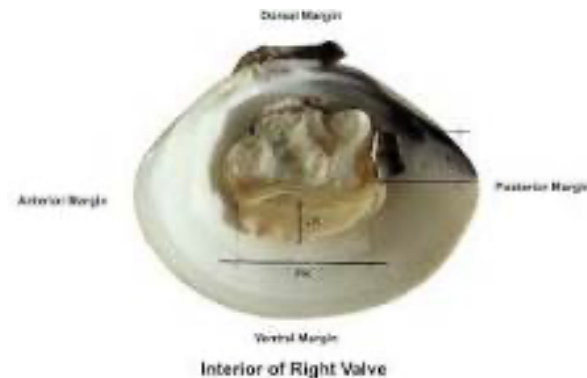
Gambar 1. *Potret tanah marginal di Indonesia (Sumber: ResearchGate)*

Profil Dan Komposisi Cangkang Kerang Dara

a. Morfologi dan Struktur Cangkang

Cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) merupakan limbah padat utama dari aktivitas konsumsi dan industri pengolahan hasil perikanan kerang darah. Secara morfologi, cangkang kerang dara memiliki bentuk menyerupai kipas dengan tonjolan radial (costae) yang khas, tekstur keras, serta warna putih keabu-abuan setelah dikeringkan (Sinurat et al., 2022). Struktur

padat dan tidak mudah terurai di lingkungan menjadikannya salah satu limbah pesisir yang sering menimbulkan penumpukan, terutama di wilayah pesisir Sumatra dan Kalimantan yang menjadi sentra produksi kerang darah (Romadona et al., 2017).



Gambar 2. Cangkang Kerang Dara (sumber: ResearchGate)

b. Komposisi Kimia Utama

Dari sisi komposisi kimia, cangkang kerang dara tersusun terutama atas kalsium karbonat (CaCO_3) dengan proporsi mencapai 90–95% berat kering (Gunawan et al., 2022). Selain itu, terdapat pula kandungan magnesium (Mg), natrium (Na), fosfor (P), serta sejumlah unsur mikro seperti seng (Zn), mangan (Mn), besi (Fe), boron (B), dan silikon (Si) (Sartika et al., 2022). Kandungan mineral tersebut memberikan nilai tambah karena berperan sebagai sumber hara tambahan bagi tanaman. Misalnya, kalsium berfungsi dalam memperkuat dinding sel dan mengurangi kerentanan tanaman terhadap cekaman fisiologis, sedangkan magnesium berperan sebagai komponen utama klorofil yang esensial dalam proses fotosintesis (Fageria & Baligar, 2008).

c. Karakteristik Fisikokimia

Karakteristik fisikokimia cangkang kerang juga menjadi aspek penting dalam menentukan efektivitasnya sebagai amelioran. Secara alami, cangkang memiliki kerapatan tinggi dan porositas rendah, sehingga laju pelarutannya di tanah berlangsung lambat. Namun, proses penggilingan cangkang menjadi partikel halus mampu meningkatkan luas permukaan spesifik dan mempercepat pelepasan ion Ca^{2+} dalam tanah (Ustuchri et al., 2023). Studi menunjukkan bahwa ukuran partikel berhubungan langsung dengan laju reaksi netralisasi keasaman, sehingga cangkang dalam bentuk tepung (powder) lebih efektif dibandingkan butiran kasar (Setiawan et al., 2021).

Jika dibandingkan dengan amelioran konvensional seperti kalsit (CaCO_3) dan dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), cangkang kerang dara memiliki kualitas yang sebanding dari sisi kandungan kalsium. Bahkan, beberapa hasil analisis laboratorium menunjukkan kandungan Ca pada cangkang kerang lebih tinggi dibandingkan kapur pertanian komersial (Romadona et al., 2017). Hal ini membuktikan bahwa limbah kerang tidak sekadar sampah pesisir, melainkan sumber daya potensial yang dapat mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, pemanfaatan cangkang kerang dara tidak hanya menjadi solusi ekologis dalam mengurangi akumulasi limbah pesisir, tetapi juga solusi agronomis untuk meningkatkan kesuburan tanah marginal di Indonesia.

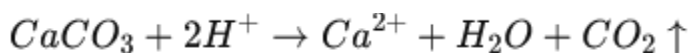
Mekanisme Kerja Cangkang Kerang Sebagai Amelioran

Pemanfaatan cangkang kerang dara sebagai amelioran tanah terutama didasarkan pada kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dan mineral ikutan lainnya. Mekanisme kerjanya dalam

tanah dapat dijelaskan melalui beberapa aspek utama, yaitu (i) netralisasi keasaman tanah, (ii) penyediaan unsur hara, (iii) perbaikan sifat fisik tanah, dan (iv) stimulasi aktivitas biologis tanah.

a. **Netralisasi Keasaman Tanah**

Tanah marginal di Indonesia umumnya memiliki pH rendah (< 5,5) dengan konsentrasi ion H^+ dan Al^{3+} yang tinggi (Fageria & Baligar, 2008). Keasaman ini dapat dinetralkan melalui reaksi antara kalsium karbonat dengan ion H^+ dalam larutan tanah:



Selain itu, ion Ca^{2+} yang dilepaskan menggantikan ion Al^{3+} dan H^+ pada kompleks pertukaran kation (CEC), sehingga menurunkan konsentrasi Al terlarut yang toksik. Proses ini meningkatkan kejenuhan basa (base saturation) dan menstabilkan kapasitas penyangga tanah (buffering capacity) (Hardjowigeno, 2015). mekanisme reaksi $CaCO_3$ di tanah masam (panah: Ca^{2+} masuk $\rightarrow H^+$ berkurang \rightarrow pH naik $\rightarrow Al^{3+}$ terendapkan sebagai $Al(OH)_3$).

b. **Penyediaan Unsur Hara**

Selain menetralkan tanah masam, cangkang kerang juga berfungsi sebagai sumber hara. Kandungan Ca^{2+} membantu memperkuat dinding sel tanaman, memperbaiki permeabilitas membran, dan meningkatkan aktivitas enzim (Sartika et al., 2022). Magnesium (Mg^{2+}) yang terdapat dalam jumlah moderat berperan sebagai atom pusat dalam molekul klorofil, yang krusial bagi fotosintesis (Fageria et al., 2010).

Unsur mikro seperti Zn, Mn, dan Fe juga dilepaskan dalam jumlah kecil, tetapi cukup penting untuk mendukung aktivitas metabolisme tanaman. Dengan demikian, cangkang kerang tidak hanya berfungsi sebagai **pengapuran**, tetapi juga sebagai **sumber nutrisi tambahan** bagi tanaman, yang membedakannya dari beberapa amelioran mineral konvensional yang cenderung hanya bersifat penetral pH.

c. **Perbaikan Sifat Fisik Tanah**

Ca^{2+} dari cangkang berperan sebagai flocculating agent yang mengikat partikel liat (clay particles) sehingga membentuk agregat yang lebih stabil (Setiawan et al., 2021). Struktur tanah yang lebih mantap akan meningkatkan porositas tanah, infiltrasi air, serta kapasitas menahan air (water holding capacity). Hal ini sangat penting pada tanah marginal yang umumnya memiliki struktur lepas dan daya tahan rendah terhadap erosi. Skema perbandingan struktur tanah sebelum ameliorasi (dispersi, porositas rendah) dan sesudah ameliorasi (agregasi, porositas meningkat).

d. **Peningkatan Aktivitas Biologi Tanah**

Kondisi pH yang lebih netral akibat pemberian cangkang kerang menciptakan lingkungan yang lebih sesuai bagi mikroba tanah, seperti bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas* spp.) dan fungi mikoriza (Ustuchri et al., 2023). Aktivitas biologi ini mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan ketersediaan fosfor, serta mendukung siklus hara lain seperti N dan S. Dengan demikian, pemanfaatan cangkang kerang memberikan efek sinergis yang melibatkan interaksi kimia (pH, kejenuhan basa), fisika (struktur tanah), dan biologi (aktivitas mikroba), yang secara bersama-sama memperbaiki kualitas tanah marginal.

Studi Empiris Pemanfaatan Cangkang Kerang

Pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan amelioran telah diuji melalui berbagai penelitian di Indonesia maupun di negara lain. Hasil-hasil empiris ini menunjukkan bahwa aplikasi cangkang kerang, baik dalam bentuk butiran maupun tepung, mampu memperbaiki sifat kimia tanah, menurunkan keasaman, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

a. Uji Lapangan di Indonesia

Romadona et al. (2017) melakukan penelitian pada tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) Dramaga, Bogor, dengan pemberian tepung cangkang kerang dara. Hasilnya menunjukkan peningkatan pH tanah dari 4,3 menjadi 6,2 setelah 6 minggu aplikasi dengan dosis 3ton ha⁻¹. Peningkatan pH diikuti oleh penurunan konsentrasi Al³⁺ terlarut, peningkatan ketersediaan fosfor, serta peningkatan pertumbuhan jagung manis sebesar 25% dibandingkan kontrol.

Pada tanah gambut di Sumatra Selatan, Setiawan et al. (2021) melaporkan bahwa pemberian tepung cangkang kerang dengan dosis 2–4ton ha⁻¹ mampu menurunkan keasaman tanah dan meningkatkan ketersediaan P serta K. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah anakan produktif padi dan hasil gabah kering panen hingga 20% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Penelitian lain oleh Sartika et al. (2022) menunjukkan bahwa kombinasi serbuk cangkang kerang dengan bahan lain seperti fly ash mampu memperbaiki sifat kimia tanah gambut sekaligus meningkatkan nilai California Bearing Ratio (CBR), yang tidak hanya relevan untuk pertanian tetapi juga untuk rekayasa tanah (soil stabilization).

b. Aplikasi pada Tanaman Hortikultura dan Perkebunan

Selain tanaman pangan, cangkang kerang juga diuji pada komoditas hortikultura. Pada budidaya cabai merah (*Capsicum annuum*), aplikasi tepung cangkang kerang sebesar 1,5ton ha⁻¹ meningkatkan kandungan kalsium dalam jaringan tanaman dan menurunkan kejadian gangguan fisiologis *blossom-end rot* (Gunawan et al., 2022). Uji lapangan pada tomat (*Solanum lycopersicum*) menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap kerontokan bunga, yang dikaitkan dengan perbaikan status kalsium dan struktur tanah.

Pada tanaman perkebunan, penggunaan limbah cangkang kerang sebagai amelioran di tanah ultisol dilaporkan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dengan perbaikan diameter batang, jumlah daun, dan berat kering akar (Ustuchri et al., 2023).

c. Studi di Luar Negeri

Di Malaysia, limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) digunakan sebagai alternatif kapur untuk ameliorasi tanah masam. Hasil penelitian menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan pH tanah serta pertumbuhan tanaman sayuran daun seperti sawi dan kangkung. Di Filipina, aplikasi cangkang kerang dara dilaporkan memberikan efek setara dengan kapur pertanian dalam memperbaiki kesuburan tanah marginal, meskipun efektivitasnya sangat tergantung pada ukuran partikel dan dosis aplikasi (FAO, 2019).

d. Analisis Kritis

Secara umum, hasil-hasil empiris menunjukkan pola yang konsisten bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki kejenuhan basa, menurunkan toksisitas Al, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun demikian, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh:

- 1) Jenis tanah (ultisol, gambut, podsolik).
- 2) Jenis tanaman (padi, jagung, hortikultura, perkebunan).
- 3) Dosis dan ukuran partikel (tepung lebih reaktif daripada butiran).
- 4) Kondisi agroklimat lokal (curah hujan, kelembaban tanah, suhu).

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, terlihat bahwa perlakuan kontrol (tanpa amelioran) pada semua jenis tanah hanya meningkatkan pH tanah secara marginal, dengan kenaikan $\leq 0,2$ unit. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa intervensi amelioran, kondisi keasaman tanah marginal relatif tetap, sehingga tidak terjadi perbaikan signifikan pada ketersediaan hara.

Sebaliknya, pemberian kapur pertanian dan cangkang kerang dara mampu meningkatkan pH tanah secara nyata pada ketiga jenis tanah uji (ultisol, gambut, dan tanah sulfat masam). Pada ultisol, pH meningkat dari 4,3 menjadi 6,3 (kapur) dan 6,2 (cangkang), sedangkan pada gambut

terjadi peningkatan dari 3,8 menjadi 5,7 (kapur) dan 5,6 (cangkang). Pada tanah sulfat masam, kedua amelioran meningkatkan pH dari 4,1 menjadi lebih dari 6,3. Data ini mengindikasikan bahwa efektivitas cangkang kerang dara dalam menetralkan keasaman tanah setara dengan kapur pertanian, dengan perbedaan yang relatif kecil ($< 0,1$ unit pH). Artinya, CaCO_3 yang terkandung dalam cangkang kerang memiliki reaktivitas yang cukup tinggi dalam menurunkan konsentrasi ion H^+ dan Al^{3+} dalam tanah. Peningkatan pH tanah yang signifikan ini juga berimplikasi pada perbaikan ketersediaan hara, khususnya fosfor (P) yang umumnya terikat pada Al dan Fe pada tanah masam [Fageria & Baligar, 2008]. Dengan demikian, selain sebagai limbah yang bernilai ekologis, cangkang kerang dara juga terbukti memiliki daya guna agronomis yang menjanjikan dalam mengatasi keterbatasan kesuburan tanah marginal.

Tabel 1. Perbandingan pH Tanah Sebelum dan Sesudah Pemberian Amelioran (Kapur vs. Cangkang Kerang Dara)

Jenis Tanah	Perlakuan	pH Awal	pH Akhir	Peningkatan pH	Referensi
Ultisol (Dramaga, Bogor)	Kontrol (tanpa amelioran)	4,3	4,5	+0,2	Romadona et al., 2017
	Kapur Pertanian (3 t ha ⁻¹)	4,3	6,3	+2,0	Romadona et al., 2017
	Cangkang Kerang (3 t ha ⁻¹)	4,3	6,2	+1,9	Romadona et al., 2017
Gambut (Sumatera Selatan)	Kontrol	3,8	3,9	+0,1	Setiawan et al., 2021
	Kapur Pertanian (2 t ha ⁻¹)	3,8	5,7	+1,9	Setiawan et al., 2021
	Cangkang Kerang (2 t ha ⁻¹)	3,8	5,6	+1,8	Setiawan et al., 2021
Sawah Sulfat Masam	Kontrol	4,1	4,2	+0,1	Ustuchri et al., 2023
	Kapur Pertanian (4 t ha ⁻¹)	4,1	6,4	+2,3	Ustuchri et al., 2023
	Cangkang Kerang (4 t ha ⁻¹)	4,1	6,3	+2,2	Ustuchri et al., 2023

Keunggulan Dan Tantangan

a. Keunggulan Pemanfaatan Cangkang Kerang Dara

1) Ketersediaan Melimpah dan Berbasis Lokal.

Indonesia merupakan salah satu produsen utama kerang darah (*Anadara granosa*) di Asia Tenggara, dengan volume limbah cangkang yang sangat besar setiap tahunnya (Romadona et al., 2017). Pemanfaatan limbah ini mengurangi akumulasi sampah pesisir sekaligus menyediakan sumber amelioran murah yang dapat diakses oleh masyarakat petani di daerah pesisir.

2) Ramah Lingkungan.

Pengolahan cangkang kerang menjadi amelioran sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah perikanan yang semula berpotensi mencemari lingkungan diubah menjadi produk bernilai guna bagi sektor pertanian (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Hal ini mendukung target pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia.

3) Multifungsi dalam Perbaikan Tanah.

Cangkang kerang tidak hanya berfungsi sebagai penetral keasaman (amelioran kimia), tetapi juga sebagai sumber hara (Ca, Mg, P, mikro), pembenah fisik tanah (struktur dan porositas), serta stimulator aktivitas mikroba (Sartika et al., 2022). Dengan demikian, fungsinya lebih komprehensif dibandingkan sebagian amelioran mineral konvensional yang hanya berfokus pada koreksi pH.

4) Potensi Substitusi Kapur Pertanian.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan CaCO_3 pada cangkang kerang sebanding atau bahkan lebih tinggi dibandingkan kapur pertanian (Gunawan et al., 2022). Hal ini membuka peluang substitusi parsial terhadap penggunaan kapur konvensional, yang ketersediaannya sering terbatas di wilayah pedalaman dan harganya relatif mahal.

b. Tantangan Implementasi di Lapangan

1) Variasi Kualitas Bahan

Kandungan mineral dalam cangkang kerang bervariasi tergantung pada lokasi budidaya, kondisi perairan, dan umur kerang (Sinurat et al., 2022). Variabilitas ini menyebabkan efektivitasnya sebagai amelioran tidak seragam antar daerah.

2) Biaya Pengolahan dan Transportasi

Untuk meningkatkan efektivitas, cangkang perlu digiling menjadi partikel halus. Proses ini memerlukan energi tambahan dan biaya peralatan (Ustuchri et al., 2023). Selain itu, distribusi dari wilayah pesisir ke lahan pertanian pedalaman menambah ongkos transportasi.

3) Efektivitas Tidak Konsisten

Beberapa studi menunjukkan hasil yang sangat positif pada tanaman tertentu, sementara pada kasus lain peningkatan produktivitas relatif kecil (Setiawan et al., 2021). Hal ini dipengaruhi oleh jenis tanah, jenis tanaman, dosis, serta kondisi agroklimat lokal.

4) Belum Tersedia Standar Nasional

Hingga saat ini, belum ada standar resmi terkait dosis, ukuran partikel, dan metode aplikasi cangkang kerang sebagai amelioran di Indonesia. Ketiadaan standar ini menyulitkan adopsi teknologi secara luas oleh petani dan pelaku industri pertanian (BBSDLP, 2020).

c. Analisis Kritis

Keunggulan utama cangkang kerang adalah sifatnya yang ekologis, ekonomis, dan multifungsi. Namun, keberhasilan pemanfaatannya sangat bergantung pada pengembangan sistem pengolahan terstandarisasi, dukungan kebijakan pemerintah, serta adanya penelitian adaptif di berbagai agroekosistem. Tanpa intervensi tersebut, pemanfaatan cangkang kerang berpotensi hanya terbatas pada skala eksperimen, tanpa mampu menjangkau petani kecil secara luas.

Rekomendasi Penelitian Lanjutan

Meskipun sejumlah penelitian telah menunjukkan potensi cangkang kerang sebagai amelioran, kajian yang ada masih bersifat terbatas, baik dari sisi metodologi, skala, maupun komoditas yang diuji. Oleh karena itu, riset lanjutan diperlukan untuk memperkuat dasar ilmiah dan mendukung penerapannya secara luas di tingkat petani. Beberapa rekomendasi penelitian lanjutan antara lain:

- a. Uji pada Berbagai Jenis Tanah Marginal Sebagian besar penelitian masih terfokus pada tanah ultisol dan gambut (Romadona et al., 2017; Setiawan et al., 2021). Padahal, tanah marginal di Indonesia meliputi berbagai jenis, termasuk oksisol, podsolik, dan tanah sulfat masam. Uji

aplikasi lintas jenis tanah diperlukan untuk memahami perbedaan respons reaksi netralisasi, efektivitas dosis, serta dinamika ketersediaan hara pada berbagai kondisi agroekologi.

- b. Optimasi Dosis dan Ukuran Partikel Penelitian sejauh ini menggunakan dosis bervariasi antara 1–5 ton ha⁻¹ dengan efektivitas yang berbeda-beda (Gunawan et al., 2022). Studi lebih detail dibutuhkan untuk menentukan dosis optimum berdasarkan jenis tanah, tanaman, dan agroklimat. Selain itu, perlu dikaji pengaruh ukuran partikel—apakah berbentuk butiran kasar, serbuk halus, atau nanopartikel kalsium—terhadap laju pelarutan CaCO₃ dan efektivitas ameliorasi (Sinurat et al., 2022).
- c. Pengujian pada Berbagai Komoditas Strategis Sebagian besar studi masih terbatas pada tanaman pangan seperti padi dan jagung. Penelitian perlu diperluas ke komoditas hortikultura (cabai, tomat, bawang), perkebunan (kelapa sawit, karet), serta tanaman industri (tebu, kopi, kakao). Hal ini penting karena respon fisiologis tanaman terhadap amelioran berbasis kalsium dapat berbeda tergantung kebutuhan spesifik unsur hara.
- d. Integrasi dengan Teknologi Bioamelioran Cangkang kerang dapat dikombinasikan dengan bahan amelioran hayati seperti biochar, mikoriza, maupun bakteri pelarut fosfat. Integrasi ini berpotensi menghasilkan efek sinergis: biochar memperbaiki retensi air, mikoriza meningkatkan serapan hara, sementara CaCO₃ dari cangkang menetralkan pH tanah (Ustuchri et al., 2023). Pendekatan ini sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan berbasis ekoteknologi.
- e. Analisis Ekonomi dan Sosial Selain aspek teknis, penelitian juga perlu mencakup kajian ekonomi untuk menghitung biaya produksi, distribusi, dan manfaat finansial bagi petani. Studi sosial diperlukan untuk memahami persepsi, adopsi teknologi, serta kesediaan petani dalam menggunakan cangkang kerang sebagai amelioran. Tanpa dukungan aspek ekonomi dan sosial, pemanfaatan limbah kerang akan sulit diadopsi secara luas.
- f. Penyusunan Standar Nasional Penelitian jangka panjang dapat diarahkan untuk mendukung penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait pemanfaatan cangkang kerang sebagai amelioran, mencakup dosis rekomendasi, metode aplikasi, ukuran partikel, serta standar kualitas kimia bahan. Standarisasi ini sangat penting untuk menjamin konsistensi mutu, keamanan lingkungan, dan kepercayaan petani dalam menggunakan produk berbasis limbah kerang.
- g. Riset Hilirisasi dan Inovasi Produk Selain dalam bentuk tepung, cangkang kerang berpotensi diolah menjadi produk inovatif seperti pupuk kalsium granuler, komposit biofertilizer dengan mikroba, atau material nano-CaCO₃ yang dapat meningkatkan efektivitas aplikasi. Hilirisasi produk akan membuka peluang industri baru berbasis limbah perikanan, sekaligus mendukung ekonomi sirkular nasional.

SIMPULAN

1. Cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) memiliki kandungan CaCO₃ sebesar 90–95%, serta unsur hara tambahan seperti Mg, Na, P, Zn, dan Fe. Komposisi ini menjadikan limbah cangkang kerang berpotensi tinggi sebagai bahan amelioran alami untuk memperbaiki kesuburan tanah marginal di Indonesia.
2. Efektivitas cangkang kerang sebanding dengan kapur pertanian, terbukti mampu menaikkan pH tanah masam dari kisaran 4,0 menjadi 6,0–6,3 pada berbagai jenis tanah (ultisol, gambut, dan sulfat masam). Selain itu, bahan ini juga memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan hara, dan mendukung aktivitas mikroorganisme tanah.

3. Pemanfaatan limbah cangkang kerang memberikan manfaat ekologis dan ekonomi, karena mengurangi penumpukan limbah pesisir sekaligus menyediakan sumber amelioran murah berbasis lokal yang mendukung prinsip ekonomi sirkular pertanian.
4. Untuk petani, pemanfaatan tepung cangkang kerang dapat dijadikan alternatif pengganti kapur pertanian, terutama di wilayah pesisir dengan ketersediaan limbah melimpah. Dosis awal yang dapat direkomendasikan untuk uji lapangan adalah 2–3 ton per hektar tergantung tingkat keasaman tanah.
5. Untuk peneliti selanjutnya, diperlukan penelitian:
 - Menentukan ukuran partikel dan dosis optimum untuk berbagai jenis tanah dan komoditas tanaman.
 - Menguji kombinasi cangkang kerang dengan bioamelioran lain (misalnya biochar, pupuk hayati, atau mikoriza) guna meningkatkan efisiensi ameliorasi.
 - Melakukan analisis ekonomi dan sosial untuk mengukur kelayakan penggunaan bahan ini di tingkat petani.
6. Untuk pemerintah dan lembaga penelitian, disarankan menyusun Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan amelioran (meliputi kadar CaCO_3 , dosis, ukuran partikel, dan metode aplikasi) agar dapat diadopsi secara luas oleh masyarakat.

REFERENSI

- Agus, F., & Subiksa, I. G. M. (2008). *Lahan gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Badan Litbang Pertanian. (2019). *Peta sebaran tanah marginal Indonesia*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP). (2020). *Laporan tahunan pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan di Indonesia*. Kementerian Pertanian RI.
- Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP). (2020). *Data luas dan distribusi tanah marginal di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Baligar, V. C., & Fageria, N. K. (2008). *Advances in agronomy*. Academic Press.
- Darmawan, A., Nuraini, L., & Hidayat, S. (2020). Utilization of seashell waste as soil ameliorant to improve acidic soil fertility. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 44(2), 119–128. <https://doi.org/10.21082/jti.v44n2>
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular economy in agriculture: Transforming waste into value*. Retrieved from <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2008). *Ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production*. *Advances in Agronomy*, 99, 345–399. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00407-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00407-0)
- FAO. (2019). *Soil acidity and liming: Guidelines for sustainable management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). *Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade*. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- Gunawan, A., Nuraini, S., & Hidayat, R. (2022). Pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan pengapuran tanah masam. *Jurnal Ilmu Tanah Tropika*, 27(2), 115–123.
- Gunawan, H., Subhan, M., Barmawai, R., & Wahyudie, I. A. (2022). *Pengaruh suhu terhadap karakteristik cangkang kerang dara*. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*.
- Gunawan, H., Suryani, D., & Prasetyo, R. (2022). Analisis pengelolaan limbah cangkang kerang di kawasan pesisir. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 45–54.
- Handayani, W., Sitorus, S. R., & Harahap, F. (2023). Characterization of calcium carbonate from marine shell waste for agricultural lime. *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(2), 77–85.
- Hardjowigeno, S. (2015). *Ilmu tanah*. Akademika Pressindo.
- Kusumaningrum, D., Astuti, R., & Purnamasari, W. (2021). The role of blood cockle (*Anadara granosa*) in coastal aquaculture systems in Indonesia. *Aquaculture Research and Development*, 13(4), 255–263.

Bimas Prayogi & Indah Apriliya, Potensi Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Amelioran Tanah Marginal di Indonesia: Sebuah Narrative Review

- Napitupulu, H. D., Silalahi, R., & Tamba, E. (2021). Assessment of liming material distribution and cost in rural agricultural systems. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, 10(3), 189–198.
- Nasution, A. F., et al. (2020). *Application of mollusk shell powder for soil amelioration*. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*.
- Nurhidayah, T., Mulyani, S., & Yusuf, A. (2020). Coastal waste management: A case study of shellfish waste in Java Island. *Indonesian Journal of Marine and Fisheries*, 8(2), 112–121.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. (2020). *Peta sebaran tanah masam di Indonesia*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Putri, D. A., Suprpto, H., & Rahman, A. (2023). Application of clam shell powder as ameliorant to improve soil chemical properties and rice yield. *Jurnal Pertanian Lestari*, 15(1), 33–41.
- Rahmadani, R., Subagio, D., & Wulandari, S. (2021). Valorization of marine shell waste as a potential agricultural input. *Marine Waste Management Journal*, 9(1), 22–29.
- Romadona, A., Rahayu, R., & Hartono, D. (2017). Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah sebagai bahan baku alternatif pupuk organik mineral. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 55–63.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2019). *Ilmu kesuburan tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sanchez, P. A. (2019). *Properties and management of soils in the tropics* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Sari, M., Arifin, M., & Fauziah, E. (2022). Waste-to-resource approach in shell-based fertilizer production: A circular economy perspective. *Journal of Environmental Management*, 301, 113–124. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113124>
- Sartika, N., Widodo, S., & Haryanti, N. (2022). Analisis produksi dan distribusi kerang darah di Indonesia. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 28(3), 190–199.
- Sartika, T., Sepani, U., Putri, S. A., & Apriyanti, Y. (2022). *Stabilisasi tanah gambut dengan bahan lokal. Potensi: Jurnal Teknik Sipil Politeknik*, 5(2), 77–83. <https://doi.org/10.21009/potensi.2022.05207>
- Setiawan, B., Hermanto, S. R., & Studi, P. (2021). *Aplikasi biochar sekam padi untuk memperbaiki tanah gambut*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*.
- Setiawan, D., Prasetyo, M., & Widodo, R. (2021). Penggunaan limbah perikanan dalam perbaikan tanah marginal. *Jurnal Agroekoteknologi Indonesia*, 9(3), 134–142.
- Sinurat, E., Dewi, F. R., Fransiska, D., & Nurbayasari, R. (2022). *Synthesis and characterization of hydroxyapatite from seashell*. *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*.
- Sinurat, J., Manurung, R., & Nainggolan, P. (2022). Characterization of blood cockle shells for calcium carbonate recovery. *Indonesian Journal of Applied Chemistry*, 8(2), 102–110.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Subowo, G. (2020). Pengelolaan tanah masam untuk pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(1), 11–22.
- Syamsuddin, R., & Rahmawati, N. (2020). *Kajian limbah cangkang kerang sebagai bahan amelioran di lahan gambut*. *Jurnal Agrotek*, 11(2), 145–152.
- Ustuchri, I., Gunarti, A. S., Nuryati, S., Yulius, E., & Prihesnanto, F. (2023). *Pemanfaatan abu serbuk kayu untuk stabilisasi tanah*. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil*.
- Ustuchri, M., Fadilah, N., & Puspitasari, R. (2023). Evaluasi efektivitas kapur alami dari limbah perikanan terhadap pH tanah ultisol. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(1), 21–29.
- Yuliana, S., et al. (2021). *Effect of seashell powder on acidic soil*. *Journal of Agricultural Sciences*.