

TINJAUAN ALIH-TEMPAT KELOMPOK OFIOLIT DI DAERAH CILETUH, JAWA BARAT

Yoga Andriana Sendjaja¹⁾ & Cecep Y Sunarie²⁾

¹⁾ Laboratorium Sedimentologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²⁾ Laboratorium Petrologi dan Mineralogi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Ophiolite outcrops offers a unique opportunity to learn directly oceanic lithosphere, as ophiolite represents one of the few outcrops of rock that body can not be reached. Ophiolite is interpreted in the context of plate tectonics, as part of the oceanic lithosphere thrust into the continent during the first phase of orogenesis. Many geologists believe that the definition of ophiolite according to Penrose Field Conference in 1972, which is a typical sequence of rocks composed of, starting from the bottom: the complex ultramafic, gabbro complex, complex sheeted mafic dikes, complex mafic-volcanic and sedimentary pelagos. Ophiolite sequence may be incomplete, torn or termetamorfisme. Group ophiolite in area Ciletuh is an assemblage of mafic rocks (basalt, gabbro and ultramafic (peridotite, serpentinite), which is closely associated with the sedimentary-volcanic and metamorphic rocks. Generally ofiolitnya a sequence ophiolite very incomplete, and the mechanism of the transferor-tempatannya (emplacement) can be equated with ophiolite "Cordilleran", which is rather a ophiolite (ocean floor, which did not contain fragments of the continent) above the subduction complex.

Keywords: peridotite, gabbro, basalt, ophiolite, instead of a place, ophiolite "Cordilleran".

ABSTRAK

Singkapan ofiolit menawarkan kesempatan unik untuk mempelajari secara langsung litosfer samudera, karena ofiolit mewakili salah satu dari beberapa singkapan tubuh batuan lain yang tidak dapat dijangkau. Ofiolit diinterpretasikan dalam konteks tektonik lempeng, sebagai bagian dari litosfer samudera *thrust* kedalam benua selama fase pertama dari orogenesis. Banyak ahli geologi percaya bahwa definisi ofiolit sesuai dengan *Penrose Field Conference* pada tahun 1972, yakni sebagai sikuen khas dari batuan terdiri dari, mulai dari dasar: kompleks ultramafik, kompleks gabro, kompleks retas *sheeted* mafik, kompleks mafik-vulkanik dan sedimen pelagos. Sikuen ofiolit mungkin tidak lengkap, terkoyak-koyak atau termetamorfisme. Kelompok ofiolit di daerah Ciletuh merupakan himpunan batuan mafik (basalt, gabro dan ultramafik (peridotit, serpentinit), yang berasosiasi erat dengan batuan sedimen-vulkanik dan batuan metamorf. Secara umum ofiolitnya merupakan sikuen ofiolit sangat tidak lengkap, dan mekanisme pengalih-tempatannya (*emplacement*) dapat di samakan dengan Ofiolit "Cordilleran", yakni alih-tempat ofiolit (lantai samudera, yang tidak mengandung fragmen benua) di atas kompleks subduksi.

Kata kunci: Peridotit, gabro, basalt, ofiolit, alih-tempat, ofiolit "Cordilleran".

PENDAHULUAN

Istilah "*ophiolite*" berasal dari kata Yunani (*Greek*) "*οφις*" (*ophis*) yang berarti ular (*snake*) dan "*λιθος*" (*lithos*) yang berarti batu (*rock*). Pada tahun 1813, untuk pertama kalinya istilah "*ophiolites*" digunakan oleh ahli mineralogi Perancis, Alexandre Brongniart untuk mendefinisikan kerabat mafik dan ultramafik yang terjadi di Apennines (Dilek, 2003).

Ofiolit mewakili keratan litosfer samudera purba yang obduksi ke kerak benua atau kerak samudera (Bodinier dan Godard, 2003). Tersebar luas di seluruh dunia, ofiolit dapat ditemukan di semua jalur kolisi. Seba-

gian besar ofiolit menunjukkan variasi serupa dalam sikuen struktural dan litologinya dan biasanya sangat terkoyak-koyak dan terdeformasi akibat tektonik (Coleman, 1977). Ofiolit yang terawetkan dengan baik memberikan singkapan tiga dimensi dan hubungan umur untuk mempelajari sifat tektonik ekstensional dan konstruksi magmatik di kerak samudera (Dilek, dkk., 2000).

Studi batuan ofiolit memberikan kontribusi yang signifikan bagi pemahaman tentang sejarah Bumi karena ofiolit memberikan bukti struktural, petrologi, geokimia dan geokronologi penting yang mendokumentasikan evolusi lingkungan benua dan samudra

purba (Dilek, 2003). Namun, telah menjadi semakin dikenali bahwa ofiolit memiliki berbagai asal (Dilek, dkk., 2000), yakni asal punggung pemekaran cepat (ofiolit lengkap seperti Kompleks ofiolit Troodos); punggung pemekaran lambat (sikuen ofiolit tidak lengkap); lingkungan busur kepulauan (di mana sikuen ofiolit dite-robos oleh retas mafik dan tubuh intrusi); dan *hot spot* ("*plume*") dengan sikuen batuan mafik dan ultramafik yang tebal (Moores, 2002), dan asal mantel dalam (Ernst dan Buchan, 2003). Masa depan studi ofiolit sangat penting untuk menemukan cara-cara membatasi jalur tekanan -temperatur - waktu batuan mafik dan ultramafik untuk menentukan pemodelan geologi struktur kerak samudera yang lebih baik (Dilek, dkk., 2000).

Banyak ahli geologi percaya bahwa ofiolit, secara tepat didefinisikan oleh Bailey dan Blake (1973), dan laporan *Penrose Field Conference* Tahun 1972 (Anonymous, 1972) yaitu sebagai sukseksi spesifik batuan beku ultramafik dan mafik secara teratur dengan dicirikan selubung sedimen pelagos, tersingkap di darat sebagai jalur linear, dan menunjukkan pertemuan tiga lempeng di masa lalu.

Di daerah Ciletuh Jawa Barat, istilah "ofiolit" telah digunakan oleh beberapa peneliti untuk menyertakan berbagai kumpulan batuan, walaupun tidak memenuhi syarat untuk definisi yang diterima saat ini. Hutchison (1975) adalah peneliti yang pertama kali menamakan ofiolit di daerah Ciletuh (dinamakan sebagai Jalur Teluk Ciletuh-Loh Ulo) untuk kumpulan batuan yang diteliti oleh van Bemmelen (1949) berupa batuan metabasa dan ultrabasa yang terdapat dalam sekis klorit dan filit, yang ditindih tidak selaras oleh batupasir arenit berumur Eosen. Selanjutnya, Thayyib dkk., (1977), menyebutnya sebagai Kelompok Ofiolit, (dinamakan *ophiolitic assemblage* oleh Schiller, dkk., 1991; atau *ophiolitic rocks* menurut Garrard dkk., 1990); untuk kumpulan batuan Pra-Tersier yang tersingkap secara

luas di daerah Ciletuh yang batuanannya terdiri dari peridotit, gabro dan basalt.

Makalah ini menyangkut keterdapatan ofiolit di wilayah Ciletuh, Jawa Barat yang sebelumnya dikenali oleh Hutchison (1975); Sukamto (1975), Thayyib dkk., (1977); Garrard dkk., 1990; Schiller dkk., 1991); Dardji (1997); Parkinson (1998); Si-regar dkk., (1999) dan Munasri dkk., (2000), dimana asalnya ditafsirkan beragam. Tujuan makalah ini adalah untuk menggambarkan secara singkat litologi, distribusi dan makna ofiolit di daerah Ciletuh serta kemungkinan alih-tempatnya (*emplacement*).

Konsep Ofiolit

Ofiolit adalah istilah yang pertama kali diterapkan di Mediterania dan khususnya Alpine oleh Alexandre Brongniart (1813) untuk batuan basa dan ultrabasa, *hypabyssal* plutonik dan vulkanik yang berubah dalam berbagai tingkatan. Sinonimnya adalah *Greenstone*, *roches vertes*, dan *Pietri verdi*. Menurut Steinmann (1927), secara khas ofiolit tidak-termetamorfisme terdiri dari serpentin ditindih oleh gabro yang berturut-turut ditindih oleh diabas dan spilite. Aubouin (1965) mendefinisikan kerabat ofiolit secara lebih rinci, yaitu (1) batuan berbutir halus: basalt, spilite dan lava bantal; (2) batuan berbutir menengah: dolerit; dan (3) batuan berbutir kasar: peridotit, piroksenit, *pyroxenoperidotites* (sering berubah menjadi serpentin), gabro, diorit, dan diorit kuarsa. Untuk jenis batuan tersebut Trumphy (1960) menambahkan tuf, dan berbagai metamorf turunannya seperti *prasinite* (sekis berbasis klorit) *ovardite* (sekis berbasis calcic) dan lainnya "*greenstones*".

Ofiolit batuanannya biasanya tersusun oleh peridotit atau serpentin di bagian dasar dan basalt atau diabas di bagian atasnya (Steinmann, 1927; Aubouin, 1965). Basalt dan dolerit membentuk *shell* yang sempurna melingkupi batuan berbutir kasar (Aubouin, 1965). Sedangkan gabro dan diabas mengintrusi peridotit, dan

diabas menerobos gabro (Steinmann, 1927; Vuagnat, 1963). Selain itu, ofiolit umumnya terkait dengan sedimen laut dalam seperti rijang radiolaria, ba-tugamping berbutir halus, dan argillit; yaitu asosiasi serpentin-spilit-rijang yang kemudian dikenal sebagai *Steinmann Trinity* (Bailey dan McC-allien 1953; Hess, 1955).

Di Alpen Barat ofiolit, dengan atau tanpa terkait rijang, biasanya *emplaced* di *Schistes* mengkilap yakni: sedimen *eugeosynclinal* Mesozoikum termeta-morfisme yang ditandai oleh sekis serisit karbonatan, *slate* tidak karbonatan dan sekis, marmar mika-an dan kwarsit mikaan (Trumpy, 1960). Metamorfisme mungkin terjadi selama orogen Alpine di waktu Oligosen dan Miosen awal. Kontak antara *Schistes* mengkilap dan ofiolit secara khas tersesarkan. Dalam ulasan ofiolit Alpen Barat, Grisons, dan Appenines, Vuagnat (1963) mencatat bahwa (a) peridotit sebagian besar terserpentinisasi, gabro *saussuritized*, dan basalt terkloritisasi dan umumnya *spilitic*, (b) gabro secara khas ditandai variasi dalam ukuran butirnya yang mungkin menunjukkan kandungan volatil yang tinggi, dan (c) tidak ada metamorfisme termal di kontak ofiolit.

Definisi yang tepat dari ofiolit telah menjadi subyek kontroversi selama bertahun-tahun. Selama *Penrose Field Conference* pada tahun 1972, istilah "ofiolit" didefinisikan sebagai sikuen khas dari batuan terdiri dari, mulai dari dasar: kompleks ultramafik, kompleks gabro, kompleks retas *sheeted* mafik, kompleks mafik-vulkanik dan sedimen pelagos. Sikuen ofiolit mungkin tidak lengkap, terpotong-potong atau termetamorfisme (Anonymous, 1972).

Ofiolit memainkan peran penting dalam perumusan teori tektonik lempeng di awal 1960-an, karena ofiolit diterima secara luas sebagai fragmen sisa dari kerak samudera purba dan mantel atas yang berkembang pada batas lempeng divergen (Dilek dan Newcomb, 2003, dan referensi di dalamnya). Pandangan ofiolit sebagai

analogi kerak samudera di darat dan mantel *peridotitic* terdepleksi terbentuk di punggung tengah samudera berlaku hingga awal 1970-an (Gass, 1968; Bailey dkk., 1970; Moores dan Vine, 1971; Anonymous, 1972; Moores dan Jackson, 1974).

Periode antara 1970-an dan pertengahan 1980-an terlihat pergeseran paradigma dalam konsep ofiolit yang menunjuk ke ofiolit asal magmatik dalam tatanan zona subduksi, dan mengarah ke definisi ofiolit zona *suprasubduction* (Miyashiro, 1973; Pearce dan Cann, 1973; Pearce 1975, 1980; Pearce dkk., 1981, 1984), terutama di dasarkan pada studi geokimia. Hasil pertama studi geokimia modern lava busur belakang (*back-arc*) yang diperoleh dari seri penjelajahan oseanografi terhadap cekungan marjinal Pasifik Barat dan Atlantik Selatan (Gill, 1976; Hawkins, 1976, 1977) merupakan hal yang penting dalam pemahaman geokimia ofiolit selama periode ini.

Setelah perwujudan ofiolit zona *suprasubduction* (SSZ) (Pearce dkk., 1984), fase baru dalam studi ofiolit telah muncul dengan menggunakan metode diskriminasi geokimia yang lebih baik dan maju, serta menggabungkan hasil penelitian tersebut dengan temuan pengerukan dan pemboran sistem cekungan busur di Pasifik Barat dan Atlantik Selatan (Hawkins, 2003; Pearce, 2003, dan referensi di dalamnya). Hal ini terdokumentasikan dengan baik melalui studi geokimia dan isotop di banyak ofiolit sepanjang 1990-an dan dalam beberapa tahun terakhir kebanyakan ofiolit menampilkan karakteristik kimia zona subduksi, menunjukkan magmatik dan asosiasi tektoniknya dengan proses zona subduksi (Laurent dan Hébert, 1989; Pedersen dan Hertogen, 1990; Robinson dan Malpas, 1990; Pedersen dan Furnes, 1991; Furnes dkk., 1992; Stern dan Bloomer, 1992; Bedard dkk., 1998; Shervais 2001; Ishikawa dkk., 2002; Dilek dkk., 2007, 2008).

Kerak SSZ ofiolit ditafsirkan dalam studi tersebut terbentuk melalui pemekaran dasar laut di lingkungan busur (*arc*) - muka busur (*fore-arc*) atau belakang busur (*back-arc*) yang baru jadi (*incipient*). Arsitektur internal dan peningkatan geokimia kerak SSZ ini cenderung untuk menangkap "snapshot" dari berbagai episode pembalikan massa (*upwelling*) asthenosfer dan pelelehan terkait dengan pemekaran dasar laut yang segera diikuti inisiasi subduksi (Dilek dkk., 2008, dan referensi di dalamnya).

Urutan stratigrafi batuan penyusun sikuen ofiolit lengkap relatif telah didefinisikan dengan baik (Anonymous, 1972). Masalah utama dalam menghubungkan ofiolit dengan litosfer samudera adalah bahwa *provenance* ofiolit dari samudera tidaklah pasti. Berbagai model yang diusulkan memberikan kesan ofiolit dapat dikorelasikan dengan kerak samudera yang dewasa dan mantel, jenis kerak cekungan marginal dan mantel, atau kerak samudera belum dewasa, yaitu dari puncak punggung tengah samudera.

Tatanan geologi umum pra-Tersier daerah Ciletuh

Daerah Ciletuh terletak di tepian utama margin Perisai Sunda di sebelah selatan dari busur vulkanik aktif saat ini. Daerah ini mengandung sikuen geologi tertua yang terawetkan di Jawa Barat, dan dinamakan sebagai Kompleks Ciletuh Pra-Tersier oleh Parkinson, dkk., (1998), atau hanya Massa Pra-Tersier Kecil Terisolasi menurut van Bemmelen (1949).

Kompleks Ciletuh pra-Tersier, tersingkap di sepanjang pantai barat daya ujung Jawa, merupakan himpunan batuan mengandung *inter-thrust slices* ultramafik terserpentinisasi dengan sebatang retas gabro teramfibolitkan, basalt berstruktur bantal, breksi vulkanik, hialoklastit dan batupasir *greywacke* yang berkecenderungan timur laut ± baradaya (Parkinson, dkk., 1998).

Tatanan geologi umum Pra-Tersier daerah Ciletuh terdiri dari tiga jenis batuan utama (Sukamto, 1975), yaitu : a) Formasi Citireum terdiri dari diabas dan basalt berwarna, abu-abu kehijauan, dengan beberapa sienit, andesit dan spilit; sebagian besar berupa aliran lava yang sebagian terbreksikan, secara lokal berstruktur bantal, amygdaloidal, dan berubah secara hidrotermal; b) Batuan metamorfosis, dinamakan sebagai Sekis Pasir Luhur mencakup sekis hijau, sekis mika, sekis amfibolit, filit dan kwarsit; berwarna hijau hijau keabu-abuan, mengandung barik-barik kalsit, kwarsa dan pirit (tidak terlihat di Gunung Badak); dan c) Batuan ultrabasa Gunung Beas sebagai batuan terobosan yang terdiri dari peridotit dan gabro. Peridotit berwarna hijau tua, terbreksikan dan terfoliasi serta sangat terserpentinisasi. Sedangkan gabro, berbutir halus hingga pegmatitik membentuk tubuh-tubuh seperti *stock* dan retas (*dyke*) dalam peridotit.

Meskipun tidak ada pentarikan umur absolut yang telah dilakukan pada ke tiga jenis batuan utama tersebut, akan tetapi diasumsikan berumur Mesozoikum berdasarkan asumsi stratigrafi (Sukamto, 1975; Garrard dkk., 1990; Schiller dkk., 1991) atau berumur Pra-Tersier menurut Van Bemmelen (1949) dan Thayyib dkk., (1977).

METODE PENELITIAN

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup pengumpulan dan penelahan data sekunder, dan studi lapangan untuk mengetahui keterdapatan sikuen ofiolit di daerah Ciletuh Jawa Barat.

Pengumpulan dan penelahan data sekunder dilakukan terhadap berbagai pustaka tentang ofiolit dan hasil penelitian geologi sebelumnya, baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan oleh institusi pemerintah maupun perguruan tinggi. Penelitian utama sebelumnya tercantum dalam daftar pustaka.

Studi lapangan dilakukan oleh penulis dengan melakukan peninjauan ke lapangan pada beberapa lokasi singkapan kelompok ofiolit daerah Ciletuh, di sekitar Gunung Badak dan pantai Teluk Ciletuh.

Hasil penelaahan pustaka dan penelitian-penelitian sebelumnya, serta studi lapangan disintesis untuk mencoba membuat suatu dugaan tafsiran mengenai alih-tempat ofiolit.

HASIL PEMBAHASAN

Ofiolit Daerah Ciletuh

Singkapan batuan Pra-Tersier di Ciletuh terdapat pada empat daerah utama, yaitu; Gunung Badak, Gunung Beas, Ujung Sodong Barat dan Ombak Tujuh (Schiller, dkk., 1991). Batuan-batuan dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu ofiolit, sedimen dan batuan metamorf. Kelompok Ofiolit terdiri dari peridotit, gabro dan lava basaltik berstruktur bantal. Kelompok Batuan Sedimennya terdiri dari *graywacke*, batugamping, serpih merah dan riang; sedangkan Kelompok Batuan Metamorf terdiri dari serpentinit, filit dan sekis biru/glaukofan (Thayyib dkk., 1977).

Singkapan Kelompok Ofiolit tersebar baik di bagian utara maupun di tengah daerah Ciletuh. Singkapan terbesar terdapat di bagian tengah, tersebar di sekitar Gunung Beas, Tegal Pamidangan Timur sampai Tegal Butak, Tegal Pamakanan, hulu Sungai Cikopek, di Sepanjang aliran Sungai Cikepuh, dan Tegal Sabuk serta ke arah barat hingga pantai laut (Sodong Barat). Singkapan-singkapan yang relatif kecil dijumpai di Gunung Badak, Tegal Cicalung dan sekitarnya (Thayyib dkk., 1977; Noeradi, 1997). Di bagian tengah yaitu Gunung Beas, Tegal Pamidangan Timur, Tegal Butak, Tegal Pamakanan, Tegal Cicalung, Tegal Nyomplong dan Tegal Sabuk, Kelompok Ofiolit yang terutama terdiri dari batuan peridotit dan gabro, tersingkap luas dengan kenampakannya berupa puncak-puncak bukit terdapat di tengah-tengah sing-

kapan Formasi Ciletuh (Ketner dkk., 1976; Thayyib dkk., 1977). Sedangkan di bagian utara yaitu Gunung Badak, Kelompok Ofiolit yang didominasi basalt, serpentinit (peridotit terserpentinisasi) dan gabro, tersingkap relatif kecil berupa perbukitan berpuncak agak membundar dan agak meruncing di lingkupi oleh Formasi Ciletuh (Thayyib dkk., 1977; Munasri dkk., 2000).

Kelompok ofiolit berdasarkan kenampakannya di lapangan terdapat dalam dua bentuk; yakni sebagai keping memanjang yang menyisip dalam batuan batuan sedimen Formasi Ciletuh dengan tebal antara 25-100 meter dan panjang hingga 3 km, dan sebagai bongkah-bongkah berukuran beberapa meter di dalam Formasi Ciletuh (Noeradi, 1997). Batuan penyusunnya terdiri dari peridotit, gabro, basalt berstruktur bantal dan serpentinit yang berhubungan dengan batuan metamorf sekis hijau, sekis mika, sekis amfibolit, filit dan kwarsit (Schiller dkk., 1991).

Peridotit secara megaskopis berwarna hitam hingga kehijauan-hijau gelap, berukuran sedang-kasar, massif, dan terutama terdiri dari piroksen (diopsid, augit) dan olivin (hampir sebagian atau seluruhnya berubah menjadi serpentin (Thayyib dkk., 1977; Ketner dkk., 1976); seringkali mengalami gejala tektonik sangat kuat, seperti breksiasi, mylonitisasi, gerusan dan serpentinisasi. Serpentinisasi menyebabkan batuan menjadi warnanya lebih terang, dan kristal piroksen biasanya terlihat jelas di batuan lapuk. Di banyak tempat peridotit hampir sepenuhnya dikonversi menjadi serpentinit terfoliasi (Ketner dkk., 1976), dan umumnya dalam tahap pelapukan kimia lanjut. Setempat batuan peridotit seringkali seperti tercampurkan dengan serpentinit yang berwarna hijau tua; dan pada umumnya telah berubah total menjadi serpentinit dan ketebalan batuan-batuan diperkirakan 30-100 meter (Noeradi, 1997; Siregar dkk., 1999; Munasri dkk., 2000). Di beberapa

tempat dijumpai adanya gabro sebagai batuan intrusi dalam peridotit, ataupun sebagai retas seperti yang teramati di Sungai Citisuk dengan lebar lebar ± 30 cm, menerobos batuan peridotit (Thayyib, dkk., 1977; Siregar, dkk., 1988). Selain itu, sering pula didapatkan asbes berwarna putih kotor sebagai pengisi rekahan-rekahan maupun bentuk lensa-lensa yang tidak teratur pada batuan (Thayyib dkk., 1977; Siregar dkk., 1998).

Serpentinit berwarna kehijauan, hijau muda dan hijau tua dengan ukuran butir sedang sampai kasar, memperlihatkan milonitisasi, breksiasi, cermin sesar dan umumnya mudah pecah-pecah dan di beberapa tempat dijumpai berfoliasi dan terlipat kuat (Thayyib dkk., 1977; Siregar, dkk., 1999; Munasri dkk., 2000), serta biasanya ditemukan di dekat kontak sesar. Secara mikroskopis, komposisinya didominasi serpentin dengan rincih kristal olivin, piroksen-orto dan piroksen-klino dan agregat berukuran halus oksida besi; dengan tekstur mesh dan bastit berkembang dengan baik (Ketner dkk., 1976). Batuan ini kemungkinan berasal dari peridotit atau liherzolite ber-piroksen-orto dan priroksen klino (Garrard dkk., 1990) atau diperkirakan sebagai hasil serpentinisasi dunit dan harzburgit, (Munasri dkk., 2000). Seringkali serpentinit ini sangat sulit untuk dikenali, karena karakternya sangat lapuk yang kadang-kadang dicirikan dengan serpihan-serpihan batuan berwarna merah coklat, dan di beberapa tempat singkapannya menunjukkan gejala gerusan, tertanam di dalam lempung *scaly* (Munasri dkk., 2000), atau hadir dalam bentuk keping memanjang yang menyisip dalam batuan sedimen Formasi Ciletuh (Noeradi, 1997).

Gabro berwarna abu-abu gelap, abu-abu tua bertotol-totol putih, umumnya berukuran menengah sampai kasar, di beberapa tempat berukuran sangat kasar hingga pegmatitik dan terbreksikan. Mineraloginya terdiri dari olivin, piroksen

(hypersten) dan plagioklas (Ca-plagioklas) dengan proporsi bervariasi (Ketner dkk., 1976; Siregar, dkk., 1999). Di beberapa tempat seperti Citisuk, Cikopo dan Cikepuh batuan-nya terdapat sebagai batuan terobosan atau retas dalam peridotit (Sukamto, 1975; Thayyib dkk., 1977; Siregar, dkk., 1999; Munasri dkk., 2000), namun dilain tempat seperti di daerah Sodong Barat tidak jelas hubungannya (Siregar, dkk., 1999). Sebagai retas gabro dalam peridotit, mineraloginya terdiri dari plagioklas (oligoklas-labradorit), piroksen (hipersten-diopside), olivin, aktinolit, serpentin, klorit dan mineral opak (Thayyib dkk., 1977; Munasri dkk., 2000). Parkinson dkk. (1998) melaporkan bahwa retas gabro adalah *amphibolitized*.

Basalt secara khas dicirikan oleh struktur bantal, berwarna abu-abu hitam dan berukuran kristal halus-sangat halus, homogen. Mineraloginya terdiri dari amfibol (hornblende), piroksen, plagioklas dan mineral opak (magnetit) (Thayyib dkk., 1977; Siregar, dkk., 1999). Di beberapa tempat batuan basalt ini menunjukkan gejala terbreksikan dan tergeruskan serta menunjukkan gejala ubahan sangat kuat, dengan bagian permukaan batuan-nya berwarna merah. Mineralogi dari basalt terubah terdiri dari plagioklas, piroksen dan himpunan mineral ubahan mencakup aktinolit, klorit, karbonat dan opak (Munasri dkk., 2000).

Penentuan umur yang dilakukan oleh Schiller dkk., (1991) dengan metode K-Ar pada batuan gabro di lokasi Sodong Barat, menunjukkan bahwa kelompok ofiolit tersebut berumur $56 \pm 2,3$ juta tahun (Paleosen). Hal ini menimbulkan kontradiksi dengan peneliti sebelumnya (misalnya, Sukamto, 1975) yang beranggapan bahwa batuan ini berumur Mesozoikum (lebih tua dari 65 juta tahun).

DISKUSI

Ofiolit adalah fragmen litosfer samudera yang telah di alih-tempatkan

(*emplaced*) secara tektonik di darat. Ofiolit lengkap "*Penrose*" meliputi peridotit terektonisasi (*tectonized*), gabro, lembaran intrusiv vertikal dan tipis (*sheeted dikes*), dan basalt bantal (Anonymous, 1972), tetapi idealisasi ini jarang terlihat karena ofiolit tersesarkan dan terfragmentasi selama pengalih-tempatan (*emplacement*) atau karena satu, atau lebih, unitnya tidak pernah dihasilkan. Karena kebanyakan ofiolit sangat tidak lengkap dan jarang memenuhi definisi *Penrose*, Wakabayashi dan Dilek (2003) mengusulkan definisi alternatif yang menangkap lebih baik unsur-unsur penting dari apa yang disebut ofiolit dalam literatur. Ofiolit harus terdiri dari proporsi yang signifikan dari peridotit *harzburgitic* (mantel terdepleksi) dan basalt terbantalkan. Gabro dan *sheeted dikes* mungkin hilang, tapi harus ada terkait sedimen laut dalam. Unit ini harus tersingkap di atas permukaan laut. Definisi ini lebih konsisten dengan penggunaan umum istilah ofiolit daripada definisi *Penrose*.

Pertanyaan tentang pengalih-tempatan batuan ophiolitic ke bagian atas kerak, senantiasa menjadi masalah, seperti halnya di bagian lain dunia. Dua kelompok utama harus dibedakan dalam hal *emplacement*. Kelompok pertama adalah orogenic ophiolites yaitu terranes memanjang yang khas terjadi pada *collisional zones* (misalnya Alpen, Himalaya, Pegunungan Rocky, Appalachian, dll). Meskipun tubuh *ophiolitic* sangat umum, strukturnya sering sangat terpengaruh oleh proses orogen dan banyak sisa-sisa kerak samudera memberikan informasi berkualitas buruk pada fitur skala besar dan variasi dalam petrologi mantel. Kelompok kedua yaitu di beberapa tempat di seluruh dunia *emplacement* ofiolit mengalami proses geodinamika langka dan berumur singkat yang disebut *obduction non-collisional* (Coleman, 1977). Peristiwa ini terjadi pada marjin konvergen ketika kerak benua tersubduksi dalam penenerusanya kerak samudera men-

jadi tertambat/dempet. Penenggelaman kerak benua ke dalam mantel menyebabkan penyumbatan (*jamming*) proses subduksi karena daya apung yang tinggi batuan benua. *Ophiolite nappes* tersebut dapat ditemukan di tempat-tempat seperti Semail dan Wadi Tayin (Oman), Massif du Sud (Kaledonia Baru); Troodos (Siprus) atau Bay of Islands (Newfoundland).

Berdasarkan mekanisme pengalih-tempatan (*emplacement*), Wakabayashi dan Dilek (2003) membedakan empat jenis ofiolit, yaitu: (1) Ofiolit "Tethyan", alih-tempat (*emplaced*) di atas tepi benua pasif, (2) Ofiolit "Cordilleran", alih-tempat di atas kompleks subduksi, (3) ofiolit "interaksi palung-pematang" alih-tempat melalui proses kompleks yang dihasilkan dari interaksi pemekaran pematang dan zona subduksi, dan (4) ofiolit unik Pulau Macquarie, yang tersingkap subaerially sebagai hasil dari perubahan dalam konfigurasi batas lempeng sepanjang sistem pematang tengah-samudera. Jenis dua yang pertama mewakili mayoritas ofiolit, dengan dua jenis kedua terdiri dari proporsi sangat kecil. Ofiolit jenis Tethyan-dan Cordilleran mencerminkan sifat berbeda secara fundamental ranah atau kawasan (*realm*) samudera tersubduksi, dimana ofiolit Tethyan secara relatif mensubduksi samudera sempit sebelum berbenturan (*colliding*) dengan fragmen benua, sedangkan ofiolit Cordilleran umumnya mensubduksi lantai samudera Pasifik, yang tidak mengandung fragmen benua.

Kelompok ofiolit di daerah Ciletuh terdiri dari batuan mafik dan ultramafik mencakup peridotit, gabro dan lava basaltik berstruktur bantal yang berasosiasi dengan batuan sedimen-vulkanik: serpih, graywackes, batugamping, dan rijang (Thayyib dkk., 1977), breksi vulkanik, hialoklastit Parkinson dkk., (1998); dan batuan metamorf: sekis hijau (*greenschist*), sekis biru (*blueschists*) atau *glaucophane schists*), sekis mika (*mica schist*), sekis amfibolit (*amphibolite*)

schist), filit (*phyllite*), kwarsit (*quartzite*) (Sukanto, 1975; Garrard dkk., 1990; Schiller dkk., 1991); *glauco-phane-bearing quartzite*, *epidote amphibolite* dan *crossite±epidote* (Parkinson dkk., 1998). Hubungan di lapangan diantara masing-masing unit litologi utamanya secara keseluruhan tidak jelas (Garrard dkk., 1990; Schiller dkk., 1991), namun beberapa peneliti lainnya beranggapan merupakan kontak tektonik-sesar (misalnya: Thayyib dkk., 1977; Munasri dkk., 2000). Demikian pula, "Kompleks retas intusif sheeted" tidak hadir atau belum pernah di laporkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya; atau dengan kata lain belum dijumpai di lapangan.

Thayyib dkk., (1977) adalah orang pertama yang menyebutkan bahwa himpunan batuan mafik dan ultramafik di daerah Ciletuh sebagai ofiolit (dinamakan sebagai (*ophiolite group*), yang bersama-sama dengan asosiasi batuan lainnya (campur aduk bersama batuan metamorf dan sedimen) ditafsirkan sebagai kompleks melange berumur *pre-middle Eocene*; dan ditindih (secara tidak selaras menurut Thayyib dkk., 1977; atau selaras menurut Soejono, 1984) oleh Formasi Ciletuh berumur Eosen, yakni seri tebal batupasir kwarsa dan konglomerat, mungkin mewakili seri kipas bawah laut (Garrard dkk., 1990).

Secara umum, ofiolit di daerah Ciletuh merupakan sikuen ofiolit sangat tidak lengkap, karena bagian ideal yang lengkap sikuen ofiolitnya tidak dijumpai atau tidak berkembang, dimana tidak semua anggota kerabat ofiolit atau urutan ofiolit seperti yang didefinisikan oleh *Penrose Conference* (Anonymous, 1972) dijumpai; meskipun masalah ini adalah umum di banyak kejadian *ophiolitic* di dunia, sehingga menyebabkan kontroversi dan kesalahan pemahaman dalam penggunaan istilah ofiolit.

Berdasarkan tatanan geologi regional dan keterdapatannya di lapangan, kelompok ofiolit daerah

Ciletuh berasosiasi dengan batuan metamorf tekanan tinggi (sekis biru) yang merupakan karakteristik zona subduksi, meskipun dua wakil ciri subduksi lainnya yaitu *ultrahigh-pressure (UHP) metamorphic terranes* dan *eclogites*; tidak hadir, atau belum pernah dilaporkan. Asosiasi ini membentuk komponen penting dari *accreting* jalur orogen (misalnya tepi Pasifik) dan *ophiolites* (misalnya San Francisco) (Dilek (2003). Disamping itu, selain sikuen ofiolitnya sangat tidak lengkap dan juga tidak ditemukannya (atau belum di temukan) *tectonites* mantel terutama harzburgit dan dunit dengan tubuh kromit yang signifikan di bagian atas sikuen mantel dan xenoliths tekanan tinggi atau bongkah-bongkah tektonik; maka kelompok ofiolit di daerah Ciletuh mekanisme pengalih-tempatnya (*emplacement*) dapat di samakan dengan Ofiolit "Cordilleran", dari Wakabayashi dan Dilek (2003), yakni alih-tempat ofiolit (lantai samudera, yang tidak mengandung fragmen benua) di atas kompleks subduksi.

Pengalih-tempatan Ofiolit Cordilleran mungkin paling mudah untuk memahaminya, yakni: selama subduksi, keratan kerak samudera yang dibatasi sesar dan beberapa mantel yang mendasarinya, tersingkirkan dari litosfer samudera yang menurun dan dimasukkan ke dalam kompleks subduksi di atasnya yang berkembang pada antarmuka lempeng turun dan menunggang di atas (*over-riding*), membentuk serpentinit matrik *Mélanges* (Gerya dkk., 2002). Kompleks subduksi dapat terjadi hingga kedalaman yang cukup (paling sedikit 30 km), dan akibatnya bagian kerak samudera yang terkait dengan peridotit akan mengkristal kembali membentuk batuan metamorfik tekanan tinggi seperti sekis biru (*blueschists*) dan eklogit (*eclogites*). Blok-blok batuan metamorf tekanan tinggi/suhu rendah terkait-subduksi, (terutama sekis biru) umum dalam asosiasi kelompok ofiolit di daerah Ciletuh

(Thayyib dkk., 1977; Sukamto, 1975).

KESIMPULAN

Kelompok ofiolit di daerah Ciletuh terdiri dari batuan mafik dan ultramafik mencakup peridotit, gabro dan lava basaltik berstruktur bantal yang berasosiasi dengan batuan sedimen-vulkanik dan batuan metamorf. Kompleks retas intusif *sheeted, ultrahigh-pressure (UHP) metamorphic terranes* dan eklogit tidak hadir atau belum pernah di laporkan sebelumnya.; dengan kata lain belum pernah dijumpai di lapangan.

Secara umum, kelompok ofiolit di daerah Ciletuh merupakan sikuen ofiolit sangat tidak lengkap. Kelompok ofiolit di daerah Ciletuh mekanisme pengalih-tempatnya dapat disamakan dengan Ofiolit jenis "Cordilleran".

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan Fakultas Teknik Geologi (FTG), Universitas Padjadjaran yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penelitian kepada kami dengan dana Hibah Penelitian Kompetitif Geologi, Tahun Anggaran 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Aubouin, J., 1965. *Geosynclines: Developments in Geotectonics*, vol. 1. Elsevier, Amsterdam. 355 pp.
- Anonymous, 1972. Penrose Field Conference on ophiolites. *Geotimes*, 17, 24-25.
- Brongniart, A., 1813, Essai de classification minéralogique des roches mélanges: *Journal des Mines*, v. XXXIV, p. 190-199.
- Brongniart, A., 1821, Sur le gisement ou position relative des ophiolites, euphotides, jaspes, etc. dans quelques parties des Apennins: *Annales des Mines, Paris*, v. 6, p. 177-238.
- Bailey, E.H., Blake, M.C., Jones, D.L., 1970. On-land Mesozoic oceanic crust in California Coast Ranges. Geological Survey Research, 1970, U.S. Geological Survey Professional Paper 700-C, pp. C70-C81
- Bailey, E. H., & M. C. Blake Jr., Major chemical characteristics of Mesozoic Coast Range ophiolite in California, *J. Res. U. S. Geol. Surv.*, 2(6), 637±656, 1974.
- Bailey and McCallien, 1953; Serpentine lavas, the Ankara mélange and the Anatolian thrust. *Royal Society of Edinburgh* 62, 403-42
- Bedard dkk., 1998; Bédard, J.H., Lauziere, K., Tremblay, A., Sangster, A., 1998. Evidence for forearc seafloor spreading from the Betts Cove ophiolite, Newfoundland: oceanic crust of boninitic affinity. *Tectonophysics* 284, 233-245.
- Bodinier, J.-L., Godard, M., 2003. Orogenic, ophiolitic, and abyssal peridotites. Treatise on Geochemistry. In: Carlson, R.W. (Ed.), *Mantle and Core. Treatise on Geochemistry*, vol. 2. Elsevier Science Ltd., pp. 103-170.
- Coleman, R. G., 1977. *Ophiolites*. Springer-Verlag, New York, 229 p.
- Dilek, Y., Newcomb, S. (Eds.), 2003. Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought: *Geological Society of America Special Paper*, vol. 373, p. 504.
- Dilek, Y., Moores, E.M., Elthon, D., and Nicolas, A., editors, 2000, Ophiolites and oceanic crust: New insights from field studies and the Ocean Drilling Program: Boulder, Colorado, *Geological Society of America Special Paper* 349, 552 p.
- Dilek, Y., 2003. Ophiolite concept and its evolution. In: Dilek, Y., Newcomb, S. (Eds.), Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought, vol. 373. *Geological Soc. of America*, pp. 1-16. *Special Paper*.
- Dilek, Y., Furnes, H., Shallo, M., 2007. *Suprasubduction zone ophiolite formation along the periphery of Mesozoic Gondwana*. Gondwana Research.
- Dilek, Y., Furnes, H., Shallo, M., 2008. *Geochemistry of the Jurassic Mir-*

- dita Ophiolite (Albania) and the MORB to SSZ evolution of a marginal basin oceanic crust. Lithos* 100, 174–209.
- Duyfjes, J., 1941. *Unpublish data and 1941 manuscript report on the Ciletuh Area*, in Files of Geological Survey of Indonesia, Bandung.
- Ernst, R.E., Buchan, K.L., 2003. Recognizing mantle plumes in the geological record. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 31, 469–523.
- Furnes, H., Pedersen, R.B., Hertogen, J., Albrektsen, B.A., 1992. *Magma development of the Leka Ophiolite Complex, central Norwegian Caledonides. Lithos* 27, 259–277.
- Garrard, R.A., D.M. Schiller, C.T. Siemers and J.T. Gorsel, 1990. *Guidebook to IPA Post Convention South-West Java Geological Field-trip, Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 86p.*
- Gass, I.G., 1968. Is the Troodos massif of Cyprus a fragment of Mesozoic ocean floor? *Nature* 220, 39–42.
- Gerya, T.V. and B. Stöckhert, 2002. Exhumation rates of high pressure metamorphic rocks in subduction channels: The effect of Rheology. *Tectonophysics, Vol. 21, No. 6, 1056,*
- Gill, J.B., 1976. Comparison and age of Lau Basin and Ridge volcanic rocks: implications for evolution of an interarc basin and remnant arc. *Geological Society of America Bulletin* 87, 1384–1395.
- Hawkins, J.W., 1976. Petrology and geochemistry of basaltic rocks of the Lau Basin. *Earth and Planetary Science Letters* 28, 283–297.
- Hawkins, J.W., 1977. Petrological and geochemical characteristics of marginal basin basalts. In: Talwani, M., Pitman III, W.C. (Eds.), *Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back Arc Basins*, vol.1. *American Geophysical Union, Washington, D.C., pp. 355–365.*
- Hawkins, 2003; Hawkins, J.W., 2003. Geology of suprasubduction zones-implications for the origin of ophiolites. In: Dilek, Y., Newcomb, S. (Eds.), *Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought: Geological Society of America Special Paper, vol. 373, pp. 227–268.*
- Hess, H.H., 1955. Serpentine, orogeny, and epeirogeny: *Geol. Soc. America Spec. Paper* 62, p. 391–408.
- Hutchison, C.S. 1975. Ophiolite in Southeast Asia. *GSA Bulletin*; 86, no. 6; 797–806.
- Ishikawa, T., Nagaishi, K., Umino, S., 2002. Boninitic volcanism in the Oman ophiolite: implications for thermal conditions during transition from spreading ridge to arc. *Geology* 30, 899–902.
- Ketner, K.B., Kastowo, Modjo, S., Naeser, C.W., Obradovich, J.D., Robinson, K., Suptandar, T., and Wikarno, 1976, Pre-Eocene rocks of Java, Indonesia, *Journal of Research, United State Geological Survey, 14, 605–614.*
- Laurent, R., Hébert, R., 1989. The volcanic and intrusive rocks of the Quebec Appalachian ophiolites (Canada) and their island-arc setting. *Chemical Geology* 77, 287–302.
- Miyashiro, A., 1973. The Troodos ophiolite was probably formed in an island arc. *Earth and Planetary Science Letters* 19, 218–224.
- Moores, E.M., Vine, F.J., 1971. The Troodos massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications. *Royal Society of London, Philosophical Transactions, Serie A* 268, 443–466.
- Moores, E.M., Jackson, E.D., 1974. Ophiolites and oceanic crust. *Nature* 250, 136–139.
- Moores, E.M., 1982. Origin and emplacement of ophiolites. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 20, 735–760.
- Munasri, Safei Siregar, Haryadi Permana, Siti Djoehanah, Dedi Mulyadi, Dedi Rahayu dan Nyanjang, 2000. *Karakteristik Melange di Da-*

- erah Ciletuh, Jawa Barat dan Studi Deformasi Batuan Ophiolit. Laporan Penelitian Tolok Ukur 01.6520: Uji Coba Perangkat Konstruksi, Puslitbang Geoteknologi-LIPI, tidak diterbitkan, hal. 8-18.
- Noeradi, D. (1997), Evolusi Cekungan Paleogen di Daerah Ciletuh, Jawa Barat Selatan, *Buletin Geologi*, vol. 27, no. 1/3, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung, pp. 27 - 42.
- Pearce, J.A., Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters* 19, 290-300.
- Parkinson, C.D. Miyazaki, K. Wakita, K. Barber, A.J. & Carswell, D.A. 1998. An overview and tectonic synthesis of the pre-Tertiary very-high-pressure metamorphic and associated rocks of Java, Sulawesi and Kalimantan, Indonesia. *Island Arc*, 7, 184-200.
- Pearce, J.A., 1975. Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics* 25, 41-67.
- Pearce, J.A., 1980. Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan ophiolites. In: Panayiotou, A. (Ed.), *Ophiolites: Proceedings, International Ophiolite Symposium, 1979. Geol. Survey Department, Nicosia, Cyprus*, pp. 261-272.
- Pearce, J.A., Alabaster, T., Shelton, A.W., Searle, M.P., 1981. *The Oman ophiolite as a Cretaceous arc-basin complex: evidence and implications*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A 300, 299-317.
- Pearce, J.A., Lippard, S.S., Roberts, S., 1984. Characteristics and tectonic significance of suprasubduction zone ophiolites. In: Kokelaar, B.P., Howells, M.F. (Eds.), *Marginal Basin Geology. Volcanic and Associated Sedimentary and Tectonic Processes in Modern and Ancient Marginal Basins: Geological Society of London Special Publication, vol.16*, pp. 77-94.
- Pearce, J.A., 2003. Supra-subduction zone ophiolites: the search for modern analogues. In: Dilek, Y., Newcomb, S. (Eds.), *Ophiolite Concept and the Evolution of Geological Thought: Geological Society of America Special Paper, vol. 373*, pp. 269-293.
- Pedersen, R.B., Hertogen, J., 1990. Magmatic evolution of the Karmøy Ophiolite Complex, SW Norway: relationships between MORB-IAT-boninitic-calc-alkaline and alkaline magmatism. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 104, 227-293.
- Pedersen, R.B., Furnes, H., 1991. Geology, magmatic affinity and geotectonic environment of some Caledonian ophiolites in Norway. *Journal of Geodynamics* 13, 183-203.
- Robinson, P.T., Malpas, J., 1990. The Troodos ophiolite of Cyprus: new perspectives on its origin and emplacement. In: Malpas, J., Moores, E.M., Panayiotou, A., Xenophontos, C. (Eds.), *Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceedings of the Symposium "Troodos 1987". The Geological Survey Department, Nicosia, Cyprus*, pp. 13-26.
- Shervais, J.W., 2001. Birth, death, and resurrection: the life cycle of suprasubduction zone ophiolites. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 2, Paper Number 2000GC000080.
- Schiller, D. M., Garrard, R. A., and Prasetyo, L., 1991. Eocene Submarine Fan Sedimentation In Southwest Java, *Proc. 20th Ann. Conv. IPA*, pp. 125 - 181.
- Siregar, S., Munasri dan Eddy Gafar, 1999. *Hubungan Batuan Ultramafik-vulkanik dengan Formasi Ciletuh di Daerah Sukabumi Selatan, Jawa Barat*. Laporan Penelitian Tolok Ukur 01.6324: Penelitian Bencana Alam, Puslitbang Geoteknologi-LIPI, tidak diterbitkan, hal. 7-19.

- Steinmann, G., 1927. Der ophiolitischen Zonen in der mediterranen Kettengebirgen. *14th International Geological Congress in Madrid, vol. 2, pp. 638–667.*
- Stern, R.J., Bloomer, S.H., 1992. Subduction zone infancy: examples from the Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California arcs. *Bulletin of the Geological Society of America 104, 1621–1636.*
- Sukanto, R.A.B., 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa, (peta 9 XIV A, 9 XIV B) skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Geologi Indonesia.
- Thayyib, E. S., Said, E.L., Siswoyo, and Priyosumarso, S., 1977. The Status of The Melange Complex in Ciletuh Area, Southwest Java, Proc. 6th Ann. Conv. IPA, pp. 241 – 253.
- Van Bemmelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*, government printing office The Hague, p. 732.
- Verbeek, R.D.M. & Fennema, R. 1896. *Geologische beschrijving van Java en Madoera*. J. G. Stemler Cz, Amsterdam.
- Vuagnat, M., 1963, Remarques sur la trilogie serpentinites-gabbros-dibasés dans le bassin de la Méditerranée occidentale: *Geologische Rundschau, v. 53, p. 336–357.*
- Wakabayashi, J., and Dilek, Y., 2003. What constitutes 'emplacement' of an ophiolite?: Mechanisms and relationship to subduction initiation and formation of metamorphic soles. In: Dilek, Y., Robinson, P.T. (Eds.), *Ophiolites in Earth History*, 218. *Geological Society, London, pp. 427–448. Special Publication.*