

## **NERACA HARA NITROGEN SEBAGAI INDIKATOR PERTANIAN BERKELANJUTAN**

*(Nitrogen balance as an indicator sustainable agriculture)*

**Riyo Samekto**

### ***Abstracts***

*Sustainable agriculture is the continuous production of food and fibre into the future while conserving the health of natural resources on and off the farm. It is important to find indicator as a tool to monitoring sustainability. There are two main methods of budgeting the nutrients balance of regional and national agricultural systems: soil-surface and farm-gate (OECD and EuroStat 2007; Oenema et al., 2003). The purpose of the paper is to discuss the importance of nitrogen balance as an indicator of agricultural sustainability and to propose the methods explained by Viet-Ngu and Aluddin (2009) as an alternative way to solve the difference of the two main methods.*

*Key words: Sustainable agriculture, nitrogen balance, farm gate balance, soil surface balance.*

### **PENDAHULUAN**

Sistem pertanian ramah lingkungan mampu memelihara kesuburan tanah dan kelestarian lingkungan sekaligus dapat mempertahankan atau meningkatkan produktivitas tanah. Disamping itu, sangat penting diperhatikan, terutama di daerah tangkapan air, sistem pertanian tidak memiliki efek kelebihan hara yang akan mencemari daerah bawahan. Oleh karena itu, setiap usaha tani yang ramah lingkungan perlu memperhitungkan neraca hara (terutama nitrogen yang memiliki peran ganda bagi lingkungan dan usaha tani) yang dipergunakan supaya produksinya optimum sekaligus tidak membahayakan lingkungan.

Kelebihan nitrogen di air permukaan (sungai, danau dan air laut) dari kegiatan pertanian akan mempercepat proses *eutrophication* yang dapat merusak keanekaragaman hayati sungai, danau dan mengganggu penggunaan air sungai

dan danau untuk air minum, kehidupan ikan dan rekreasi. Di air tanah (air minum), nitrat yang cukup tinggi konsentrasinya dapat merusak kehidupan baik kesehatan ternak maupun manusia dan meningkatkan biaya yang tinggi dalam pemurnian air. Polusi air tanah secara potensial lebih bermasalah dibanding dengan air permukaan karena sekali terkena polusi, akan dibutuhkan waktu yang lama untuk perbaikan menjadi normal bahkan ketika sumber polusinya sudah diatasi. Emisi oksida nitrogen (gas rumah kaca yang andil dalam perubahan iklim) dari pupuk anorganik yang berlebihan dan gas amoniak yang secara tidak langsung terbentuk dari pupuk kandang merupakan permasalahan pula. Amoniak, sekali tertimbun di tanah, juga andil dalam pengasaman tanah dan air (OECD, 2001).

Tujuan paper ini adalah mendiskusikan tentang neraca hara nitrogen sebagai indikator pertanian ramah lingkungan.

## **PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN**

Pertanian ramah lingkungan (*sustainable agriculture*) atau pertanian alternatif (*alternative agriculture*) secara fundamental adalah pertanian yang condong ke arah memperhatikan kelestarian lingkungan. Pertanian ramah lingkungan (*sustainable agriculture*) menitik-beratkan ke arah baik keberlanjutan dalam bidang ekonomi dan dalam bidang lingkungan hidup. Setiap sistem pertanian yang benar-benar lestari/berlanjut harus memiliki perhatian pada kedua hal tersebut. Petani tidak dapat melaksanakan kegiatan pertaniannya kalau tidak menguntungkan secara ekonomis. Sementara itu, ada kebutuhan yang mendesak tentang pelestarian lingkungan sehingga praktek pertanian harus mempertahankan kualitas hidup dan produksi pertanian tidak hanya buat generasi sekarang tetapi juga generasi yang akan datang. Pertanian ramah lingkungan bukan berarti pertanian organik (pertanian tanpa menggunakan masukan bahan kimia sintetis), meskipun intensitas perhatiannya mengarah kepada penggunaan komponen organik, khususnya pestisida dan pupuk (Muir, 2008).

Pertanian alternatif adalah menitik-beratkan pada praktek pertanian yang berbeda dari yang biasanya dilakukan dalam pertanian konvensional, akibat revolusi hijau. Sebagai contoh, Praktek pertanian dengan mengurangi

ketergantungan pada pupuk anorganik sebagai sumber utama dari kesuburan tanah dapat digolongkan sebagai pertanian alternatif (Muir, 2008).

Apa saja akibat revolusi hijau yang menyebabkan pertanian tidak ramah lingkungan atau tidak lestari (Muir, 2008):

- a. Kerusakan lahan yang dapat menyebabkan erosi tanah dan hara
- b. Masukan bahan bakar yang tinggi (industri pupuk)
- c. Ketergantungan masukan pupuk anorganik untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan biaya yang mahal
- d. Ketergantungan pada pestisida sintetis untuk pengendalian hama dengan biaya yang mahal
- e. Penurunan keanekaragaman hayati
- f. Penggunaan air irigasi yang berlebihan dan tidak tepat

Menyimak perkembangan praktek pertanian masa lalu, praktek penggunaan pupuk kimia yang berkonsentrasi tinggi dan dengan dosis yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang ternyata menyebabkan terjadinya kemerosotan kesuburan tanah karena terjadi ketimpangan hara atau kekurangan hara lain, dan semakin merosotnya kandungan bahan organik tanah. Demikian juga halnya dengan dampak negatif dari penggunaan pestisida ini mulai meresahkan masyarakat, antara lain berupa pencemaran air, tanah, dan hasil pertanian, gangguan kesehatan petani, menurunnya keanekaragaman hayati (Atmojo, 2007).

Penggunaan obat-obatan kimia dalam kurun yang panjang, akan berdampak pada kepunahan musuh alami hama dan penyakit, dan kehidupan biota tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya ledakan hama penyakit dan degradasi biota tanah. Bahkan saat ini residu pestisida akan menjadi faktor penentu daya saing produk-produk pertanian yang akan memasuki pasar global. Oleh karena itu perlu dicari pupuk dan obat-obatan yang ramah lingkungan, sehingga aman dan tidak menjamin kelestarian sumber daya lahan kita (Atmojo, 2007).

### **Neraca Hara (*Nutrient Balance*) Nitrogen**

Berbagai macam metode pendekatan neraca hara (*nutrient balance*) dalam usaha tani ramah lingkungan telah dikembangkan pada aras nasional, regional,

*farm*, dan *field* tergantung pada luas cakupan dan fungsinya (Pacini *et al.*, 2003; Bindraban *et al.*, 2000; Bengtsson, 2005; OECD, 2001; Duncombe-Wall *et al.*, 1999; Azar *et al.*, 1996; Payraudeau & Werf, 2005). OECD (2001) membedakan pada garis besarnya menghitung neraca hara menjadi dua metode, yaitu metode *farm-gate* dan metode *soil-surface* (OECD & EuroStat 2007; Oenema *et al.* 2003).

Sangat penting untuk menemukan cara meningkatkan keuntungan ketika sekaligus memperkecil kehilangan nitrogen menuju penurunan kualitas lingkungan hidup. Persoalan ini membutuhkan pemeliharaan kesetimbangan neraca hara di pintu muara wilayah pertanian. Neraca hara (*nutrient balance*) didefinisikan sebagai jumlah N (dan hara lain) yang diimpor/masuk melalui produk yang dibeli dan jumlah yang diekspor/keluar dari wilayah pertanian sebagai susu, daging, produk tanaman, pupuk kandang dan/atau kompos. Penghitungan seperti ini dapat membantu mengenal alternatif pengelolaan hara yang dapat meningkatkan keseluruhan efisiensi penggunaan hara (dan mengurangi kehilangan hara) dan meningkatkan keuntungan usaha tani di dalam wilayah itu (Rasmussen *et al.*, 2010).

Analisis neraca hara membantu kelompok tani untuk menentukan kapan terjadi ketidakefisiensian terbesar dalam penggunaan hara. Program neraca hara dikembangkan untuk digunakan bagi para petani untuk (Rasmussen *et al.*, 2010):

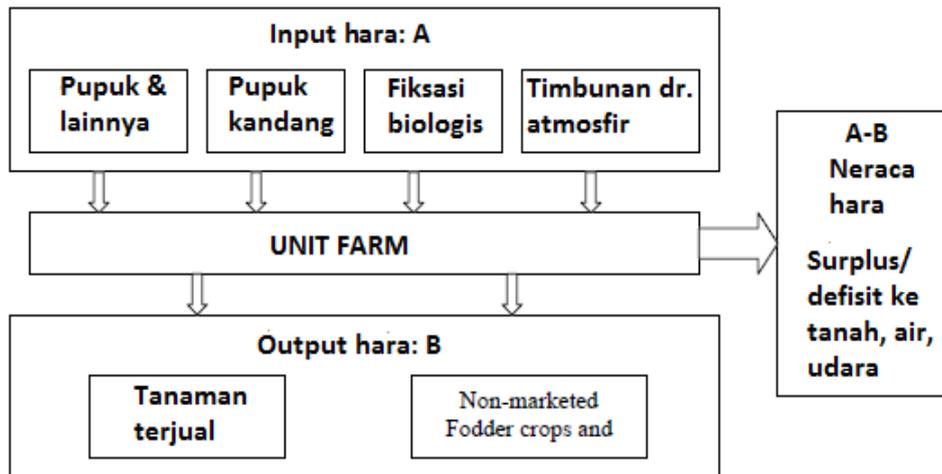
- a. Menghitung jumlah hara yang diimpor, diekspor, dan didaurkan melalui produksi tanaman dan rumput di wilayah pertanian itu
- b. Menghitung hara yang dibeli, pupuk, ternak, dan bahan-bahan untuk bibit.
- c. Menghitung hara yang diekspor melalui penjualan keseluruhan kegiatan usaha tani yang meliputi pakan ternak, susu, ternak, produk tanaman, dan pupuk kandang/kompos
- d. Membuat laporan yang menunjukkan impor/masukan dan ekspor/keluaran N dalam ton untuk keseluruhan usaha tani dan dalam kg/ha untuk produksinya, per kg produk yang terjual, atau per unit ternak terjual
- e. Mengidentifikasi wilayah untuk yang perlu di perbaiki dan peluang-peluangnya untuk lebih efisien menggunakan hara, yang jika dilakukan, dapat meningkatkan keuntungan dan mengurangi dampak terhadap penurunan kualitas lingkungan hidup.

Hukum Termodinamik I yang juga disebut kondisi kesetimbangan bahan, menyebutkan bahwa hara dalam suatu sistem pertanian tidak hilang dan bahwa input hara berakhir dalam timbunan cadangan atau aliran output. Dengan kata lain, input hara ditransformasikan ke dalam barang-barang yang berguna (contoh: pangan) dan barang yang merusak (contoh: polusi). Secara matematis disajikan sebagai berikut:

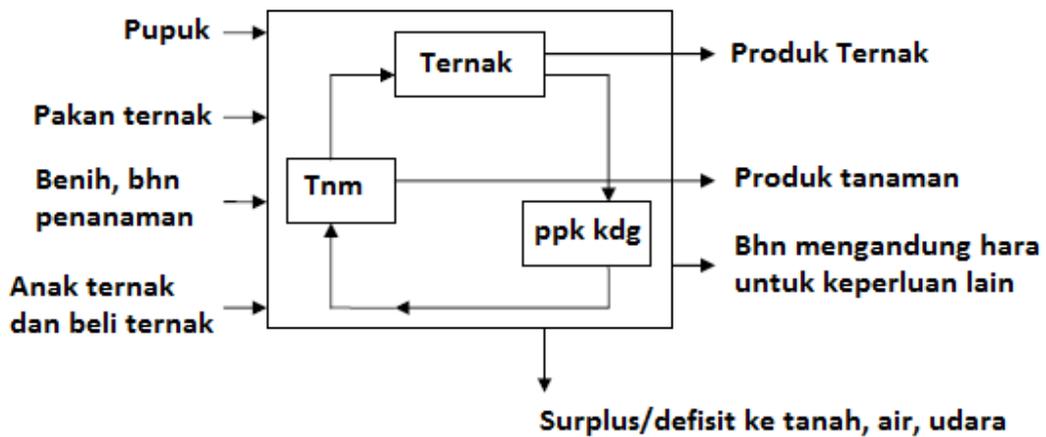
$$z = a'x - b'y \quad (1)$$

Dimana  $z$  adalah neraca hara, dan menyamai jumlah hara yang memasuki sistem dikurang dengan jumlah hara yang keluar dari sistem.  $x$  dan  $y$  adalah vektor input dan output dari suatu proses produksi sedangkan  $a$ , dan  $b$ , adalah vektor koefisien yang mewakili kadar hara dalam input dan output. Koefisien-koefisien ini dinamakan koefisien konversi hara. Kelebihan masukan membuat neraca positif dan menaruh lingkungan dalam resiko dan dalam jangka menengah dan panjang pengaruh negativitas ini akan mempengaruhi output produksi. Kekurangan masukan hara menyebabkan neraca negatif dan resiko kekurangan hara yang mempengaruhi produksi pertanian. Di antara keduanya, suatu situasi neraca mengindikasikan bahwa ada suatu kesetimbangan dalam agihan sistem pertanian yang dipilih (Viet-Ngu&aluddin, 2009).

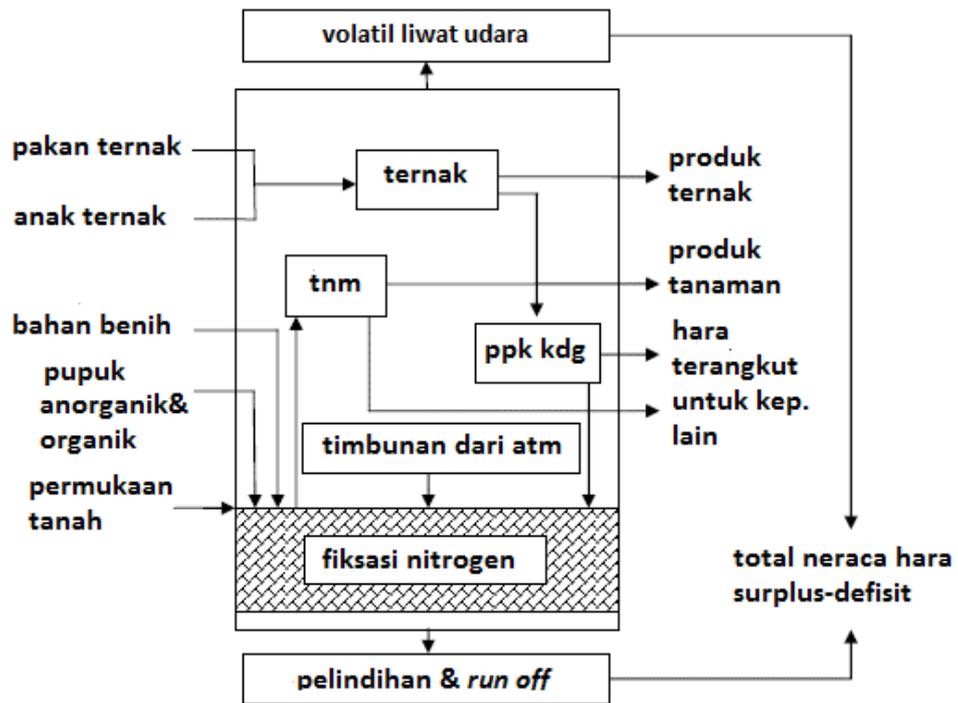
Metode analisis *soil-surface* (gambar 1) adalah neraca perbedaan antara hara yang memasuki dan keluar dari permukaan-tanah (*soil-surface*), yang meliputi masukan dari pupuk, pupuk kandang/timbunan atmosfer, fiksasi biologis dan keluaran hara yang meliputi panen terjual dan tanaman pakan dan rumput. Metode *farm-gate* (gambar 2) mempertimbangkan sistem sebagai suatu "*black box*" analisis tingkat farm, regional dan nasional dengan alasan adaptibilitas, akurasi, dan interpretasi. Gambar-3 adalah usul kombinasi antara *soil-gate* dan *farm-gate* (Viet-Ngu&aluddin, 2009).



Gambar 1. Model analysis *soil-surface* (Viet-Ngu&aluddin, 2009)



Gambar 2. Model analysis *farm-gate* (Viet-Ngu&aluddin, 2009)



**Gambar 3. Model usulan kombinasi analysis *soil-surface* dengan *farm-gate* (Viet-Ngu&aluddin, 2009)**

## KESIMPULAN

Neraca nitrogen yang diidentifikasi secara spasial dan temporal dapat digunakan untuk indikator berkelanjutan suatu sistem pertanian karena nilai dari input-output tersebut dapat mengindikasikan kelebihan atau kekurangan nitrogen yang mengarah kepada efisiensi pengelolaan dan konservasi lingkungan. Model usulan yang disampaikan oleh Viet-Ngu dan Aluddin (2009) dapat mengatasi kelamahan antara dua metode *soil surface* dan *farm gate* yang selama ini dikembangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

AAFC (2000) Environmental sustainability of Canada's agricultural soil. SOE Bulletin No. 2000- 1

- Atmojo S.W. (2007). Pertanian sehat ramah lingkungan. Solo Pos: 5 Desember, 2007
- Azar C., J. Holmberg and K. Lindgren (1996). Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecological Economics*. 18: 89-112
- Bengtsson H (2005). Nutrient and trace element flows and balances at the Öjebyn dairy farm: aspects of temporal and spatial variation and management practices. *Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Soil Sciences Uppsala*. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2005
- Bindraban P.S., J.J. Stoorvogel, D.M. Jansen, J. Vlaming and J.J.R. Groot (2000). Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81: 103–112
- Canada State of the Environment (2000). *Fertilization and nutrient balance Risk of soil degradation Crop and residue cover: Environmental Sustainability of Canada's Agricultural Soils*. Reporting Program. Agriculture and Agri-Food Canada Agriculture et Agroalimentaire Canada. SOE Bulletin No. 2000-1
- Duncombe-Wall D, P. Moran, C. Heysen and D. Kraebenhuehl (1999). Agricultural sustainability indicators for region of South Australia. *Primary Industries and Resources*. South Australia.
- Hartemink A.E., T. Veldkamp and Z. Bai (2008). Land Cover Change and Soil Fertility Decline in Tropical Regions. *Turk J Agric For* 32: 195-213
- Muir P. (2008). What is "sustainable agriculture?".  
<http://people.oregonstate.edu/~muirp/whatsust.htm>
- OECD (1999). Environmental indicators for agriculture: Volume 1 concepts and framework. Head of Publications Service, OECD Publications Service, 2 rue andre-Pascal, Paris, Cedex 16, France
- OECD (2001). OECD national soil surface nitrogen balances: explanatory notes.  
[www.oecd.org/agr/env/indicators.htm](http://www.oecd.org/agr/env/indicators.htm)
- Pacini C., A. Wossink, G. Giesen, C. Vazzana and R. Huirne (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming system: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 273-288
- Payraudeau S. and H.M.G van der Werf (2005). Environmental impact assessment for farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 107:1-19

Rasmussen C., S. Moss, P. Ristow and Q. Ketterings (2010). Nutrient Management Spear Program. <http://nmsp.cals.cornell.edu>

van der Werf H.M.G. and J. Petit (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93: 131–145

Viet-Ngu H. and M. Alauddin (2009). A new framework of measuring national nutrients balance for international and global comparison. Discussion Paper No. 389, May 2009, School of Economics, The University of Queensland. Australia.