



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : SENTRA KI UNNES  
Gedung Prof. Retno Sriningsih Satmoko,  
Kampus UNNES Sekaran,  
Gunungpati

Untuk Invensi dengan Judul : ALAT PIROLISIS BERBANTU GELOMBANG MIKRO UNTUK PEMBUATAN ARANG HAYATI

Inventor : Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.  
Haniif Prasetiawan, S.T., M.Eng.  
Ahmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc

Tanggal Penerimaan : 10 Februari 2020

Nomor Paten : IDS000004358

Tanggal Pemberian : 08 November 2021

Pelindungan Paten Sederhana untuk invensi tersebut diberikan untuk selama tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan .

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b.

Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan  
Rahasia Dagang



Drs. YASMON, M.L.S.  
NIP. 196805201994031002



(11) IDS000004358 B

(19) DIREKTORAT JENDERAL  
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(45) 08 November 2021

(51) Klasifikasi IPC<sup>8</sup> : C 10B 47/00(202101)

(21) No. Permohonan Paten : S00202001156

(22) Tanggal Penerimaan: 10 Februari 2020

(30) Data Prioritas :

(31) Nomor

(32) Tanggal

(33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 03 Mei 2021

(56) Dokumen Perbandingan:  
WO2010001137A2  
US9505991B2

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :  
SENTRA KI UNNES  
Gedung Prof. Retno Sriningsih Satmoko,  
Kampus UNNES Sekaran,  
Gunungpati

(72) Nama Inventor :

Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T., ID  
Haniif Prasetiawan, S.T., M.Eng., ID  
Ahmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc., ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Rani Nuradi, S.Si.

Jumlah Klaim : 1

(54) Judul Invensi : ALAT PIROLISIS BERBANTU GELOMBANG MIKRO UNTUK PEMBUATAN ARANG HAYATI

(57) Abstrak :

Suatu alat pirolisis berbantu gelombang mikro dengan memodifikasi oven *microwave* telah dapat dirancang untuk pembuatan arang hayati melalui proses pirolisis. Alat invensi ini memiliki keunggulan dapat dioperasikan hingga suhu 1000°C dan mampu mencapai suhu pirolisis dalam waktu yang singkat. Alat invensi ini terdiri dari suatu oven *microwave* termomodifikasi, reaktor pirolisis, pendingin dan alat pemantau suhu.



## Deskripsi

### ALAT PIROLISIS BERBANTU GELOMBANG MIKRO UNTUK PEMBUATAN ARANG HAYATI

#### 5 Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan suatu alat untuk pembuatan arang hayati, lebih khusus lagi, invensi ini berhubungan dengan alat pembuatan arang hayati dari biomassa menggunakan proses pirolisis berbantu gelombang mikro.

#### Latar Belakang Invensi

Biomassa dapat dimanfaatkan menjadi bioenergi melalui pembakaran langsung, konversi termokimiawi atau konversi biokimiawi (Anwar dkk, 2014). Konversi termokimia banyak digunakan untuk mendekomposisi biomassa menjadi bioenergi. Melalui metode ini, dekomposisi biomassa dilakukan melalui proses pirolisis atau gasifikasi. Pirolisis adalah dekomposisi termal tanpa adanya udara, sedangkan pada proses gasifikasi, dekomposisi dilakukan dengan adanya sedikit udara. Pirolisis dapat dikategorikan menjadi pirolisis lambat, cepat dan kilat (Jahirul dkk, 2012). Pirolisis lambat dilakukan pada suhu 300-700°C dengan waktu tinggal 7,5 menit, dan dihasilkan produk dengan komposisi *bio-oil*, arang, dan gas sebanyak 30%, 35%, dan 35%. Pirolisis cepat dijalankan pada suhu 600-1000°C dengan waktu tinggal 10 menit dan dihasilkan produk *bio-oil*, arang, dan gas sebanyak 50%, 20%, dan 30%. Pirolisis kilat dilakukan pada suhu 800-1000°C dengan waktu tinggal kurang dari 0,5 detik dan dihasilkan produk *bio-oil*, arang, dan gas sebanyak 75%, 12%, dan 13%.



Invensi mengenai arang hayati ini telah banyak dilakukan oleh inventor - inventor sebelumnya. Shearer et al. (Patent No. US 20190315662A1) menuliskan invensi mengenai pembuatan arang hayati dari berbagai jenis biomassa secara umum. Suhu pirolisis yang digunakan berada pada rentang antara 300 - 800°C. Jumlah karbon pada arang hayati yang paling banyak diperoleh pada suhu 800°C yaitu sebanyak 93.4 %wt.

Mansour et al. (Patent No. WO 2012059113A1) melakukan invensi alat pembuatan arang hayati dari batang padi/jerami. Invensi ini menggabungkan antara penggiling batang padi dan pembakaran ke dalam satu alat. Sehingga dengan cukup memasukkan batang padi ke dalam alat tersebut, maka akan diperoleh arang hayati yang siap untuk digunakan sementara gas yang terbentuk akan dikembalikan ke ruang pembakaran menggunakan ventilator vakum sehingga dapat meningkatkan rasio produk dari arang hayati.

Arang hayati juga dapat diperoleh melalui proses fermentasi (SID201900320). Tepung arang hayati dari tempurung kelapa pada invensi tersebut difermentasi dengan menggunakan jamur *saprofit Trichoderma harzianum* isolat Sapro-07 dan jamur *endofit T. koningii* isolat Endo-02.

Proses pirolisis yang menggunakan rangkaian pemanas pada reaktor *fixed bed* dengan bahan besi tahan karat juga pernah digunakan dalam pembuatan arang hayati dari sampah organik (IDP000042877). Proses pirolisis dilakukan pada suhu 500°C selama 2 jam 5 menit. Alat lain yang pernah digunakan adalah selongsong putar (IDS000002403). Selongsong putar ini merupakan alat pirolisis portabel yang dilengkapi dengan sensor suhu berkisar antara 400 - 600 °C. Alat ini juga dilengkapi dengan tangkai poros untuk menghasilkan proses pembakaran yang sempurna.



Berdasarkan penelusuran invensi, pembuatan arang hayati melalui proses pirolisis dengan pirolisis berbantu gelombang mikro belum pernah dilakukan. Pada invensi ini dilakukan modifikasi pada oven *microwave* dan diintegrasikan dengan reaktor  
5 berbahan quartz untuk melakukan proses pirolisis dari bahan biomassa untuk menghasilkan arang hayati.

### **Uraian Singkat Invensi**

10 Invensi yang diusulkan ini merupakan alat pirolisis berbantu gelombang mikro untuk pembuatan arang hayati yang mampu beroperasi hingga 1000 °C sehingga suhu tinggi pada proses pirolisis dapat dicapai dalam waktu yang singkat dan hemat energi. Alat pirolisis berbantu gelombang mikro ini terdiri dari  
15 reaktor pirolisis (5) dengan ukuran diameter 10.5 cm dan tinggi reaktor beserta leher dengan ukuran 17.5 cm. Peningkatan suhu diatur menggunakan pengatur pada oven *microwave* (1) dan suhu di dalam reaktor diamati menggunakan monitor suhu (2) dengan cara memasukkan termokopel (4) ke dalam reaktor. Gas hasil pirolisis  
20 akan dialirkan keluar dari reaktor (9) dengan menggunakan gas nitrogen yang dialirkan melalui lubang umpan gas nitrogen (3). Hasil arang hayati dari proses pirolisis dapat diambil pada reaktor setelah proses pirolisis selesai.

### **25 Uraian Singkat Gambar**

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar terlampir.

30 Gambar 1, adalah gambar perspektif rangkaian alat pirolisis berbantu gelombang mikro sesuai dengan invensi ini. Keterangan



pada gambar ini adalah Oven *microwave* (1) Alat pemantau suhu (2) Aliran masuk gas nitrogen (3) Termokopel (4) Reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro (5) Material biomassa (6) Aliran air pendingin masuk (7) Aliran air pendingin keluar (8) Aliran gas sintesis keluar (9);

Gambar 2, adalah detail desain reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro;

Gambar 3, adalah detail modifikasi alat reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro.

10

### **Uraian Lengkap Invensi**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, invensi ini melakukan perancangan desain alat pirolisis berbantu gelombang mikro untuk pembuatan arang hayati berdasarkan literatur yang telah ada.

Secara skematis, rancang bangun alat pirolisis berbantu gelombang mikro untuk pembuatan arang hayati ini dapat dilihat pada Gambar 1. Reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro (5) terletak di dalam oven *microwave* (1). Sehingga gelombang mikro dari alat oven *microwave* sebesar 1000 W akan terakumulasi di dalam ruang oven *microwave* dan dapat meningkatkan suhu di dalam oven *microwave* hingga 1000°C. Bahan biomassa (6) yang berada di dalam reaktor akan terkonversi menjadi tiga (3) jenis produk yaitu padat, cair dan gas. Produk gas dari hasil pirolisis akan didinginkan menggunakan bola pendingin yang dialiri oleh fluida dengan suhu -5°C dari saluran masuk aliran pendingin (7) dan sehingga pendingin akan keluar melalui saluran keluar aliran pendingin (8). produk gas yang telah mengalami kontak dengan fluida pendingin akan terkondensasi dan ditampung menggunakan erlenmeyer. Saluran masuk nitrogen (3) selain berguna untuk membawa gas hasil reaksi keluar dari reaktor, juga memiliki



fungsi untuk menghilangkan oksigen di dalam reaktor. Sehingga pada saat sebelum oven *microwave* dipanaskan, gas nitrogen dimasukkan ke dalam reaktor untuk mendorong udara yang mengandung oksigen di dalam reaktor dapat terdorong keluar dari reaktor. Semakin sedikit jumlah oksigen yang berada di dalam reaktor, maka hasil pembakaran dari proses pirolisis akan semakin bagus.

Pada Gambar 2, reaktor dibuat dengan diameter 10,5 cm dan memiliki tiga (3) leher vertikal yang masing masing berfungsi sebagai lubang saluran masuk gas nitrogen, lubang sensor suhu dan lubang saluran keluar gas hasil pirolisis. Ukuran sambungan yang digunakan pada lubang saluran masuk nitrogen dan lubang sensor suhu adalah 14/23, sedangkan lubang saluran gas hasil pirolisis memiliki sambungan yang lebih besar yaitu 29/32. Sehingga tinggi total dari reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro termasuk dengan leher reaktor adalah 16 cm. Di dalam reaktor inilah akan terjadi reaksi pirolisis bahan biomassa karena adanya peningkatan suhu akibat dari radiasi gelombang mikro dari oven *microwave*. Arang hayati atau hasil padat dari reaksi pirolisis akan tertinggal di dalam reaktor ini setelah reaksi pirolisis selesai.

Mengacu pada Gambar 3, bagian dalam kompartemen oven *microwave* yang digunakan memiliki dimensi (P X L X T) 33,5 cm x 35 cm x 23,8 cm. Oven *microwave* ini memiliki daya sebesar 1250 watt, sehingga mampu digunakan untuk beroperasi hingga 1000°C dalam waktu yang cukup singkat. Pada bagian atas oven *microwave* juga dilakukan modifikasi dengan cara memberikan lubang sebanyak tiga buah sesuai dengan ukuran leher pada reaktor yaitu dua lubang dengan ukuran 14 mm dan satu buah lubang dengan ukuran 29 mm. Ukuran lubang pada oven *microwave* ini dibuat sesuai dengan leher pada reaktor agar dapat meminimalisir adanya gelombang



mikro dari oven *microwave* yang terpancar keluar dan dapat mengakibatkan radiasi bagi pengguna yang berada di sekitarnya.

Secara umum proses pirolisis ini dikontrol oleh oven *microwave*, sehingga peningkatan suhu dapat berlangsung secara bertahap hingga suhu yang diinginkan dapat tercapai. Sedangkan proses pirolisis berlangsung di dalam reaktor pirolisis dikarenakan adanya pengaruh gelombang mikro dari oven *microwave*.

Ciri khas dari alat ini adalah penggunaan gelombang mikro dari oven *microwave* yang digunakan sebagai pemanas pada proses pirolisis bahan biomassa hingga menjadi arang hayati. Modifikasi juga dilakukan pada alat oven *microwave* sehingga gelombang mikro tidak terpancar keluar dari alat oven *microwave* dan memberikan efek radiasi yang negatif pada pengguna.

Nomor acuan Gambar 1.

1. Oven *Microwave*
2. Alat pemantau suhu
3. Aliran masuk gas nitrogen
4. Termokopel
5. Reaktor pirolisis berbantu gelombang mikro
6. Material biomassa
7. Aliran air pendingin masuk
8. Aliran air pendingin keluar
9. Aliran gas sintesis keluar

25

30

**Klaim :**

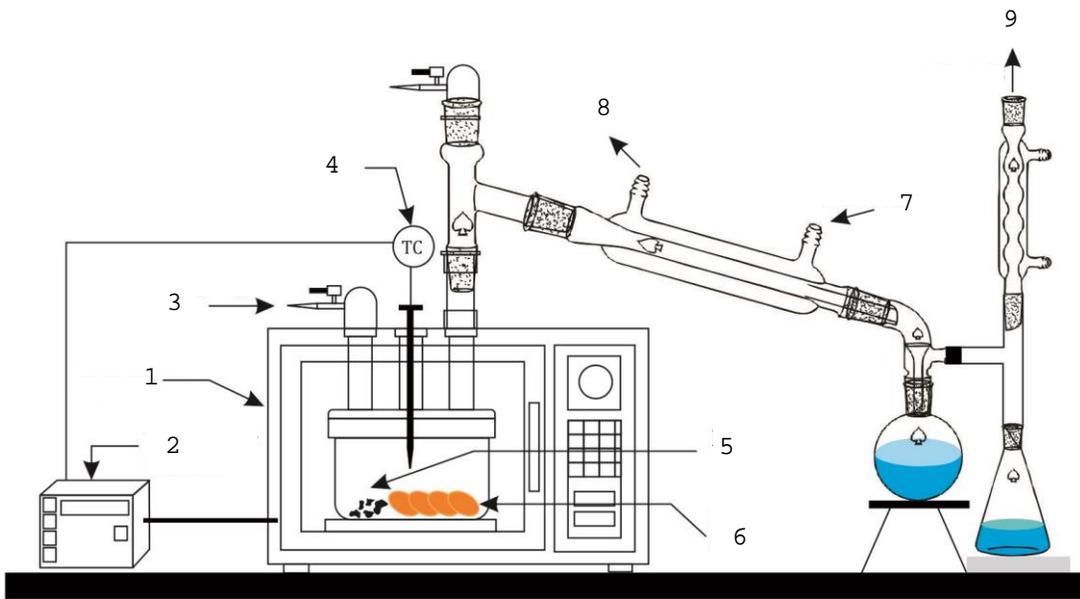
1. Suatu alat pirolisis berbantu gelombang mikro, berupa alat oven *microwave* (1) yang dimodifikasi dengan menambahkan tiga buah lubang pada bagian atas untuk menghubungkan antara reaktor pirolisis (5) di bagian dalam oven *microwave* dengan sambungan di luar oven *microwave*; oven *microwave* dapat beroperasi pada daya 1250 Watt sehingga dapat memanaskan suhu hingga 1000°C dan dapat dipantau dengan menggunakan alat pemantau suhu (2) yang terhubung pada termokopel (4) di dalam reaktor; Hasil dari proses pirolisis dapat terbagi menjadi tiga fase di mana fase padat (arang hayati) akan tertinggal di dalam reaktor, fase cair berupa *bio-oil* akan ditampung di dalam erlenmeyer setelah didinginkan menggunakan air pendingin sedangkan produk berupa gas dibuang melalui saluran gas keluar(9).



**Abstrak**

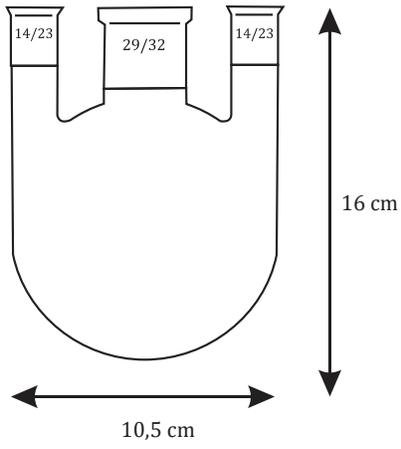
**ALAT PIROLISIS BERBANTU GELOMBANG MIKRO UNTUK PEMBUATAN ARANG  
HAYATI**

5 Suatu alat pirolisis berbantu gelombang mikro dengan memodifikasi oven *microwave* telah dapat dirancang untuk pembuatan arang hayati melalui proses pirolisis. Alat invensi ini memiliki keunggulan dapat dioperasikan hingga suhu 1000°C dan mampu mencapai suhu pirolisis dalam waktu yang singkat. Alat  
10 invensi ini terdiri dari suatu oven *microwave* termodifikasi, reaktor pirolisis, pendingin dan alat pemantau suhu.

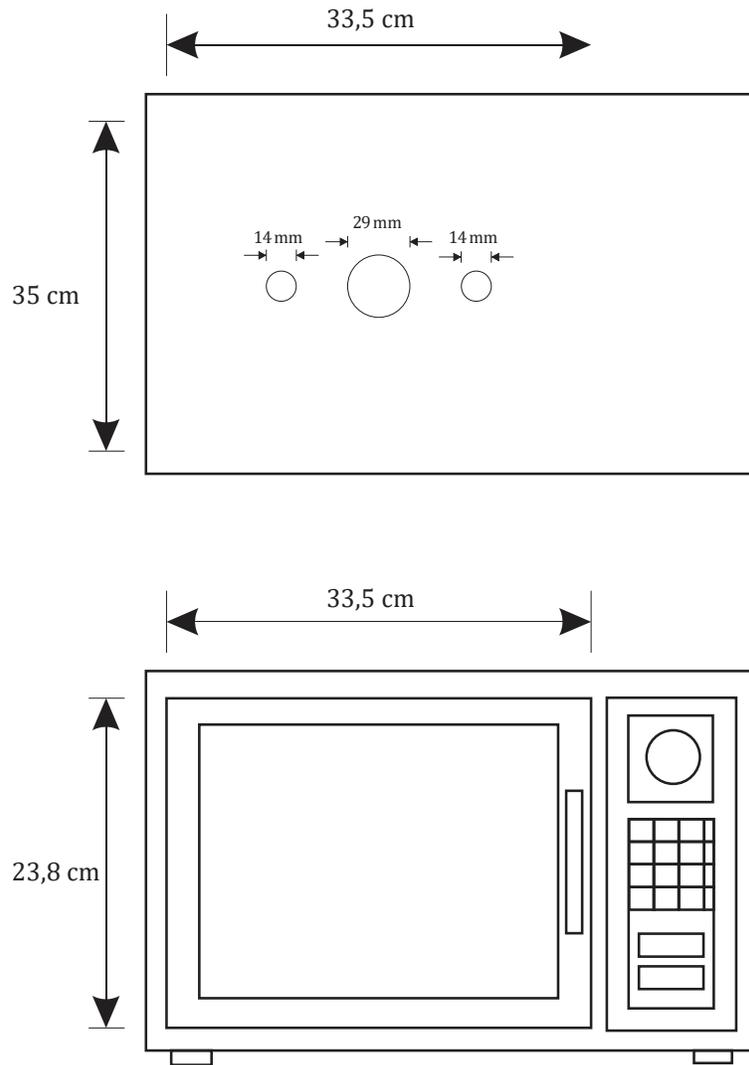


GAMBAR 1

BA



GAMBAR 2



GAMBAR 3

BA